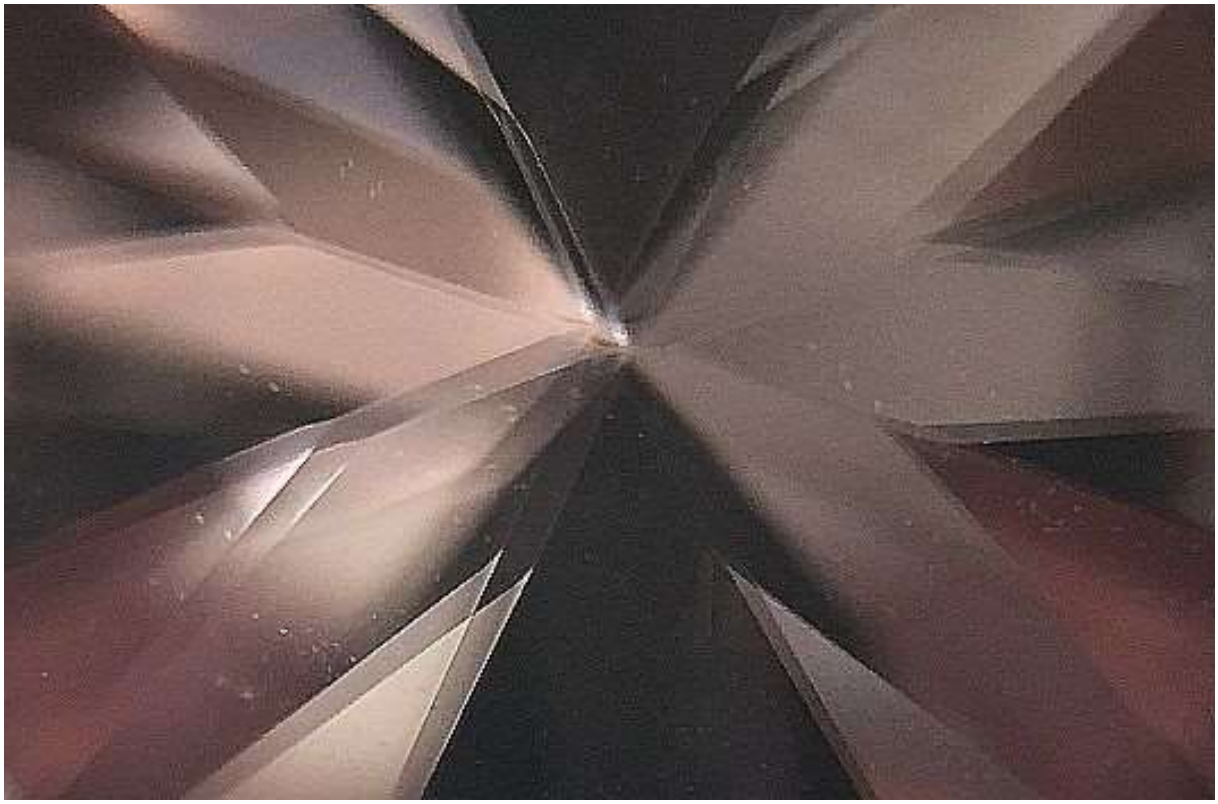


Image N° 1 : Zircon rose de Harts Range, double réfraction, photo LGM.

Zircon haut, bas et intermédiaire, sa signature spectroscopique

Ros Romdoul, Projet FGA 2022

GemDipPR29

Sommaire

1. Résumé
2. Introduction
3. Matériaux et méthodes
4. Résultats et discussion
5. Conclusion
6. Bibliographie

1. Résumé

Dans le cadre de ce projet, nous avons étudié un lot de zircon de différentes couleurs, de provenance d'Australie, Madagascar et de Cambodge. Nous avons classifié les zircons en haut, bas et intermédiaire, suivant leurs propriétés physiques, particulièrement la densité. Ces 3 types de zircons on peut facilement différencier ensuite par les observations et le spectre.

Pour donner plus de précision dans la description des différents types de zircon, un spectromètre UV-VIS-PIR a été utilisé. La signature spectroscopique suivant les couleurs et la provenance est le but principal de ce projet. Le spectre des zircons a une grande variation suivant les gisements et leurs couleurs. Cette variation dépend essentiellement de quantité des éléments radioactifs présent dans l'échantillon. Le deuxième facteur de variation est la stabilité de zircon entre le haut qui est quadratique et le bas qui est amorphe, en passant par intermédiaire.

2. Introduction

Depuis la découverte de la radioactivité au début du 20ème siècle par Marie et Pierre Curie, cela permet de déterminer l'âge géologique absolu.

Scientifiquement le zircon est un minéral intéressant car il contient en élément-traces de l'uranium et du thorium, ce qui est une excellente géo chronomètre pour la datation des roches et de comprendre son état métamicte.
Cet outil, la radiation radiométrique, utilise certains éléments chimiques qui ont la propriété de se désintégrer radioactivement. En calculant le temps qu'a mis une certaine portion d'un élément contenu dans un minéral à se désintégrer, on obtient l'âge de ce minéral.

Découverte récente en Australie, à Jack Hill, un fragment microscopique de zircon, daté de 4,4 milliards d'années est le plus ancien minéral connu sur Terre. Il s'agit probablement d'un vestige de la plus ancienne croute terrestre. Celle – ci se serait formée plutôt qu'on le pensait, 100 millions d'années et non 600 millions d'années, après la lune , qui est née de l'impact d'i=un objet céleste gigantesque sur la Terre.
(John W. Walley, Université de Wisconsin, USA)

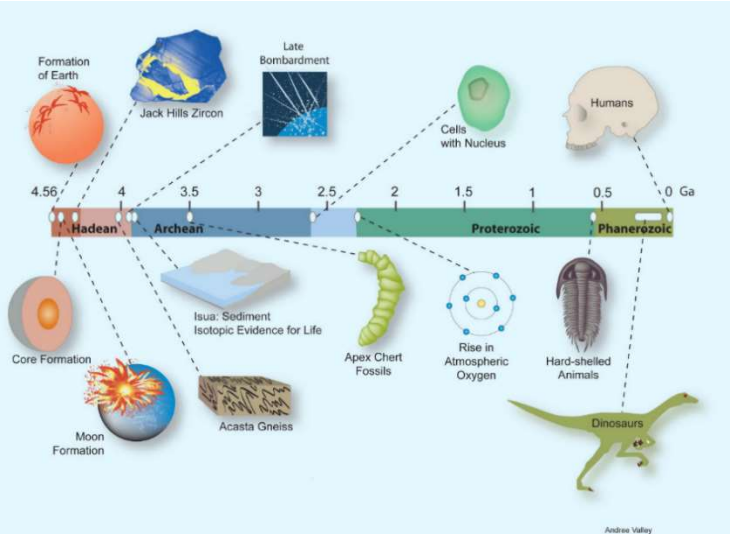


Image N° 2 : L'age de Zircon de Jack Hill, dans l'évoluation de la Terre

Géologie, gîtes et sources

Le minéral zircon se forme pendant la genèse de roche plutonique communes.
Cette gemme est un minéral rare dans les basaltes mais relativement fréquent dans les granites, les gneiss, les pegmatites. On peut trouver parfois très abondant dans des syénites.
Il ets exploités essentiellement des gisements secondaires, alluviales. Couramment présent dans les gisements secondaires de saphir.

Image N° 4 : la carte des gisements de zircon

Viêtnam, Cambodge et Thaïlande_
Zircons de qualité gemme dans les tons rouge et brun sont traités par chauffage pour donner les zircons bleus familiers.

Sri Lanka et Myanmar
Zircons haut brun et jaune, zircon vert bas en graviers gemmifères.

Madagascar
Une source d'importante de zircon brun, jaune et vert intermédiaire et métamicte

Australie :
Le zircon fait partie des graviers gemmifères ensemble avec le saphir. Les couleurs sont d'incolore à brun et rouge. Les zircons du Harts Range sont de présents dans les carbonatites, dans le territoire du Nord. Les couleurs sont roses à brun.

Zircon haut (à l'état cristallin) et zircon bas (à l'état métamicte)

Le zircon est un silicate de zirconium, une pierre gemme naturelle de formule chimique ZrSiO4. Le minéral zircon a été utilisé au passé aussi comme substitut du diamant de par son éclat, son brillant et sa dispersion mais qui est très facile à distinguer par sa double réfraction et sa fragilité. C'est une pierre qui s'égrise facilement et ses arêtes de facettes sont sensibles.

Le zircon contient différent pourcentage d'élément radioactifs tels que l'uranium et thorium. Avec le temps la structure ordonnée du zircon haut a été détruite par la radioactivité et ses zircons sont devenus zircons bas.

La transformation se fait sur des millions d'années par conséquent il existe toute une série de zircons à l'état intermédiaire.

Cette transformation en zircon métamicte est accompagnée par des changements des propriétés physiques, comme la densité, l'indice de réfraction et biréfringence plus basse. La structure ordonnée quadratique du zircon se transforme petit à petit en passant par état intermédiaire à l'état amorphe.

Il y a aussi des changements en transparence par l'augmentation de présence d'eau dans les gemmes métamicte, donc elles deviennent plus translucides.

Les propriétés entre le zircon haut et le zircon bas suivant le gisement ou l'échantillon peuvent varier entre ces 2 extrêmes.

Les zircons cristallins sont présents en couleur assez variables, les zircons métamictes sont plus verts ou bruns, gris ou bleu grisâtre.

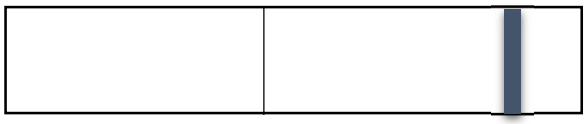
Certains zircons métamictes ou intermédiaires peuvent redevenir cristallins en les chauffant. Ce chauffage va supprimer les défauts provoqués par la radiation.

Les propriétés optiques et physiques varient fortement selon l'état dit haut ou bas de la pierre.

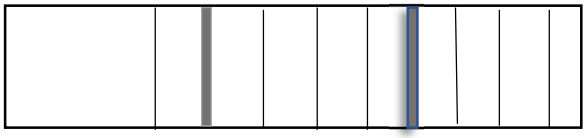
Propriété	Haut	Intermédiaire	Métamicte
Couleur	Brun, vert, jaune, rouge-brun, orange, bleu (chauffé)	Vert-brunâtre Rouge-brunâtre	Vert, orange, brun
Structure cristalline	Cristalline	Légèrement endommager	Amorphe (endommager)
Indice de réfraction	w : 1.92-1.94 e : 1.97-2.01	w : 1.83-1.93 e : 1.84-1.97	1.78-1.87
Biréfringence	0.036-0.059	0.017-0.043	-
Densité	4.6-4.8	4.2-4.6	3.9-4.2
Radioactivité	Faible	Moyen	Forte

Tableau: 3 types de Zircon : *(from: properties compiled from anderson (1941), webter (1983), Liddicoat (1987))*

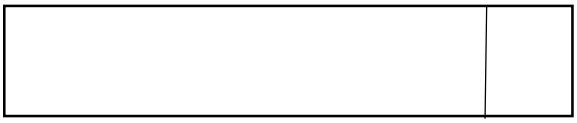
Zircon bas ou métamicte :
Zircon ayant subis la désintégration partielle ou complète de son réseau cristallin au cours de millions d'années. **Spectre** d'un **zircon bas** montrant une ligne dans le vert et une bande floue dans le rouge.



Zircon haut :
Zircon dont le processus de désintégration lié aux isotopes radioactif n'a pas ou peu débuté. **Spectre** d'un **zircon haut** montrant de nombreuses lignes bien marquées dû à la présence d'Uranium



Spectre d'absorption d'un zircon **traité par chauffage** souvent de couleur bleu ou incolore, montrant une seule ligne dans le rouge à 653 nm.



Traitement du zircon par chauffage :

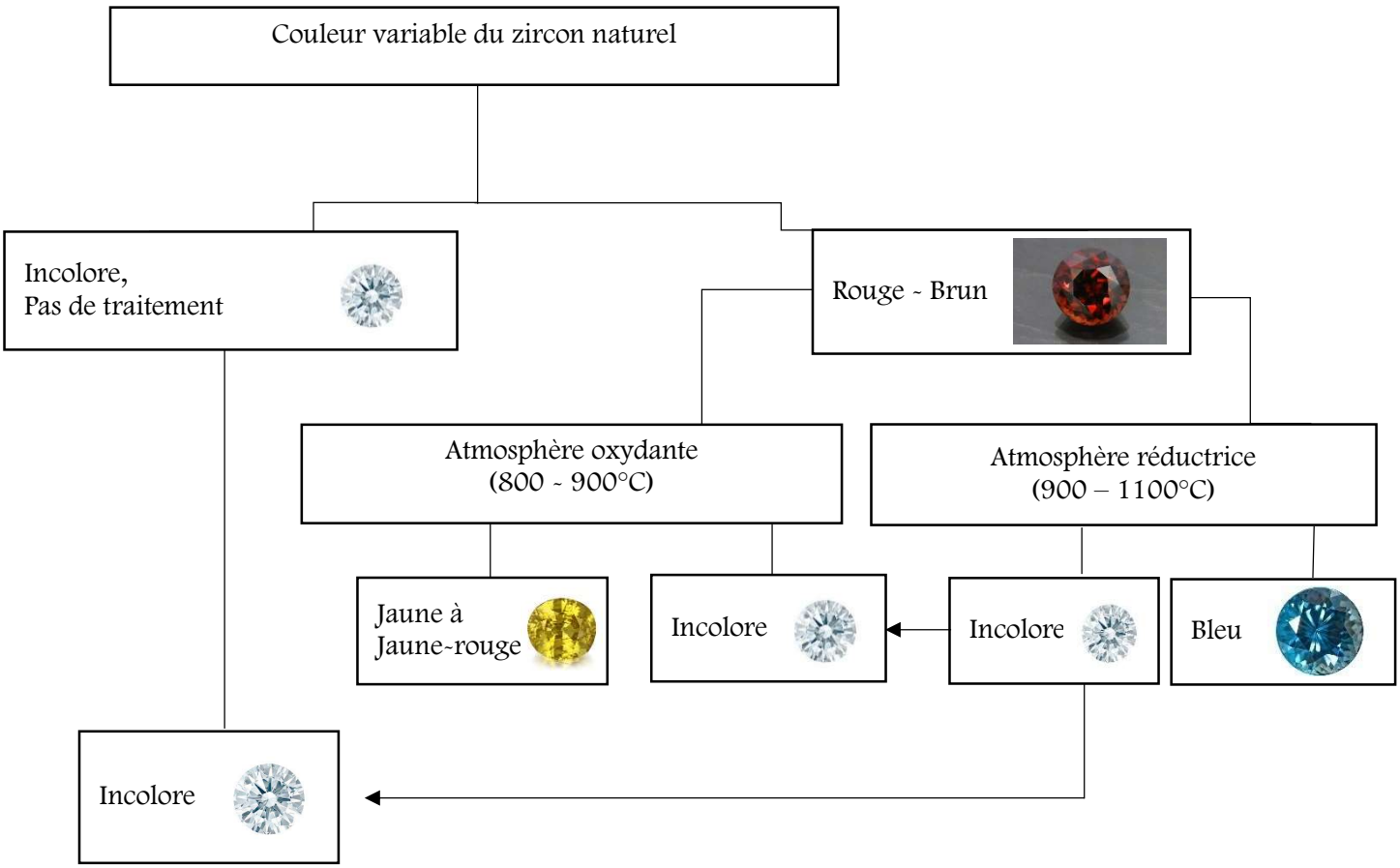


Image N° (W.F. EPPLER)

Zircon incolore :
On peut trouver des zircons incolore non chauffée.

Chauffage en atmosphère réductrice :
Des pierres de couleur brun-rougeâtre enfermées dans un creuset, chauffées en atmosphère rédutrice à une température comprise entre 900 et 1000° C vont donner des pierres de couleur bleu ou incolore.

Chauffage en atmosphère oxydante :
Des pierres de couleur brun-rougeâtre enfermées dans un creuset perforé, chauffées en atmosphère oxydante à une température comprise entre 800 – 900°C vont donner des pierres jaune à jaune-rouge.

Zircon Bas :
Zircon bas peuvent retrouver les propriétés optiques et physiques d'un zircon haut par un traitement par chauffage à température élevée pendant un certain temps.

3. Matériaux et méthodes

Nous avons étudié 4 échantillons.

- N° 1 zircon jaune de Madagascar,
- N° 2 zircon intermédiaire vert de Madagascar
- N° 3 zircon vert métamicte de Madagascar
- N° 4 zircon brun de Harts Range, d'Australie
- N° 5 zircon rose de Harts Range, d'Australie
- N° 6 zircon bleu traité de Cambodge

Nous avons fait un rapport complet avec **les instruments standard** de gemmologie.
Les inclusions ont été observées avec le microscope triloculaire Motic, équipée d'une caméra. Indice de réfraction et la densité avec la pesée hydrostatique on était déterminé pour chaque échantillon. **Spectromètre UV-VIS-PIR** a été fait avec l'instrument Gemspec de Cigem Canada.

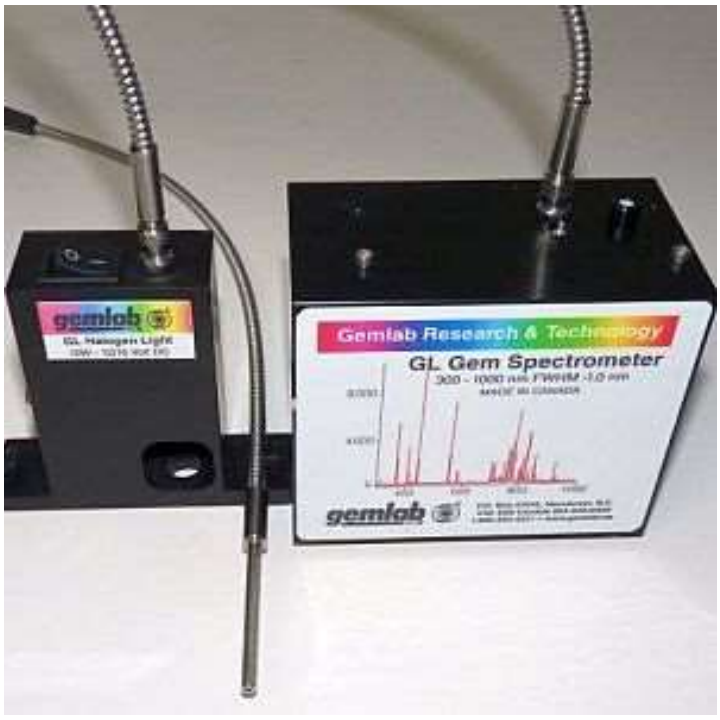
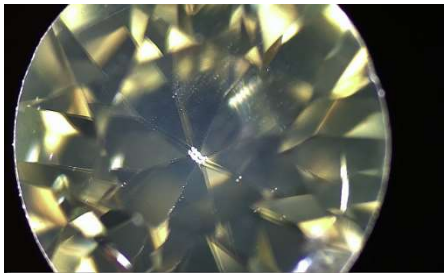


Image N° 3 : Le spectre UV-VIS- PIR a été réalisé avec le spectromètre de Gemspec de CIGEM Canada. Le spectromètre couvre les champs de 300 à 1000 nm.

4. Résultats et discussions

Nous avons choisi de garder le format des rapports d'expertise complet de chaque échantillon étudié.

N° 1 – Zircon jaune verdâtre, Madagascar, 444LGM



Poids : 0,93 ct

Taille : rond brillant, table II à c

Dimensions : 5 x 4 mm

Couleur : jaune verdâtre

IR : lecture négative

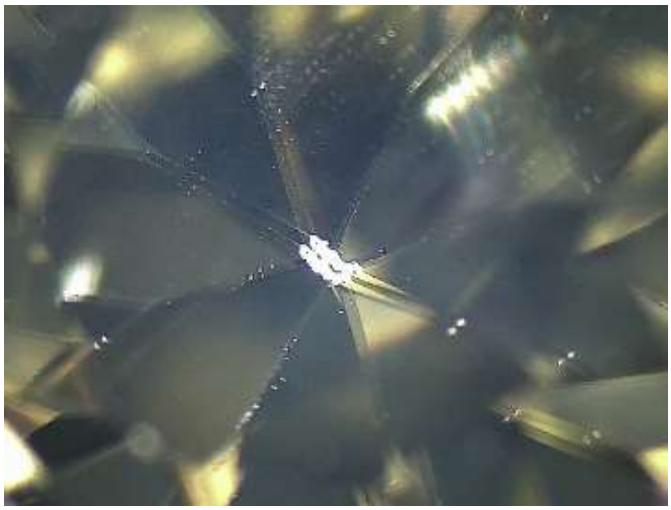
Densité : 4, 2

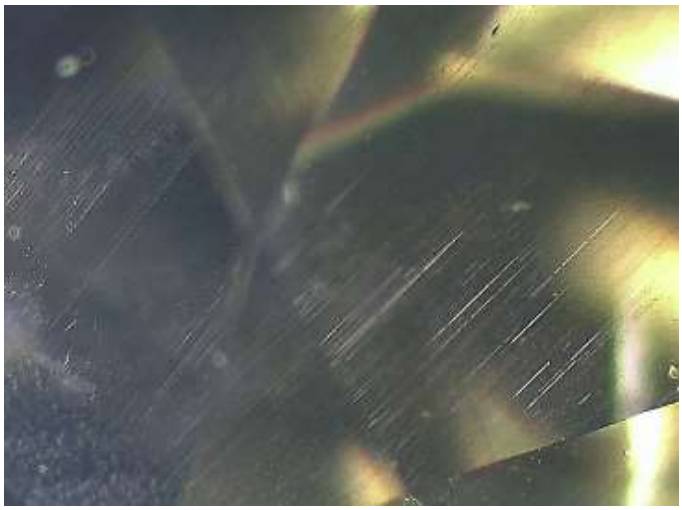
Spectre : Nombreuses lignes dû à la présence d'uranium

Traitement : non

Observations internes

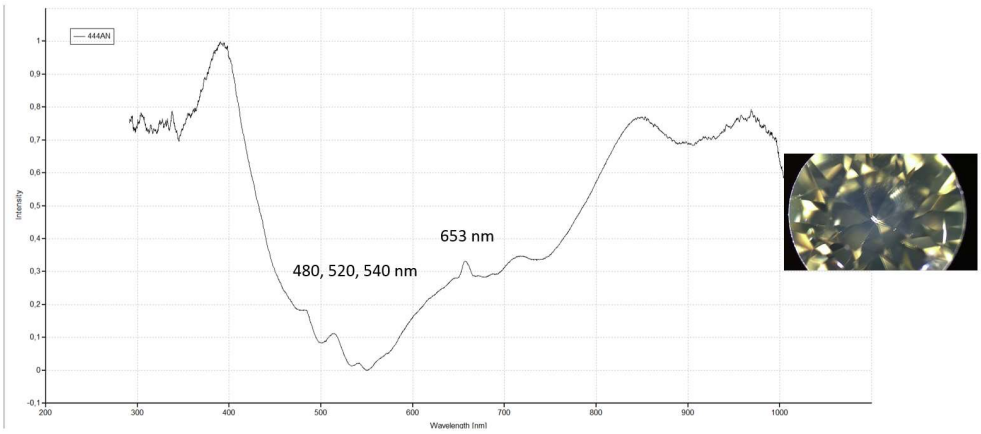
Double réfraction, aspect laiteau, fines aiguilles





Spectre UV-VIS-PIR

Raie d'absorption dans le bleu à 480nm, dans le vert à 520nm, 540nm et dans le rouge à 653nm.



Conclusion

La double réfraction est toujours observable, mais les observations internes et la densité plus basse confirment qu'il s'agit du zircon intermédiaire.

N° 2 - Zircon vert, Madagascar,1396 LGM

Poids : 1,73 ct

Taille : Ovale mixte

Dimensions : 6 x 4 x 4 mm

Couleur : vert grisâtre

IR : lecture négative

Réaction au polariscope : extinction anormale sur toute la rotation de la pierre

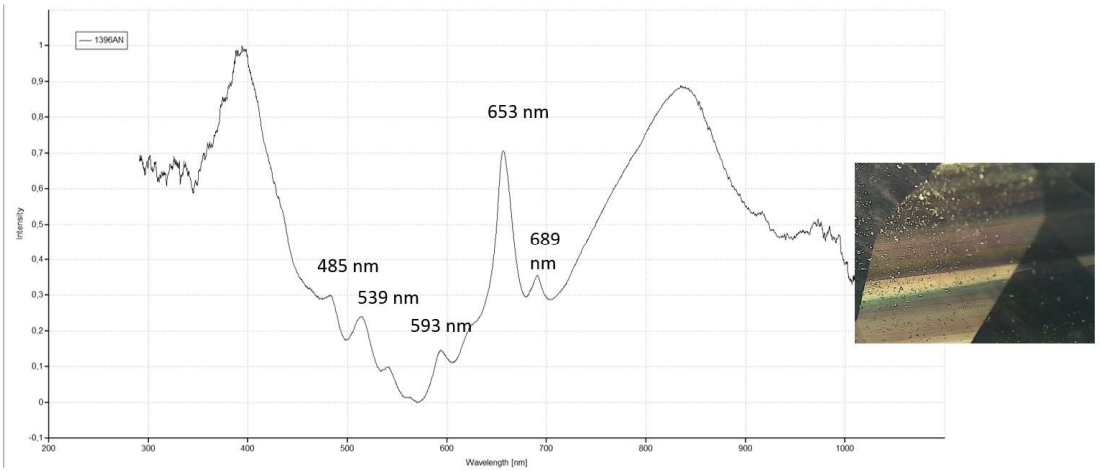
Densité : 4.27

Traitement : non

Observation internes : zones maclées, aspect laiteux

Spectre UV-VIS-PIR

Raie d'absorption à 485nm, 539 nm, 593 nm, 653nm, 689 nm, les raies sont très floues avec le spectroscope à main.



Conclusion

La densité de 4,27, les observations internes et la réaction au polariscope indiquent un zircon intermédiaire. La double réfraction est non observable. Les raies d'absorptions sont toujours abondantes. Les observations internes et le spectre correspondent au zircon intermédiaire verts de Madagascar.

N° 3 - Zircon vert, Madagascar, 1399LGM

Poids : 1,92 ct

Dimensions : 7 x 4 x 4 mm

Couleur : vert jaunâtre

Taille : ovale mixte

IR : lecture négative

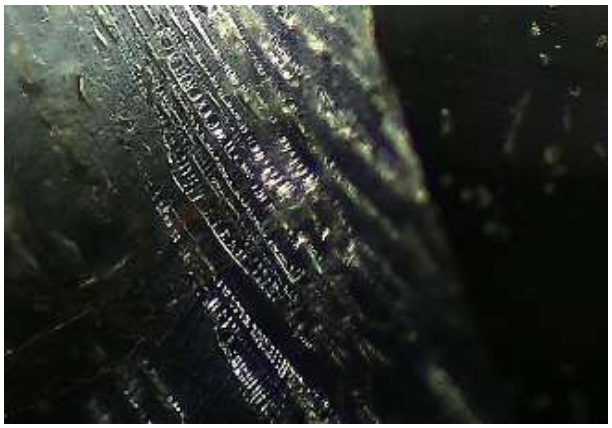
Réaction au polariscope : extinction anormale sur toute la rotation de la pierre

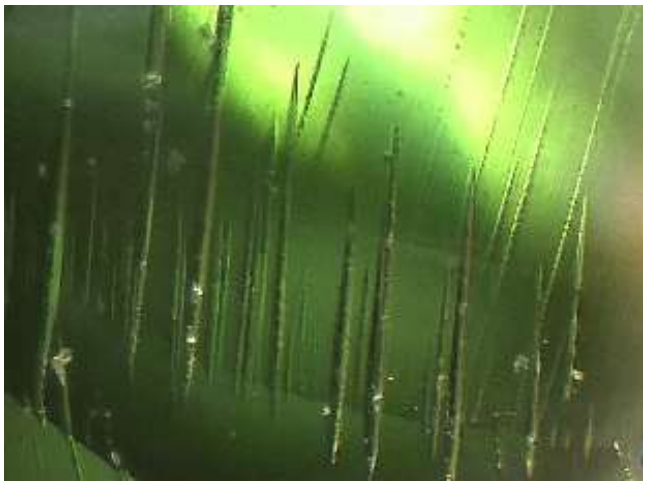
Densité : 3.96

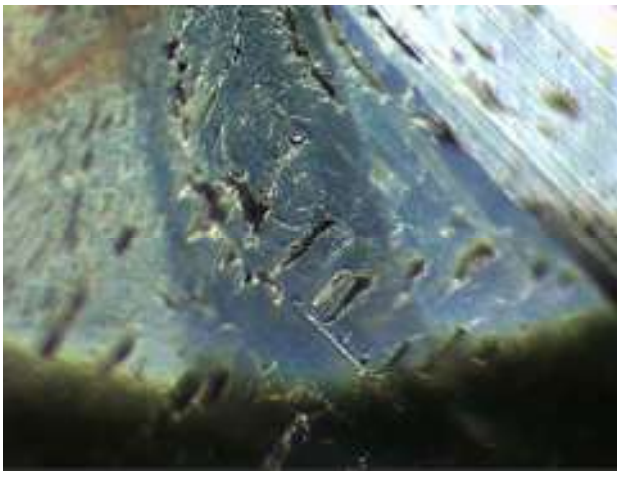
Spectre : raie d'absorption dans le vert, bande dans le rouge mais qui est flou

Traitement : non

Observations internes : Aspect troublé, double réfraction non observée, fissures de tensions, macle, dureté plus basse que zircon haut, importantes rayures à la surface

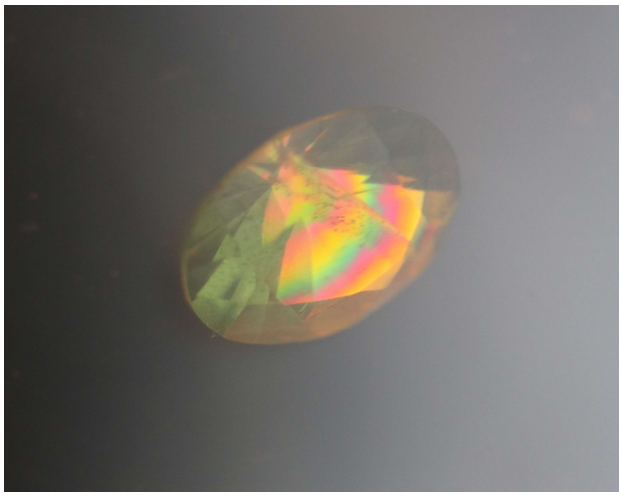






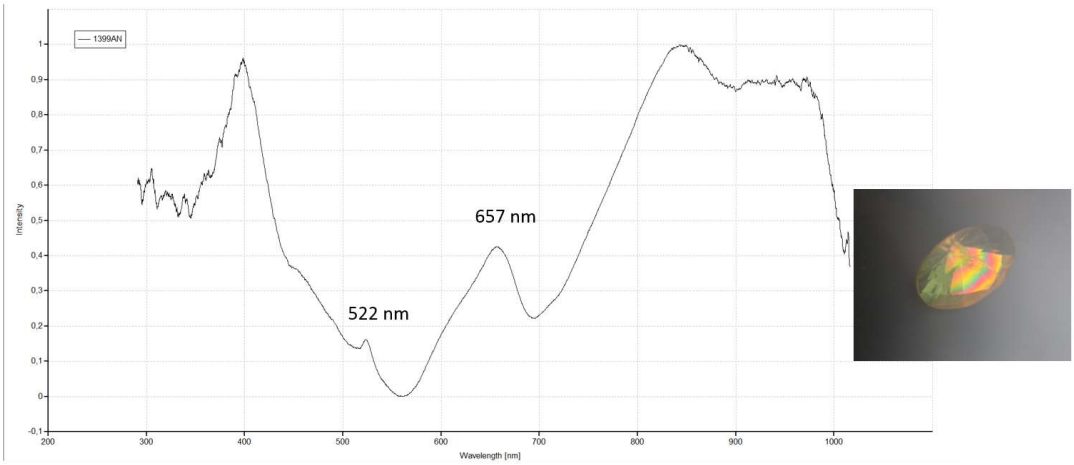
Polariseurs croisés

Extinction anormale dans chaque orientation de la pierre, indique bien qu'il s'agit de zircon métamicte, avec la structure amorphe.



Spectre UV-VIS-PIR

Une raie d'absorption dans le vert à 525nm et une large raie dans le rouge à 657nm qui est flou.



Conclusion

Il s'agit de zircon métamicte avec la densité à 3,96, avec une réaction anormale au polariscope et le spectre très caractéristique avec une bande floue dans le rouge centrée à 657 nm et raie fine dans le vert à 522 nm.

Les observations internes sont très spécifiques, avec les zones maclées, les fissures de tensions suivant les zones.

Les facettes sont fortement rayées. La dureté plus faible du zircon bas pose des difficultés pendant la taille. La contamination de disque est un autre problème, qui peut provoquer des rayures profondes également.

N° 4 - Zircon brun, haut, Harts Range, Australie, 316 LGM

Poids : 0,66 ct

Dimensions : 5 x 4 mm

Couleur : brun-orangé

IR : lecture négative

Densité : 4.61

Spectre : pas de spectre

Taille : rond brillant, table 90 à c

UVL, UVC : Jaune

Traitement : non

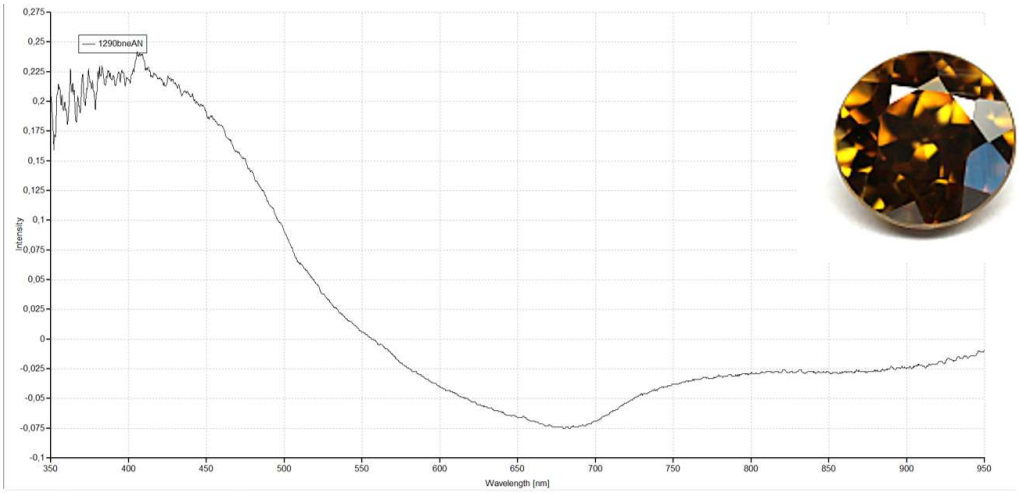
Observations internes : Double réfraction

Propriétés des zircons de Mud Tank, de Harts Range

Radioactivité - le niveau de U, thorium très bas, presque non détectable.
(A. Cristol, Zircon de harts Range, ZOOM 2020

Spectre UV-VIS-PIR

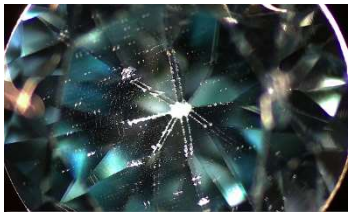
Absence d'absorption à 653 nm. À cause de la concentration des éléments radioactifs trop basse.



Conclusion

Il s'agit du zircon haut, pas d'absorption détectée dans le visible. Cette signature est très spécifique pour les zircons bruns de la région de Harts Range, d'Australie. La quantité d'éléments radioactif est trop bas pour les détecter avec le spectromètre UV-VIS-PIR.

N° 6 - Zircon bleu (chauffé) Cambodge, 441 LGM



Poids : 0,71 ct

Dimensions :

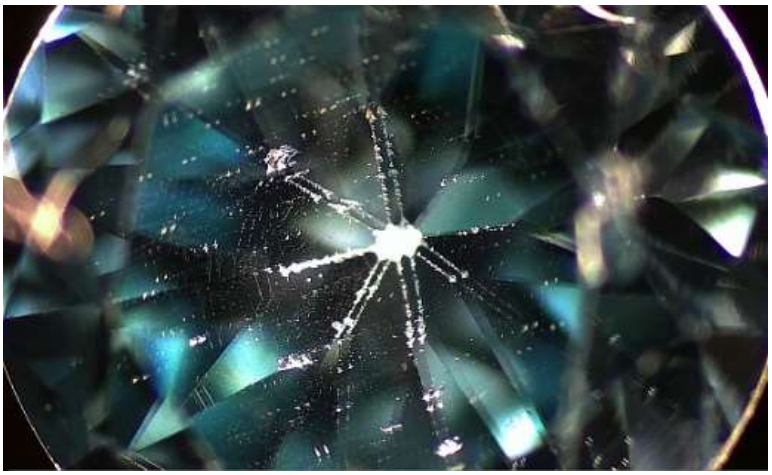
IR : lecture négative

Densité : 4,6

Spectre : une seule raie d'absorption dans le rouge à 653nm

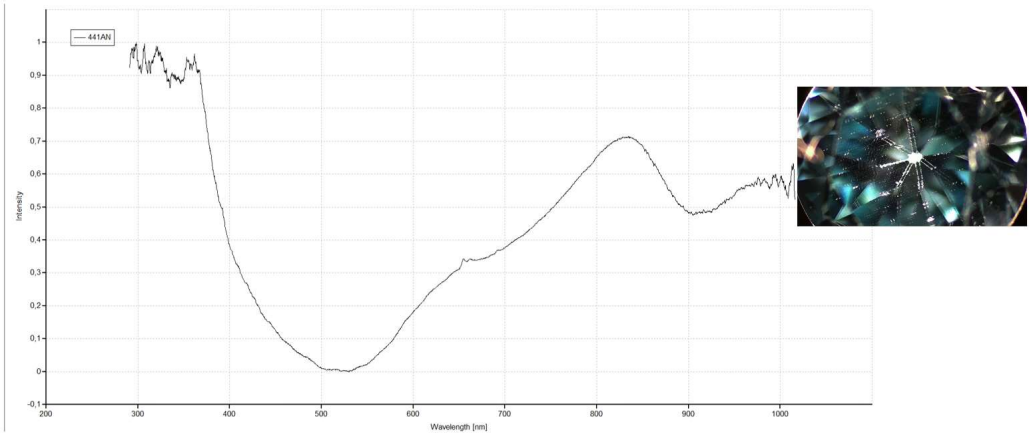
Traitement – chauffage du zircon brun
Chauffée à une température réductrice de 900-1100°C pour obtenir un zircon bleu.

Observations internes : Double réfraction des arêtes des facettes et des inclusions, usure



Spectre UV-VIS-PIR

Raies d'absorption à 653 et très faible à 662 nm.



Conclusion

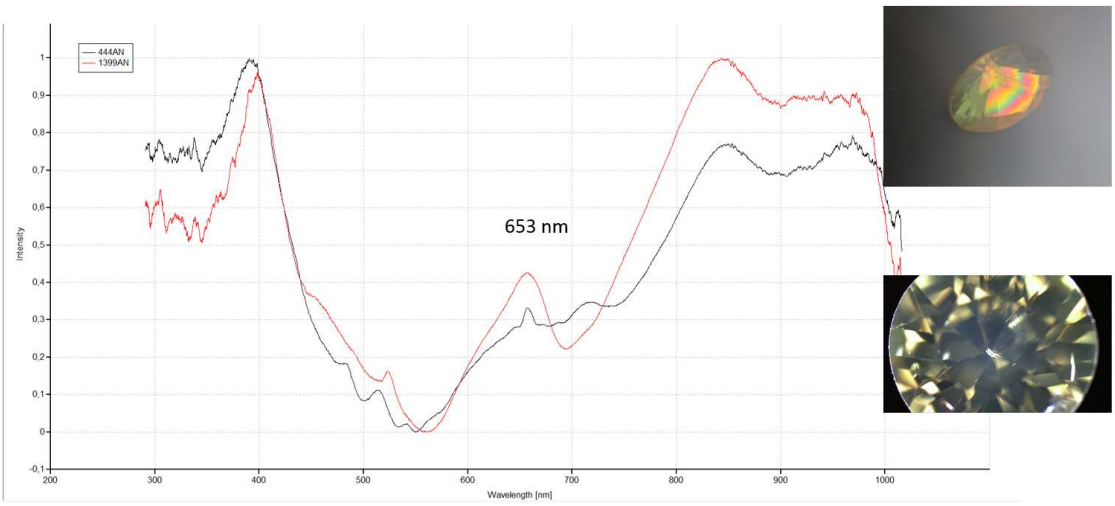
Le zircon bleu est obtenu par le chauffage du zircon brun essentiellement de Cambodge. Faible raie à 653 nm est caractéristique pour la couleur bleue, mais correspond plutôt à la provenance, que à la conséquence du traitement. Le zircon brun de ce gisement, le matériel de départ a exactement les mêmes caractéristiques, absorption à 653 est absente ou très fable.

5. Conclusion

Dans ce projet nous avons étudié des zircons de Madagascar, d'Australie et un zircon traité de Cambodge. En dehors des méthodes classique de gemmologie, nous avons analysé chaque échantillons avec le spectromètre UV-VIS-PIR. Cette méthode nous aide à caractériser des zircons de chaque origine géographique et ça permet comparer des différents types de zircon.

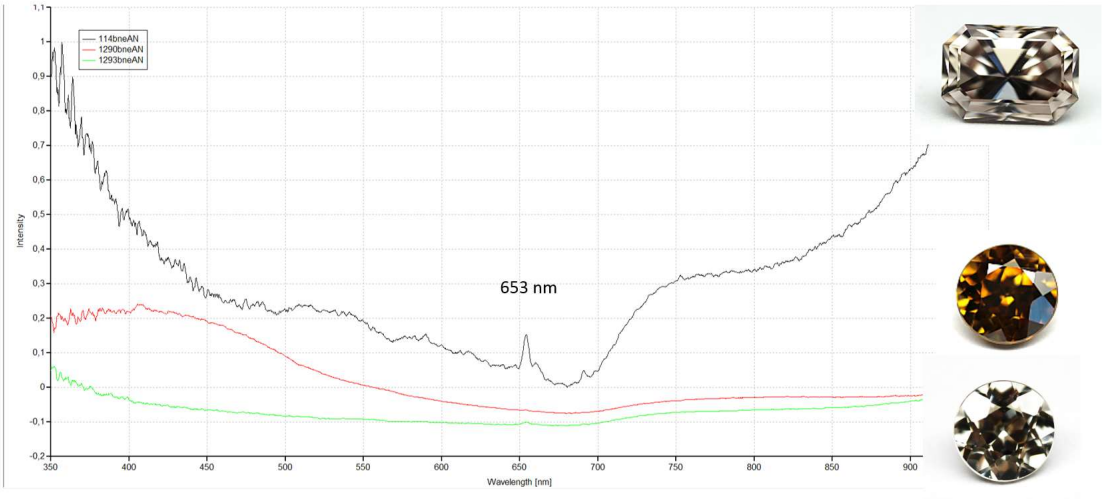
Zircon intermédiaire et zircon bas de Madagascar

Zircon intermédiaire de Madagascar a une structure ordonnée, la double réfraction est toujours observable, mais sa densité est plus basse. Absorption à 653 n est double, et d'autres raies sont présentes. La structure est laiteuse. En comparaison, le zircon métamicte à une bande plus large à 653 nm et 522 nm dans le vert.



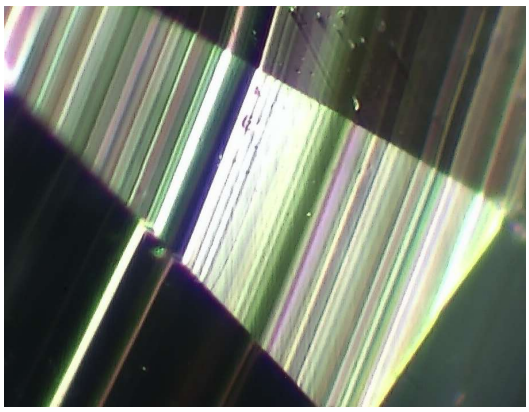
Zircon haut d'Australie

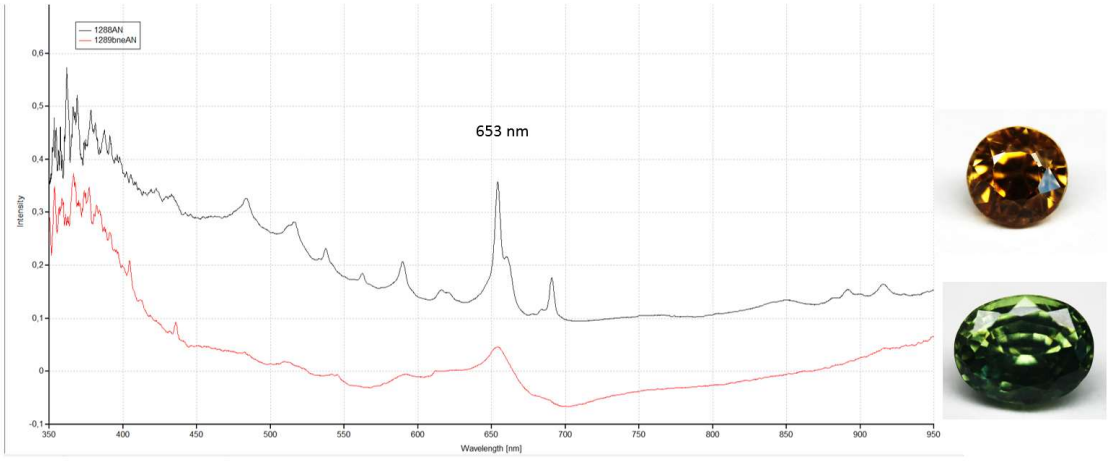
Nous avons observé les zircons de la région de Harts Range, de NT. Ces zircons sont caractéristiques par la présence très faible pourcentage des éléments radioactifs, pas d'absorption dans la couleur brun et très faible absorption à 653 nm pour les roses.



Zircon haut et zircon intermédiaire de Sri Lanka

Pour accentuer l'importance de la provenance, nous avons rajouté deux échantillons de Sri Lanka, même si nous n'avons pas étudié ce lot en détail.
Le zircon orange est un zircon haut avec les nombreuses raies d'absorption. Le zircon vert est un zircon intermédiaire avec les observations internes perturbées, comme des macles, structure internes laiteuse.





Pour conclure, il faut caractériser les zircons suivant leur structure ordonnée en zircon haut, intermédiaire et bas. La signature spectroscopique en plus nous donne des renseignements très précise sur la provenance des zircons.

6. Bibliographie

A compléter