

DIPLOME D'UNIVERSITE DE GEMMOLOGIE

Présenté devant l'Université Claude Bernard Lyon 1

Par

Rébecca Chaboud Bokanowski

ETUDE GEMMOLOGIQUE DE BIJOUX XVIII^{ème} DU MUSEE DES ARTS DECORATIFS (PARIS)



2017/18

REMERCIEMENTS

Tout d'abord je tiens à remercier Monsieur Gérard Panczer professeur à l'Université Claude Bernard Lyon 1 pour son aide précieuse, sa grande disponibilité et ses explications patientes.

Je tiens également à remercier Madame Evelyne Possémé conservatrice en chef du Département Art nouveau, Art déco et bijoux anciens qui a répondu très positivement à ce projet de collaboration.

Enfin je tiens à remercier Mr Jean Jacques Richard pour ses précieux conseils.

Table des matières

Introduction	5
I - Choix des pièces analysées	5
II – Méthodes et techniques d’analyse utilisées	6
A. Techniques de gemmologie conventionnelle	6
1. Observation à la lumière blanche	6
2. Observation à la loupe 10X.....	6
3. Lampe ultraviolette UV.....	6
4. Testeur diamant	7
5. Polariscope	7
B. Techniques de laboratoire portables	7
1. Spectrométrie Raman.....	7
2. Analyse élémentaire par fluorescence X ou XRF	8
III - Résultats et interprétation.....	9
A. Pendentif P1.....	9
1. Cartel du Musée :	9
2. Observation à la lumière blanche.....	10
3. Observation à la loupe X10.....	11
4. Observation sous illumination UV 365 et 254	12
5. Analyse par spectrométrie Raman	13
6. Analyse XRF (Fluorescence X)	15
Conclusion en ce qui concerne l’analyse du pendentif P1	17
B. Pendentif P2.....	17
1. Cartel	17
2. Observation à la lumière UV 365 et 254.....	18
3. Etude des pierres jaunes (topazes).....	19
4. Etude des pierres violettes (quartz améthyste)	22
5. Etude des pierres vertes (béryl émeraude)	23
6. Pierres rouge-brun (grenat).....	24
7. Etude du metal	28
Conclusion	28
C. Croix de l’ordre du christ (COC)	29
1. Cartel	29
2. Observation à la lumière blanche.....	30
3. Observation à la lumière UV.....	31
4. Pierres rouges du corps de la croix (quartz : cristal de roche avec paillon rouge)	32

5.	Pierres vertes de la petite croix au dessus du sacre cœur (tourmaline elbaïte)	33
6.	Pierres rouges DU SACRE COEUR: rubis.....	33
7.	Métal de la croix	35
	Conclusion :	35
D.	Agrafe AG	36
1.	Cartel :	36
2.	Analyses Raman des pierres rouges	37
3.	Analyse par fluorescence X.....	37
4.	Analyse RAMAN DE LA PIERRE CENTRALE	39
5.	Analyse par fluorescence x du metal sur la face arriere de l'agrafe.....	40
	Conclusion	40
E.	Bague BAG	41
1.	Cartel :	41
	Conclusion :	44
F.	Epingle à tête de léopard	44
1.	Cartel :	44
	Conclusion :	47
G.	pendentif à motif floral	47
1.	Cartel :	47
1.	Etude des pierres à la lumière blanches	48
2.	Etude des pierres à la lumière UV 365 et 254 nm :	48
3.	Analyses Raman des pierres de couleurs.....	48
	Conclusion generale	51
	Références bibliographiques.....	52
	Annexes.....	53

INTRODUCTION

Dans ce mémoire j'ai voulu étudier l'application de la gemmologie à l'univers des musées. J'ai donc tout naturellement choisi le musée des arts décoratifs car avec sa collection de 4000 pièces dont 1200 exposées il détient le plus important ensemble de bijoux des collections françaises et un des plus importants au monde.

Le musée des arts décoratifs de Paris est un organisme privé, qui a pour objectif la valorisation des beaux-arts appliqués et le développement de liens entre industrie et culture, création et production. Il conserve l'une des plus importantes collections d'arts décoratifs au monde. Le musée est situé rue de Rivoli. Il a été inauguré le 29 mai 1905 dans l'aile de Marsan du palais du Louvre.

Le musée a été profondément réaménagé en 1996, lors de la réalisation du projet du Grand Louvre, avec l'installation définitive du musée de la Mode et du Textile pour sa réouverture en janvier 1997. Le musée de la Publicité (conçu par l'architecte Jean Nouvel) s'est adjoint à l'ensemble en novembre 1999.

La galerie des bijoux s'est ouverte en 2004. L'espace confié à l'architecte Roberto Ostinelli occupe le deuxième étage du musée et se divise en deux salles, la première abrite les collections anciennes et la seconde les collections contemporaines.

I - CHOIX DES PIÈCES ANALYSÉES

La sélection des pièces à étudier s'est faite tout d'abord du fait de leur intérêt gemmologique. J'ai choisi dans le catalogue des bijoux exposés des pièces dont la description du cartel était imprécise voire non définie et pour l'intérêt du mémoire j'ai sélectionné des gemmes les plus diverses possible. Je me suis également penchée sur l'aspect historique. Je suis à titre personnel très intéressée par les bijoux du XVIIIème. Ce siècle a en effet vu la démocratisation du bijou qui n'était dorénavant plus réservé aux classes les plus fortunées grâce entre autre à l'invention du strass et autre simulant. Il existe aujourd'hui peu de pièces du XVIIIème siècle, la majorité des bijoux ayant été fondu ou modifié pour suivre les modes, il est particulièrement intéressant de pouvoir étudier ce type de bijou. A ce choix sont venus s'ajouter 3 pièces supplémentaires que Mme Évelyne Possémé, Conservatrice en chef du patrimoine au Département « Art Nouveau, Art Déco, Bijoux anciens » au musée des Arts décoratifs, a souhaité que nous étudiions pour infirmer ou confirmer ses analyses, le musée n'ayant pas de matériel de gemmologie de laboratoire.

Voici les 7 pièces étudiées :

- Pendentif P1 référence du musée 9938 : pendentif du 18^{ème} siècle représentant un nœud et enchâssé de pierres rouges.
- Pendentif P2 référence du musée 8822 : pendentif du 18^{ème} siècle figurant un œillet composé de pierres rouges, jaunes et vertes.
- Croix de l'Ordre du Christ référence du musée 5272 : Croix de l'ordre du Christ du 18^{ème} siècle avec médaillon en forme d'étoile au centre de laquelle est placé un sacré cœur. Composé de pierres rouges, transparentes et vertes.
- Agrafe AG référence du musée 9822A : Agrafe du 18^{ème} siècle en forme de fleur sertie de pierres rouges.
- Bague Lalique BAG référence du musée 30081 : Anneau translucide fin 19^{ème} siècle représentant une tête de méduse entourée de serpent.
- Epingle à tête de léopard référence du musée 28874.C : épingle de cravate du 19^{ème} siècle figurant une tête de léopard.
- Pendentif à motif floral 4193 : Pendant de cou du 18^{ème} siècle à motif de fleurs et de feuilles serti de pierres jaunes, violettes et roses.

II – MÉTHODES ET TECHNIQUES D'ANALYSE UTILISÉES

A. TECHNIQUES DE GEMMOLOGIE CONVENTIONNELLE

1. OBSERVATION À LA LUMIÈRE BLANCHE

Elle permet l'observation normalisée de la gemme sous lumière du jour. Une lumière incidente quelconque fausse la perception des couleurs et rend les résultats aléatoires.

2. OBSERVATION À LA LOUPE 10X

Formée d'une lentille de grossissement fois 10 elle permet de voir :

- L'état de la pierre et ses détails : inclusions, état de surface.
- Le travail de réalisation : poinçons, sertissage, présence ou absence de paillon (clinquant).

3. LAMPE ULTRAVIOLETTE UV

La lampe UV (Vilber 2x6W) permet 2 deux éclairages à différentes longueurs d'onde ultraviolettes :

- à 365 nm appelés UV longs (UVL)
- à 265 nm appelés UV courts (UVC)

L'observation se fait à 20 cm et dans l'obscurité la plus complète pour éviter les rayonnements parasites.

La réaction des gemmes exposées aux UV se traduit ou non par une luminescence (la plupart du temps de la fluorescence et parfois de la phosphorescence) plus ou moins intense. Selon la longueur d'onde d'exposition les réactions ne sont pas les mêmes sur un même échantillon.

Ce test permet d'apporter des indices supplémentaires à une identification mais n'est en aucun cas univoque.

4. TESTEUR DIAMANT

Nous avons utilisé un Testeur diamant/moissanite Presidium Multitester III, cet appareil permet de tester la conductibilité thermique de la gemme pour séparer les simulants des diamants.

5. POLARISCOPE

Appareil qui se base sur le principe de la polarisation de la lumière et qui permet de déterminer le caractère isotrope ou anisotrope d'une gemme.

Le polariscope est constitué de 2 filtres polaroïd croisés entre lesquels on place la gemme qui est éclairée artificiellement. On fait ensuite tourner la gemme sur elle-même pour observer les différentes illuminations.

Si la pierre s'illumine tous les 90° de sa rotation elle est anisotrope si au contraire elle reste toujours éteinte elle est isotrope. Il existe de nombreuses exceptions à cette règle.

B. TECHNIQUES DE LABORATOIRE PORTABLES

1. SPECTROMÉTRIE RAMAN

Cette technique donne des informations structurales sur la gemme.

Nous avons utilisé un spectromètre Raman Ocean Optic portable puis les résultats ont été analysés sur ordinateur via le logiciel Spectrasuite.

Dans l'obscurité on soumet la pierre à un rayonnement laser monochromatique d'une longueur d'onde donnée :

LASER PROCHE INFRAROUGE À 785 NM :

- Puissance laser 250 Mw
- Domaine d'analyse : 200 à 2700 cm⁻¹
- Résolution spectrale 4 cm⁻¹

Nous avons privilégié cette longueur d'onde qui en général génère moins de luminescence qui nuit à la lisibilité des spectres.

LASER VERT À 532 NM :

- Puissance laser 50 Mw
- Domaine d'analyse : 150 à 1800 cm⁻¹
- Résolution spectrale 2 cm⁻¹

Ce laser à 532 nm a été utilisé lorsque les résultats obtenus avec le laser à 785 n'étaient pas lisibles.

Le faisceau lumineux laser provoque une excitation des groupements atomiques constituant « l'architecture » de la gemme qui génère une diffusion inélastique sous la forme de différents modes de vibration : stretching (étirement) ou en bending (torsion).

Chaque famille de gemme a une structure cristalline qui lui est propre donc des vibrations atomiques particulières et caractéristiques.

Chaque raie Raman située à un nombre d'onde précis qui correspond à un mode de vibration spécifique propre à chaque famille de gemme.

2. ANALYSE ÉLÉMENTAIRE PAR FLUORESCENCE X OU XRF

La spectrométrie de fluorescence X donne des informations chimiques sur les gemmes ou les métaux. On peut donc savoir quel pourcentage d'atome compose l'échantillon.

Cependant cette technique ne peut mesurer les éléments légers, de l'hydrogène jusqu'au sodium. Tous ces éléments sont donc inclus dans la « balance » Bal. Pour la plupart des oxydes la balance est composée majoritairement d'oxygène.

Après avoir récupéré les données brutes nous avons pour les oxydes convertit le pourcentage élémentaire en pourcentage d'oxyde pour pouvoir mieux le comparer aux gemmes de référence.

Nous avons également analysé les métaux précieux. Nous avons utilisé un appareil de la marque Niton Thermo Fondis.

Nous n'avons utilisé ni binoculaire, ni réfractomètre, ni spectroscopie, instruments de gemmologie conventionnelle.

Nous n'avons également pas utilisé de spectromètre de d'absorption ni de FTIR. Les raisons à ça sont principalement le manque de temps pour effectuer nos analyses. En effet nous n'avons qu'une journée pour l'étude de 7 bijoux.

Les résultats obtenus sont présentés bijou par bijou et toujours comparé au cartel d'origine.

A. PENDENTIF P1

1. CARTEL DU MUSÉE :

- *Numéro d'inventaire : 9938*
- *Création : 18^{ème} siècle*
- *Origine : Espagne ou Italie ?*
- *Description: Pendentif en trois parties suspendues les unes aux autres avec rubis enchâssés de nœud double. Au-dessous, deux médaillons allongés de grandeur décroissante*
- *Inscriptions /marques : Poinçon importation or et argent pays contractant : charançon 1838. Poinçon en partie coupé.*
- *Matière et techniques : Or, rubis, spinelle ; Clinquant (Or, rubis ou spinelle avec clinquants colorés)*
- *Mesures : H.cm :10*
- *Legs Madame la baronne Nathaniel de Rothschild, 1901*



Figure1 : Vue avant du pendentif P1 (Les Arts Décoratifs : photo Jean Tholace) (dimension H. cm :10) et numérotation des pierres étudiées

Il s'agit d'un pendentif du 18^{ème} siècle qui se portait cousu sur une robe ou sur accroché à rubans autour du cou.

2. OBSERVATION À LA LUMIÈRE BLANCHE

Le pendentif se compose de trois parties, celles du haut et du bas sont bombées celle du milieu plus plate. Les pierres sont rouges. Le métal est uniformément doré sauf sur les sertissures des 3 pierres centrales de chaque partie où il est argenté (figure1).

Le métal à l'arrière est doré et décoré de motifs (figure 2). Au 18^{ème} siècle, il était rare de mettre de l'argent à l'arrière des bijoux car l'argent s'oxyde vite et les robes n'étaient que rarement nettoyées.

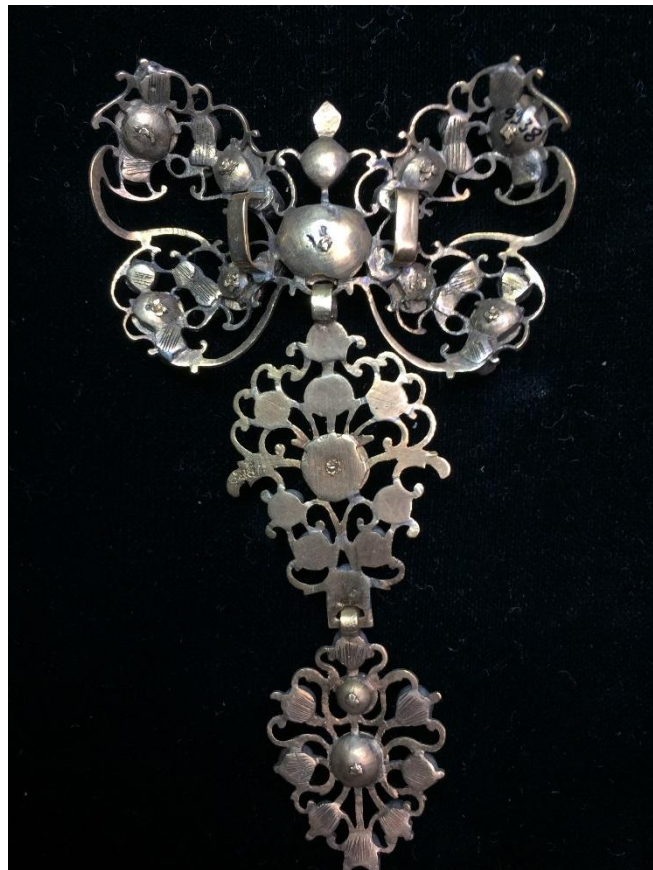


Figure 2 : Vue arrière du pendentif P1

On peut voir un anneau sur la partie basse (figure 3) qui laisserait à penser qu'il manque une quatrième pièce. Des recherches m'ont permis de trouver un pendentif similaire avec une quatrième pièce (croix) suspendu à l'anneau du bas.



Figure 3 : Anneau sur la troisième pièce du pendentif P1. Comparaison avec un pendentif similaire pourvu d'une croix en quatrième pièce (croix 18ème mis en vente aux enchères sur le site interenchères en juin 2017).

3. OBSERVATION À LA LOUPE X10

On remarque un poinçon « charançon découpé » partiellement effacé ainsi qu'un poinçon de maître en partie coupé aux initiales MC sur l'avant du bijou (figure 4). Le poinçon charançon découpé est un poinçon d'or d'importation entre 1838 et 1864.



Figure 4 : Détail de la partie haute du pendentif où l'on voit le poinçon de maitre « MC » et le poinçon charançon découpé

Enfin il est à noter que l'on ne voit aucun clinquant sous les pierres contrairement à ce qui était inscrit sur le cartel.

4. OBSERVATION SOUS ILLUMINATION UV 365 ET 254

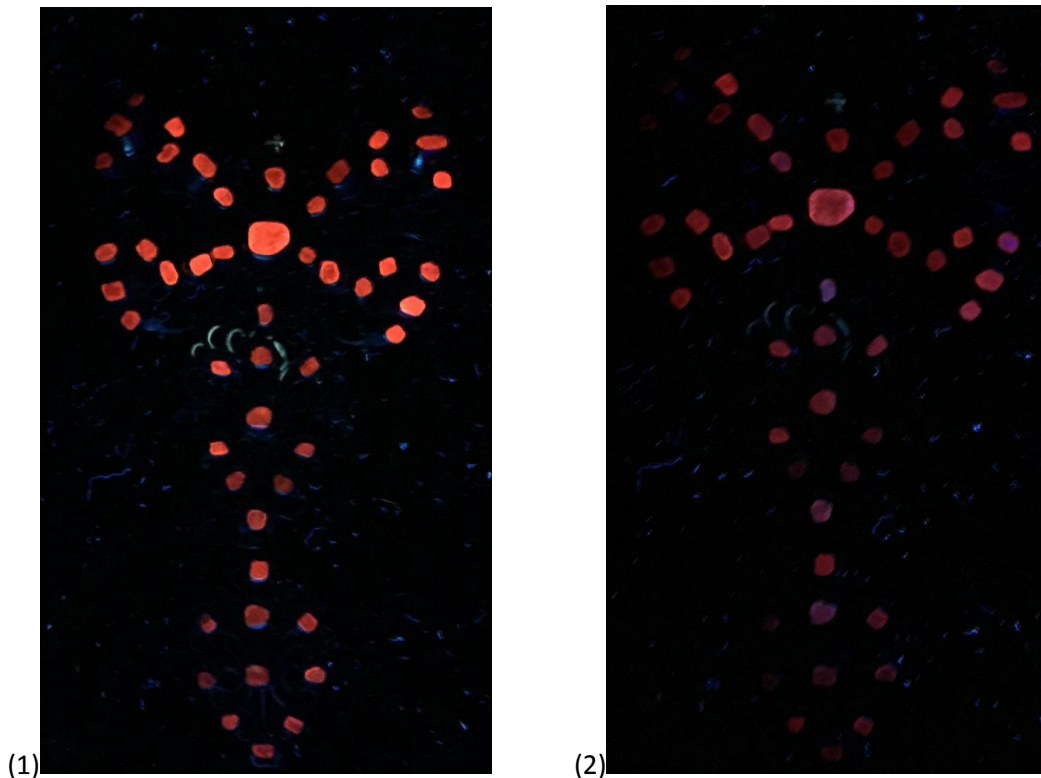


Figure 5 : Photographies du pendentif P1 sous lumière (1) UVL 365 nm et (2) UVC 254 nm mettant en évidence la fluorescence des pierres rouges

Toutes les pierres fluorescent fortement en rouge exposées aux UV longs (365nm) et un peu moins aux UV courts (254 nm) (figure 5). C'est le chrome qui réagit fortement à l'exposition aux UV, donc tout porte à croire qu'il s'agit de rubis.

On peut également voir sous lumière UVL sur la partie centrale du pendentif une fluorescence en jaune de soudures à l'étain.

Grace au spectromètre RAMAN nous allons pouvoir conforter ou non notre analyse.

5. ANALYSE PAR SPECTROMÉTRIE RAMAN

On a utilisé ici le laser proche infrarouge (785 nm) car il génère généralement moins de luminescence.

Nous avons enregistré 4 spectres de 4 pierres différentes.

Comme on peut le voir sur les figures 7 et 8 tous présentent beaucoup de fluorescence ce qui donne une lisibilité réduite. Le spectre du rubis 45 n'est pas exploitable. Cependant nous sommes bien en présence de corindon (oxyde d'aluminium) Al_2O_3 car nous avons bien 3 raies caractéristiques à 380, 418 et 645 cm^{-1} .

La raie à 418 cm^{-1} traduit la vibration correspondante au groupement $[AlO_6]$ c'est-à-dire de l'aluminium 3+ en coordinance 6 (figure 6)

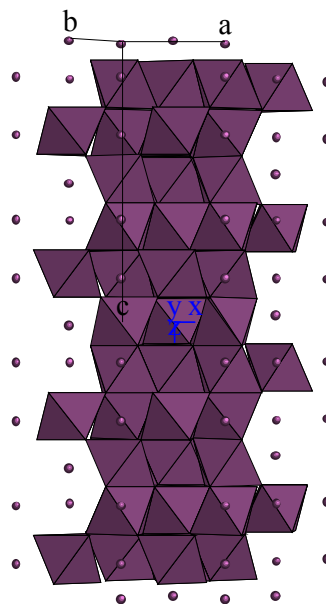


Figure 6 : Structure atomique d'un corindon (système rhomboédrique) avec groupement octaédrique Al-O (logiciel Carine)

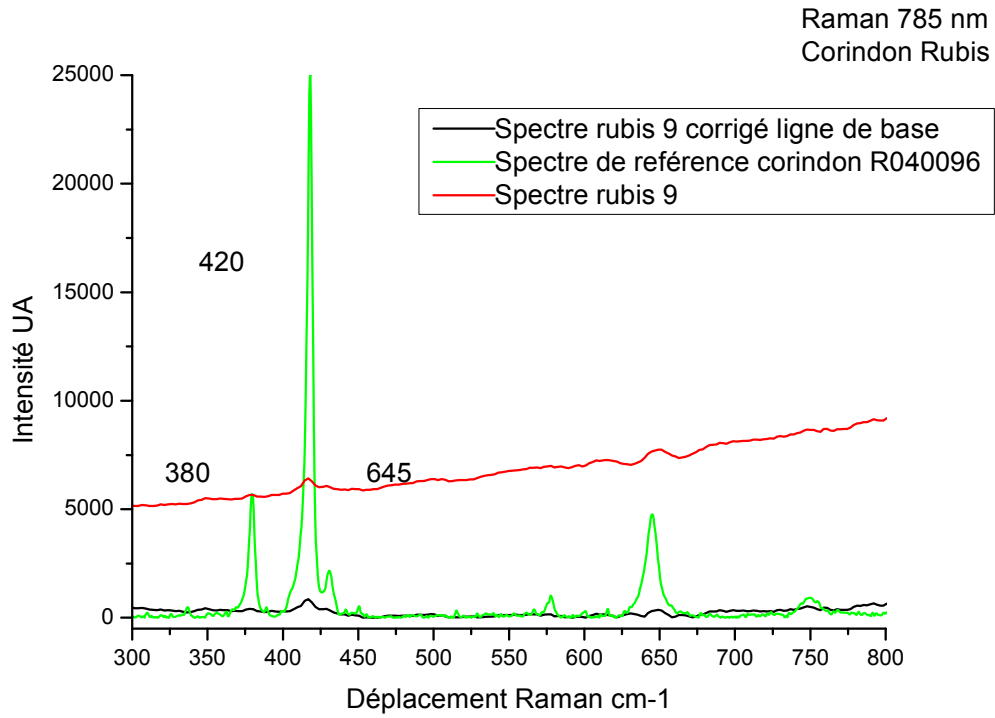


Figure 7 : Spectres Raman du rubis 9 d'origine et spectre corrigé de la ligne de base comparés au spectre de référence de corindon R040096 montrant les raies des vibrations des groupements Al – O.
Raman 785 nm 5 sec d'acquisition

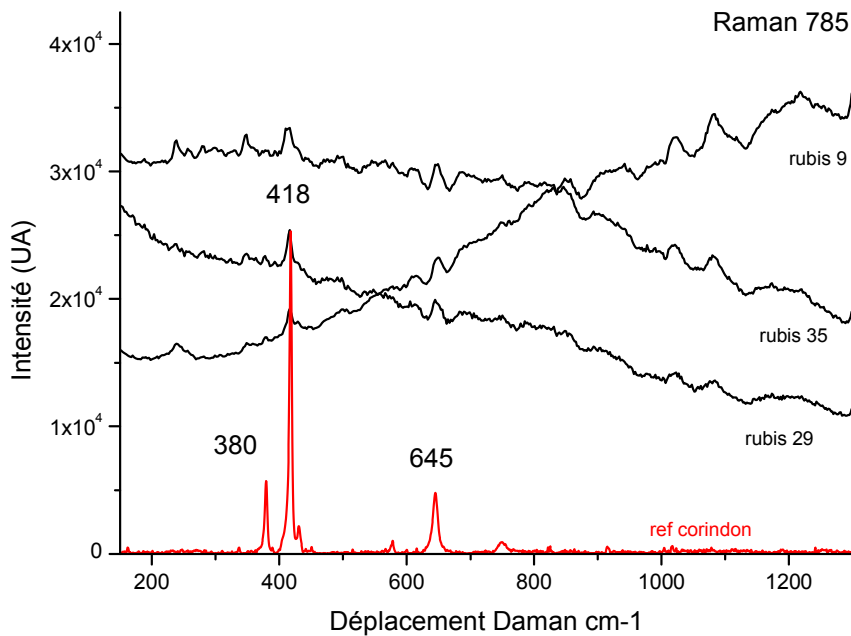


Figure 8 : Spectre Raman des rubis 9, 29 et 35 du pendentif P1 comparés au spectre de référence de corindon R040096 montrant les raies des vibrations des groupements Al–O. (Excitation 785 nm ; 5 sec d'acquisition)

6. ANALYSE XRF (FLUORESCENCE X)

Après l'analyse structurale nous avons étudié les éléments chimiques des corindons (figure 9).



Figure 9 : Positionnement du bijou P1 dans le porte échantillon d'analyse XRF

ANALYSE ÉLÉMENTAIRE DU CORINDON

Tableau 1 : Résultats d'analyse par XRF en pourcentage d'éléments et d'oxydes (120 sec d'acquisition) des rubis du pendentif P1

	P1_9 rubis	P1_9 rubis	P1_35 rubis	P1_35 rubis
	% éléments	%oxydes	% éléments	%oxydes
Bal	74,89		70,71	
Al	25,11	100	29,27	99,93
Cr			0,02	0,07
TOTAL	100	100	100	100

Le rubis est un corindon, oxyde d'aluminium dopé au chrome Cr : Al_2O_3 .

Les résultats de la fluorescence X montrent bien un oxyde d'aluminium quasiment pur (tableau 1). Le chrome n'a été dosé que pour le rubis 35. On peut supposer que pour le rubis 9 le chrome soit en dessous de la limite de détection du XRF Perkin Elmer.

7. ANALYSE XRF DU MÉTAL

Tableau 2 : Résultat d'analyse XRF en pourcentage d'éléments à 30 sec d'acquisition du métal du pendentif P1

	P1_dos	P1_face
Au	61,475	42,829
Ag	19,106	37,839
Cu	19,404	17,518
Total	99,985	98,186
carat	14,75	10,28

Grace à la fluorescence X on s'aperçoit que le recto comme le verso du bijou sont en or : 14 carats (nb. 24 carat = 100% d'or pur) pour l'avant et 10 carats estimés pour l'arrière (tableau 2)

Comme on le voit sur la figure 10 on est en présence d'or jaunâtre pour les 2 côtés du pendentif.

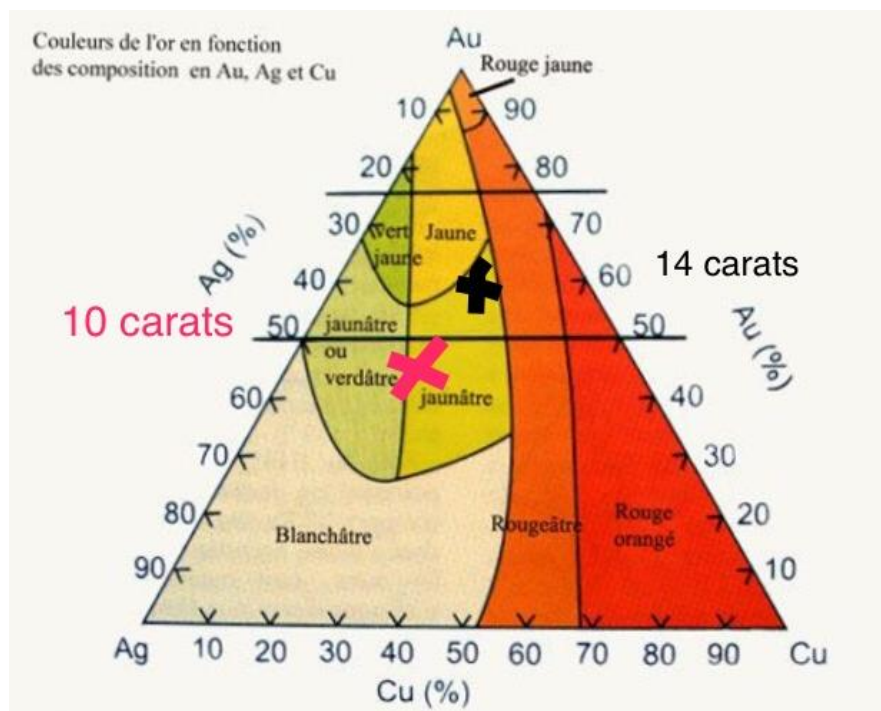


Figure 10 : Diagramme ternaire de la couleur de l'or en fonction des compositions en Au, Ag, et Cu (forumamontres.forumactif.com) et positionnement de l'alliage avant (X) et arrière (X) du pendentif

P1

Nous n'avons pas pu analyser le métal argenté autour du serti car cette partie est trop petite pour être analysée par le XRF.

CONCLUSION EN CE QUI CONCERNE L'ANALYSE DU PENDENTIF P1

Grace à nos analyses et plus précisément à la spectrométrie Raman et au XRF nous avons pu conclure sans le moindre doute que les pierres rouges sont des rubis et non des spinelles ; l'observation à la loupe nous a permis de voir qu'aucun cliquant coloré se trouve sous les pierres et que le métal utilisé est de l'or mais d'un alliage différent entre l'avant et l'arrière du bijou.

Nouveau cartel 2017 :

Matières et techniques:

Or, serti argent pour certaines pierres centrales et rubis.

Informations confirmées lors de l'analyse effectuée le 22 mai 2017 par l'Institut Lumière Matière de l'Université de Lyon 1.

<http://collections.lesartsdecoratifs.fr/pendentif-4>

B. PENDENTIF P2

1. CARTEL

- *Numéro d'inventaire : 8822*
- *Création : France 18^{ème} (1^{ère} moitié)*
- *Description : Ornement de cou figurant une triple palmette accostée de deux tiges fleuries auxquelles est suspendue une pendeloque en forme d'amande entourée de trois fleurettes*
- *Sujet : en forme d'œillet*
- *Matière et technique : Argent, grenats, émeraudes, tourmalines, améthystes*
- *Mesures : H. cm 7,7 – l.cm 6,6*
- **legs Paul Gasnault, 1898*

Bibliographie : cf annexe1

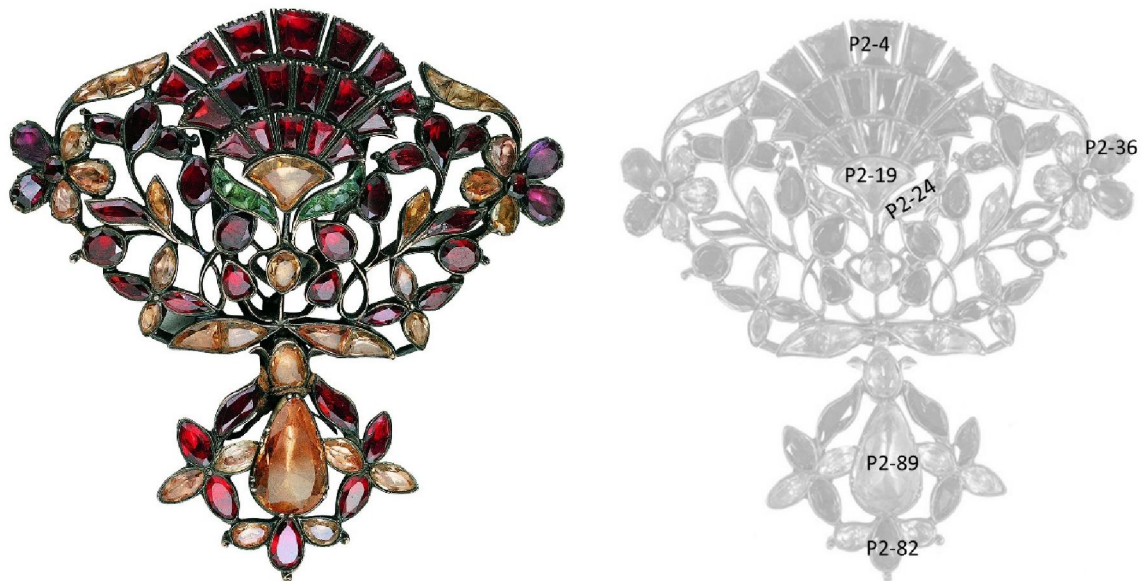


Figure 11 : Vue face avant du pendentif P2 (Les Arts Décoratifs : photo Jean Tholace) (dimension : H. cm 7,7 – l.cm 6,6) et numérotation des gemmes

Il s'agit d'un pendentif représentant un œillet (figure 11). A la fin du XVIIème siècle le motif de l'œillet est introduit en Europe avec l'art islamique, les tapis et les textiles ottomans. Ce pendentif est représentatif d'un art baroque, naturaliste et coloré. Ce pendentif est recollé à la jonction des deux pièces.

2. OBSERVATION À LA LUMIÈRE UV 365 ET 254

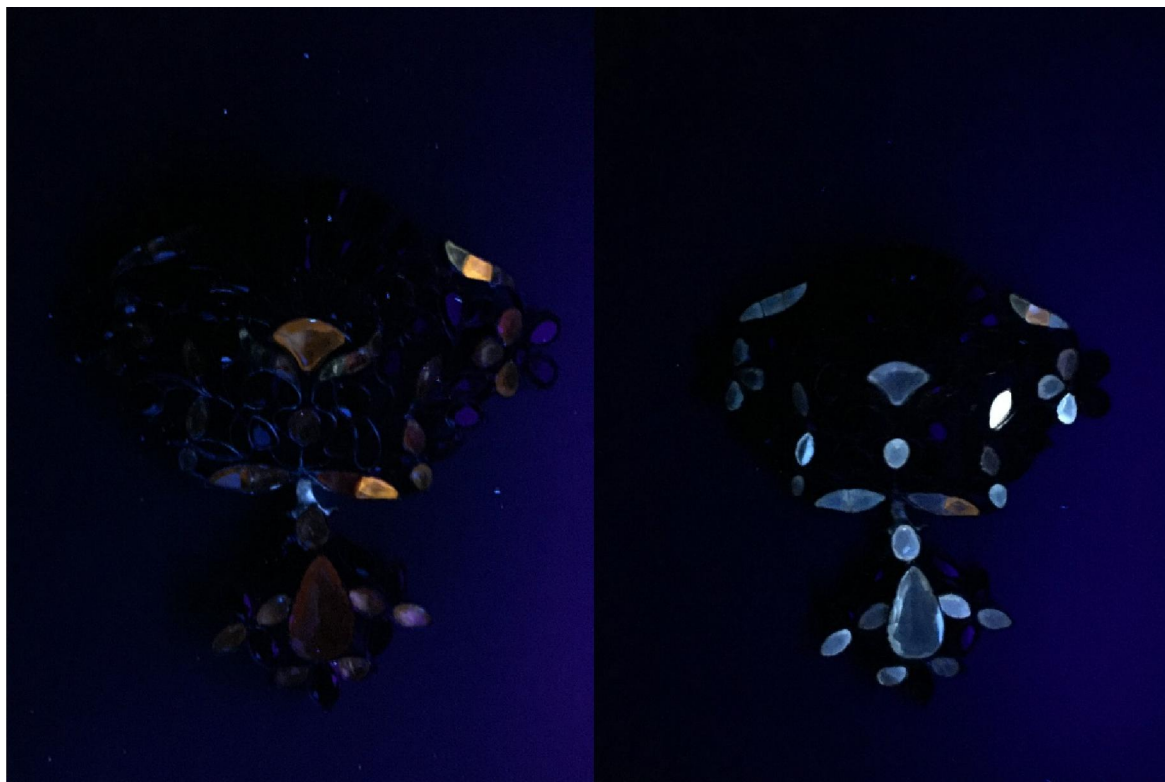


Figure 12 : Illumination du bijou P2 aux UVs. 1) à 365 UV 2 pierres jaunes fluorescent en jaune ; 2) à 254 UV. On note que quelques pierres fluorescent en blanc et en orange

L'étude à la lumière UV montre qu'exposées aux UVs long les pierres jaunes fluorescent en jaune et aux UVs courts plusieurs pierres fluorescent en blanc. (figure 12)

Cependant, cette observation à la lumière UV n'apporte pas d'indication quant à la nature des gemmes de couleur jaune, en effet la tourmaline peut fluorescer s'il y a du Magnesium dans sa composition et c'est le cas également de beaucoup d'autres gemmes tels que le saphir jaune ou la topaze.

3. ETUDE DES PIERRES JAUNES (TOPAZES)

Nous avons étudié deux des pierres jaunes (celle qui représente le cœur de l'œillet P2-19 et la plus grosse poire en bas du pendant P2-89). Le spectromètre Raman utilisé avec le laser vert à 532 nm a généré beaucoup de fluorescence ce qui rend les spectres difficilement analysables. Cependant, comme on le voit dans la figure 13, on peut identifier ces pierres comme étant des topazes, silicate d'aluminium fluoré et hydroxydé $Al_2(SiO_4)(F,OH)_2$ car 4 raies sont visibles malgré tout et correspondent au spectre de référence de la topaze RRUFF R060024. La raie à 924 cm^{-1} traduit la vibration correspondante au groupement Si-O et celle à 288 cm^{-1} au groupement O – Si - O

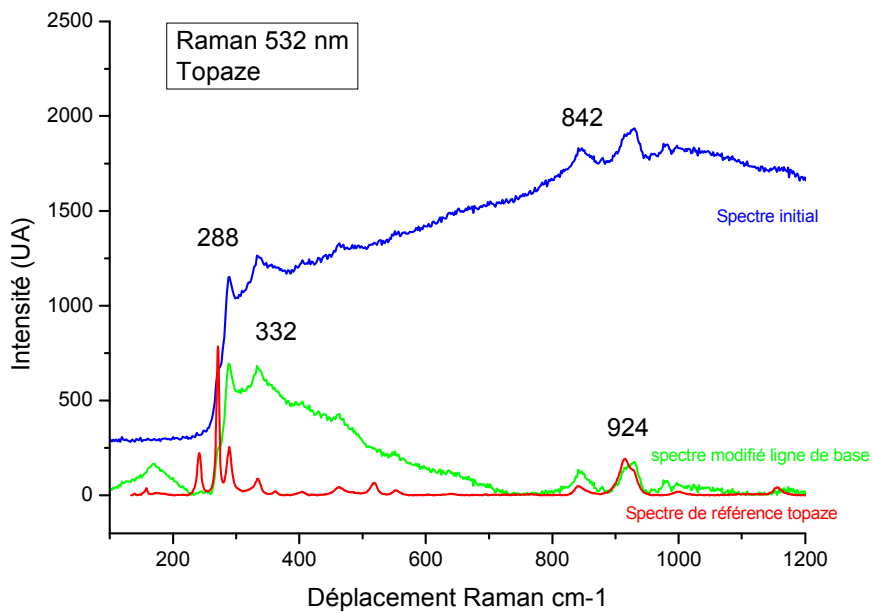


Figure 13 : Spectres Raman 532 nm initial et avec ligne de base modifiée de la topaze 89 comparés au spectre de référence RRUFF R060024 à 5 sec d'acquisition

L'étude au spectromètre Raman utilisé avec le laser proche infra-rouge à 785nm s'avère produire des spectres de meilleure qualité et on retrouve la majorité des raies caractéristiques de la topaze. Comme nous le voyons sur la figure 14 : les raies à 240, 269 et 287 cm^{-1} représentent les vibrations du groupement O – Si – O, celle à 520 cm^{-1} celles du groupement Si – O et celles à 1155 cm^{-1} celle du groupement O – H. (figures 13 et 14)

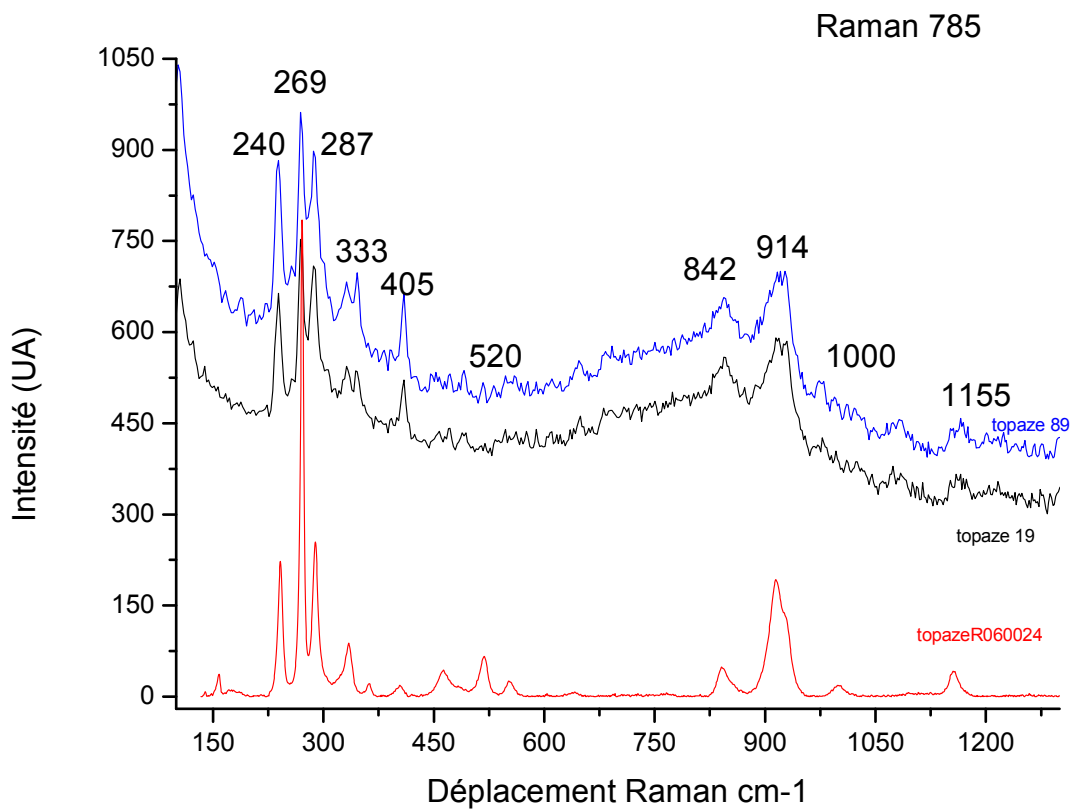


Figure 14 : Spectres Raman des topazes 89 et 18 comparés au spectre de référence de crystalsleuth
Raman 785 nm 5 sec d'acquisition

Analyse par fluorescence X de la topaze $\text{Al}_2\text{SiO}_4(\text{F},\text{OH})_2$ (tableau 3)

La fluorescence X ne pouvant pas doser les atomes légers allant de l'hydrogène au sodium nous avons obtenu un pourcentage par élément duquel le fluor et l'hydrogène sont absents. On les retrouve donc dans la balance avec l'oxygène. De manière arbitraire et afin d'avoir un pourcentage d'oxyde représentatif de la topaze j'ai pris comme pourcentage élémentaire de fluor égale à 18 % (tableau 3)

Tableau 3: Résultats d'analyse XRF de la pierre 89 de P2

SAMPLE	P2_89 topaze % éléments	P2_89 topaze % éléments	P2_89 topaze % éléments		P2_89 topaze %oxydes	P2_89 topaze %oxydes /100
Balance	63.936	64.49	46.49			
F			18	F	18	20.34
Al	21.389	21.58	21.58	Al2O3	40.78	46.07
Ca	0.022	0.022	0.02	CaO	0.03	0.03
Si	13.762	13.878	13.88	SiO2	29.67	33.52
Fe	0			FeO		
Mn	0			MnO		
Cr	0.014	0.01	0.01	Cr2O3	0.01	0.01
V	0.004	0		V2O5		
Ti	0.004	0		TiO2		
K	0.02	0.02	0.02	K2O	0.02	0.02
Mg	0			MgO		
Total	99.151	100	100		88.51	99.99

Il est difficile de comparer les analyses XRF des topazes avec une analyse de référence comme par exemple celle que l'on retrouve dans Handbook of mineralogy.org car comme nous l'avons vu n'ayant ni le pourcentage de fluor ni celui d'hydrogène on peut difficilement faire une comparaison valable.

L'analyse XRF montre ses limites dans le cas de la topaze.

On voit donc que les pierres jaunes sont des topazes et non des tourmalines comme indiquées sur le cartel.

4. ETUDE DES PIERRES VIOLETTES (QUARTZ AMÉTHYSTE)

La pierre 36 a été analysée au Raman en utilisant le laser proche infra-rouge à 785nm. La pierre a produit de la fluorescence mais comme on le voit sur la figure 15 on peut reconnaître le spectre et les raies caractéristiques de l'oxyde de silicium SiO2 similaires à ceux du spectre de référence de quartz RRUFF R040031. La raie principale à 463 cm-1, la seconde à 206 cm-1 et celles à 127, 206, 354 cm-1 traduisent les vibrations atomiques des différentes liaisons Si – O.

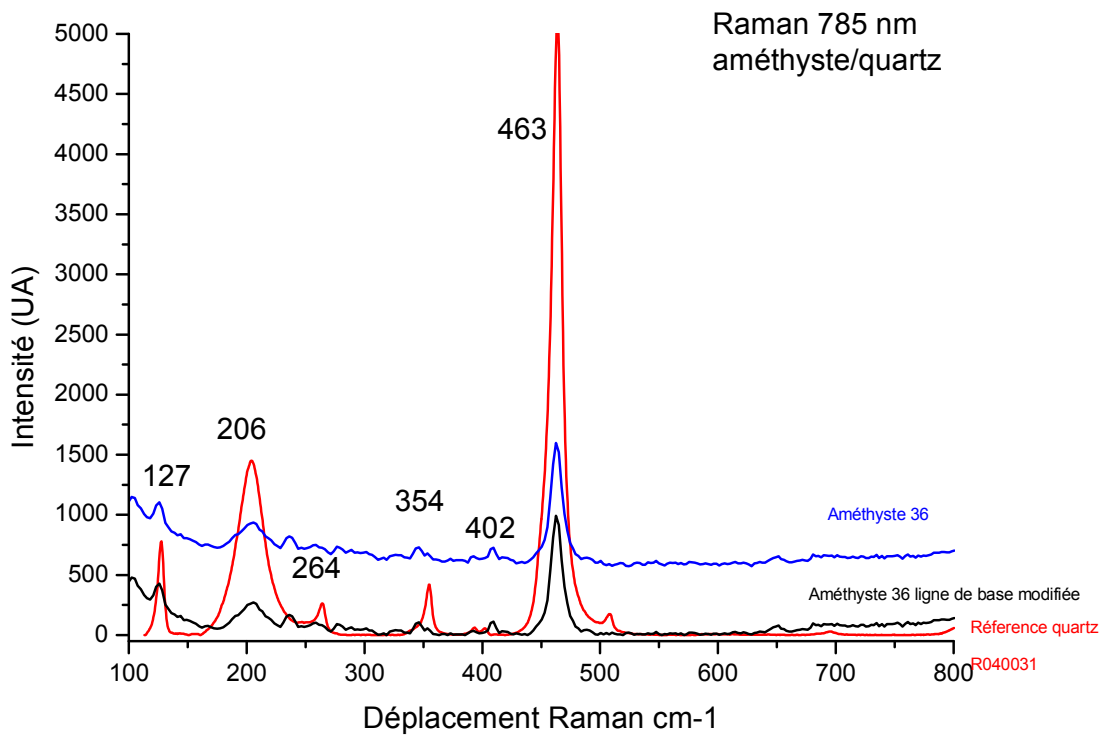


Figure 15: Spectres Raman 785 nm de l'améthyste 36 comparés au spectre de référence quartz R040031 de crystalsleuth 5 sec d'acquisition

On peut donc conclure que les pierres violettes sont des quartzs et plus précisément des améthystes.

5. ETUDE DES PIERRES VERTES (BÉRYL ÉMERAUDE)

L'étude par Raman 785 nm des pierres vertes a produit une énorme fluorescence. Comme on l'observe sur la figure 16 on peut cependant reconnaître les 2 raies Raman caractéristiques du silicate de béryllium et d'aluminium ($\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$). La raie à 1071 cm^{-1} traduisant les vibrations de la liaison Si – O.

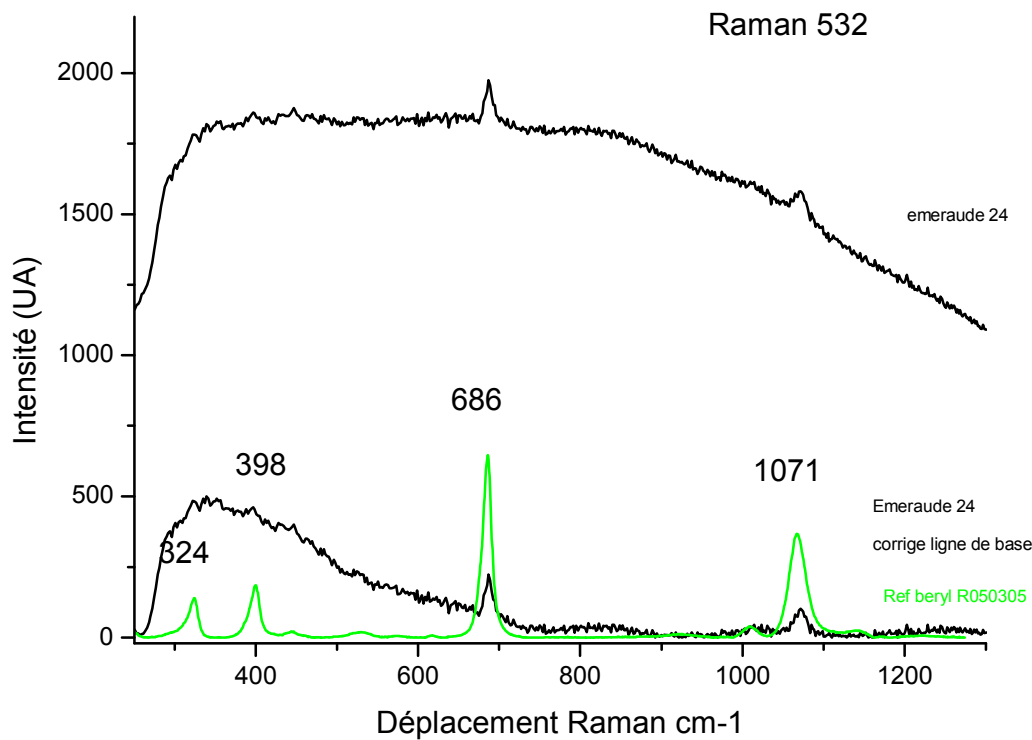


Figure 16: Spectres Raman 532 nm du béryl 24 (spectre d'origine et spectre à la ligne de base corrigée comparés au spectre de référence béryl R050305 de crystalsleuth 5 sec d'acquisition.

On peut donc conclure que les pierres vertes sont des béryls. Il peut donc s'agir de béryls verts ou d'émeraudes (le Raman ne permet pas de différencier les deux types de béryl) mais étant donné la qualité du bijou on peut supposer qu'il s'agit bien d'émeraude comme inscrit sur le cartel d'origine.

6. PIERRES ROUGE-BRUN (GRENAT)

La partie haute du pendentif est composée de pierres de couleur rouge brun qui sont définies dans le cartel comme étant des grenats.

Il va donc falloir s'assurer qu'il s'agit bien de grenat et si c'est le cas spécifier la nature de ces grenats. Pour conclure, nous essayerons d'émettre une hypothèse quant à l'origine géographique de ces pierres.

Tout d'abord le terme grenat regroupe plusieurs variétés de néosilicates dont les compositions chimiques ne sont pas clairement définies c'est ce qu'on appelle une série continue ou solution solide.

Il existe deux grandes variétés (figure 17)

Les grenats **calciques** ou *ugrandites* (Uvarovite Grossulaire ANDradite)

Les grenats **alumineux**, ou *pyralspites* (PYRope ALmandin SPessartite)

C'est la catégorie des alumineux qui est la plus fréquente.

La formule chimique générale est : $X_3Al_2(SiO_4)_3$; X représente du magnésium dans le pyrope, du fer dans l'almandin et du manganèse dans le spessartite. Cependant un pyrope peut ou non contenir du fer et ou du manganèse, il peut également contenir du chrome et ou du calcium

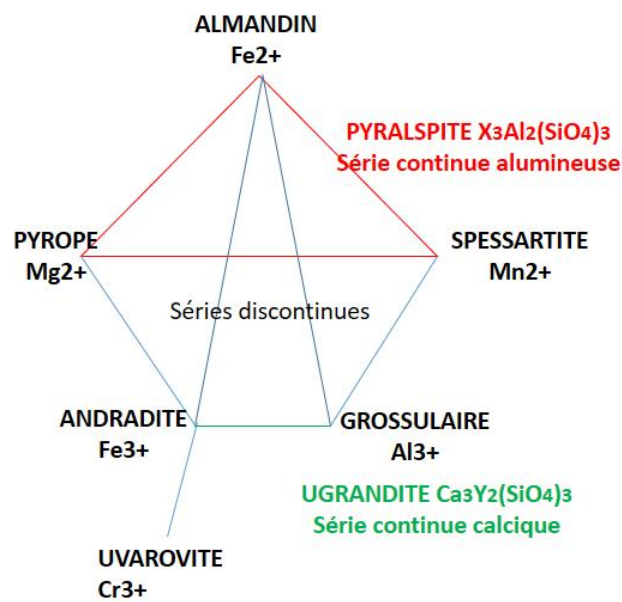


Figure 17 : Diagramme de la série complète (continue et discontinue) de la solution solide grenat

La structure cristalline est la même pour tous les types de grenat, ils sont isomorphes et cristallisent dans le système cubique. La spectrométrie Raman est une analyse pertinente pour le grenat car les vibrations atomiques sont différentes en fonction des atomes qui le composent.

Nous avons analysé deux pierres la 4 et la 82 au spectroscope Raman à 785 nm. Les spectres obtenus sont très similaires comme nous l'observons sur la figure 18, on peut donc en conclure que ce sont 2 grenats de même nature.

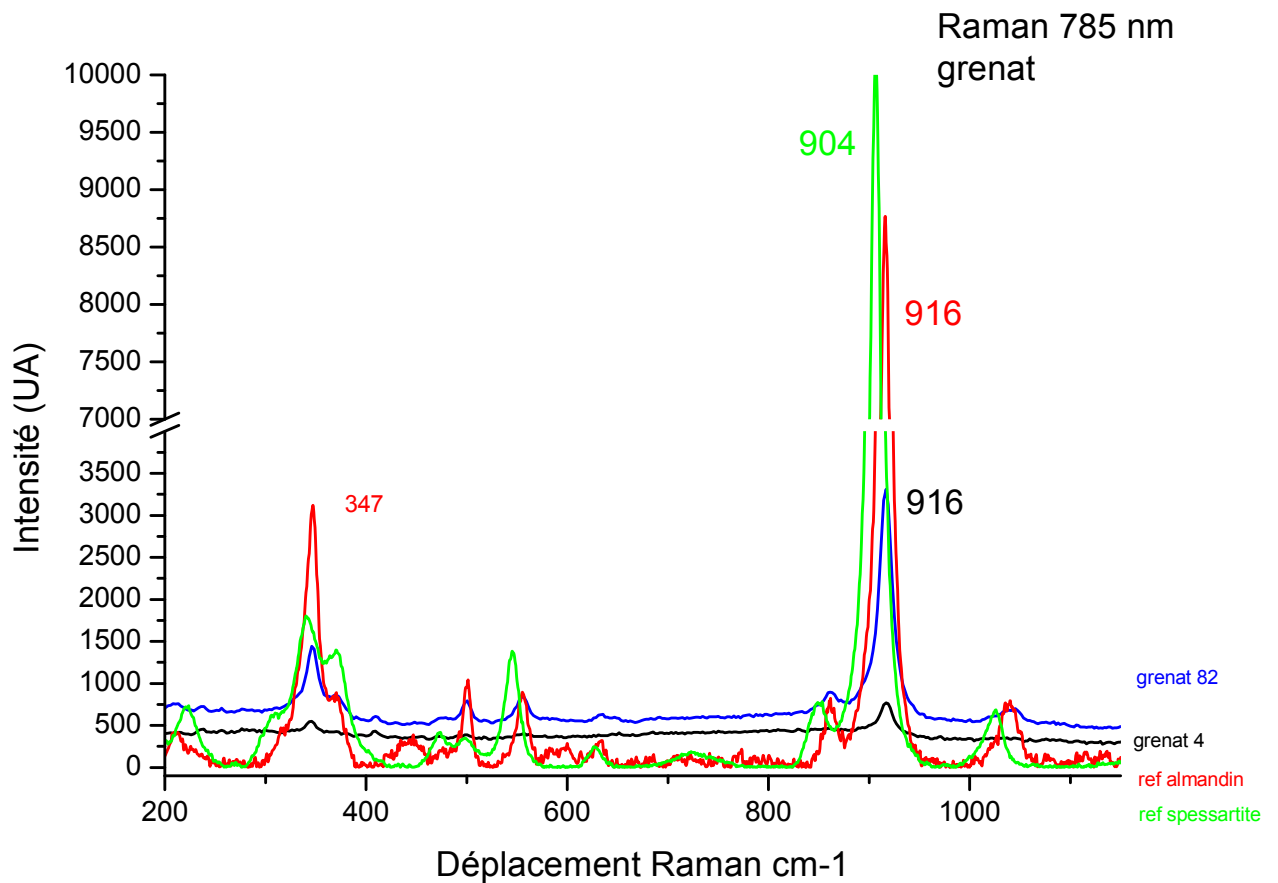


Figure 18 : Spectre des grenats 82 et 4 comparés aux spectres de référence du grenat almandin et du grenat spessartite. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

Ces deux grenats présentent un spectre très similaire au spectre almandin de référence (RRUFF R040079) avec une raie caractéristique à 916 cm⁻¹ qui traduit les vibrations des différents groupements Si – O. (figure 18)

L'analyse par fluorescence X du grenat 4 est très pertinente pour connaître l'exacte composition élémentaire de la pierre. Nous avons ensuite comparé nos résultats à l'analyse chimique d'un almandin (handbook of mineralogy almandin de Falun Suède) (tableau 4)

Tableau 4 : Résultats d'analyse XRF de P2

	P2_grenat 4 %éléments	P2_grenat 4 %éléments		P2_grenats 4 %oxydes	P2_grenats 4 %oxydes	ref almandin %oxydes
Bal	34,646	41,43				
Al	10,01	11,97	Al ₂ O ₃	22,62	23,47	20,72
Ca	1,204	1,44	CaO	2,01	2,08	0,41
Si	12,955	15,48	SiO ₂	33,11	34,34	37,39
Fe	23,681	28,32	FeO	36,43	37,79	37,2
Mn	1,065	1,28	MnO	2,12	2,2	0,86
Cr	0,045	0,05	Cr ₂ O ₃	0,07	0,07	
V	0,014	0,01	V ₂ O ₅	0,02	0,02	
Ti	0,02	0,02	TiO ₂	0,03	0,03	0,16
K	0	0	K ₂ O			
Mg	0	0	MgO			3,85
Total	83,64	100		96,41	100	100,59

Notre grenat 4 est donc bien un almandin avec un peu de manganèse (Mn) et de calcium (Ca). On voit sur la figure 19 où se situent les grenats analysés sur le diagramme ternaire des pyralspites.

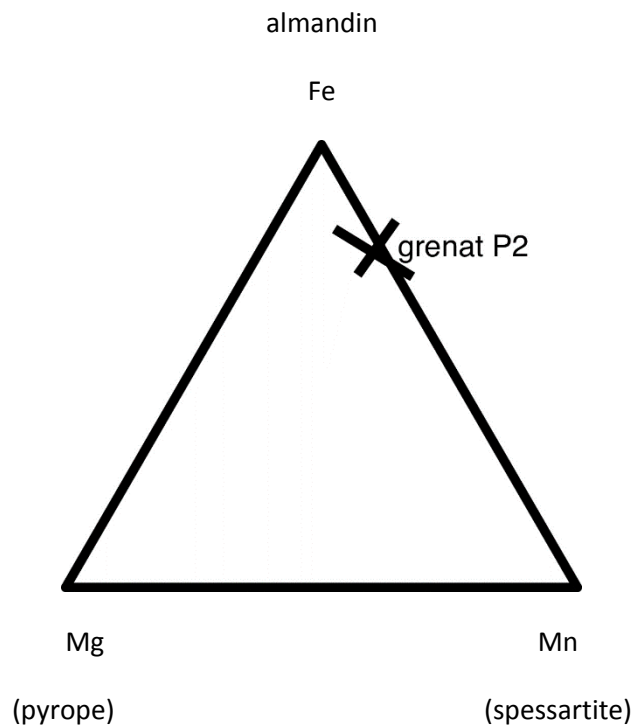


Figure 19 : Diagramme ternaire de la série continue des pyralspites, grenat alumineux. La croix représente la zone approximative dans laquelle se trouvent les grenats analysés.

Au 18ème siècle les 2 sites européens les plus probables pour l'extraction du grenat sont la Bohême (autour de Prague dans la Tchéquie actuelle) et les mines autour de Perpignan dans les Pyrénées orientales.

Les grenats de bohême sont presque exclusivement des pyropes riches en chrome (Seifert and Vrána, 2005).

En région catalane l'exploitation du grenat a connu son essor à Perpignan dès le milieu du dix-huitième siècle, à la faveur de la découverte de gisements d'almandin aux environs d'Estagel (Pyrénées orientales). Depuis le XVIIIème siècle des grenats principalement almandins mais aussi grossulaires ou andradites (quelques pyropes également).

Il est donc probable que nous ayons plutôt affaire à un grenat catalan (Courtet, 2010)

7. ETUDE DU METAL

Tableau 5 : analyse XRF du métal à l'arrière du pendentif P2

	dos P2
	% éléments
Ag	95,022
Cu	4,388
Au	0,334
Pb	0,194
total	99,94

Nous sommes en présence d'un alliage d'argent et de cuivre. Il s'agit donc d'un pendentif en argent à 950 ‰.

CONCLUSION

Grace à nos travaux nous avons donc pu confirmer la nature des pierres jaunes qui ne sont pas des tourmalines mais des topazes, nous avons également pu préciser la nature des grenats qui sont almandins avec un peu de manganèse ce qui pourrait étayer la thèse de grenats extraits de mines autour de Perpignan. Quant aux autres gemmes il s'agit bien améthyste et d'émeraude comme précisé sur le cartel d'origine.

Nouveau cartel 2017 :

Matières et techniques: argent, émeraudes, grenats almandins, améthystes et topazes.

C. CROIX DE L'ORDRE DU CHRIST (COC)

1. CARTEL

- *Numéro d'inventaire : 5272*
- *Dénomination : Croix de l'ordre du Christ*
- *Création : Portugal 18^{ème} siècle*
- *Description analytique : Croix de l'ordre du Christ avec médaillon en forme d'étoile à six rayons, au centre de laquelle est placé un sacré cœur*
- *Inscriptions /marques : Pas de marque*
- *Matière et technique : Argent, rubis, émeraude, quartz ?, diamant, argent doré, clinquant*
- *Mesure : H. cm 11,5 – l.cm. 5,2*
- *achat, 1890*

Ce pendentif représente une croix de l'ordre du Christ (figure 20), ordre militaire et religieux portugais fondé en 1317 par le roi Denis Ier du Portugal et approuvé en 1319 par le pape Jean XXIII qui réserva au Vatican le droit d'en nommer certains membres. Cet ordre était une continuation de celui des Templiers dont il a hérité des biens.

Les croix de l'ordre du Christ présentent toutes la même forme mais les dimensions et les décorations peuvent être très variées.

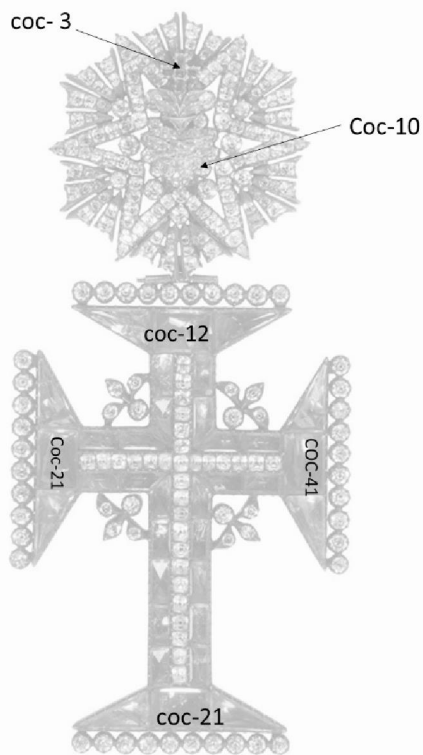


Figure 20 : Croix de l'ordre du Christ (COC) @ Les Arts Décoratifs : photo Jean Tholace (dimension : H. cm 11,5 – l.cm. 5,2) et numérotation des pierres étudiées.

2. OBSERVATION À LA LUMIÈRE BLANCHE

Lorsque l'on regarde les pierres rouges en bas de la croix centrale on aperçoit un paillon rouge qui par endroit est déchiré (figure 21) et permet de se rendre compte que les pierres sont transparentes.



Figure 21 : COC pierre en bas de la croix centrale laissant apercevoir le paillon rouge déchiré.

Un paillon (ou clinquant) est une feuille de métal colorée ou non qui, placée entre la monture et la culasse de la pierre, en augmente l'éclat et/ou en change la couleur.



Figure 22 : arrière de la COC de couleur jaune claire, signature apparaissant au bas de l'écrou central

A l'arrière de la croix on voit un écrou et une soudure (figure 22). On aperçoit également une signature sur le corps central de la croix.

3. OBSERVATION À LA LUMIÈRE UV

UV 365 puis 264

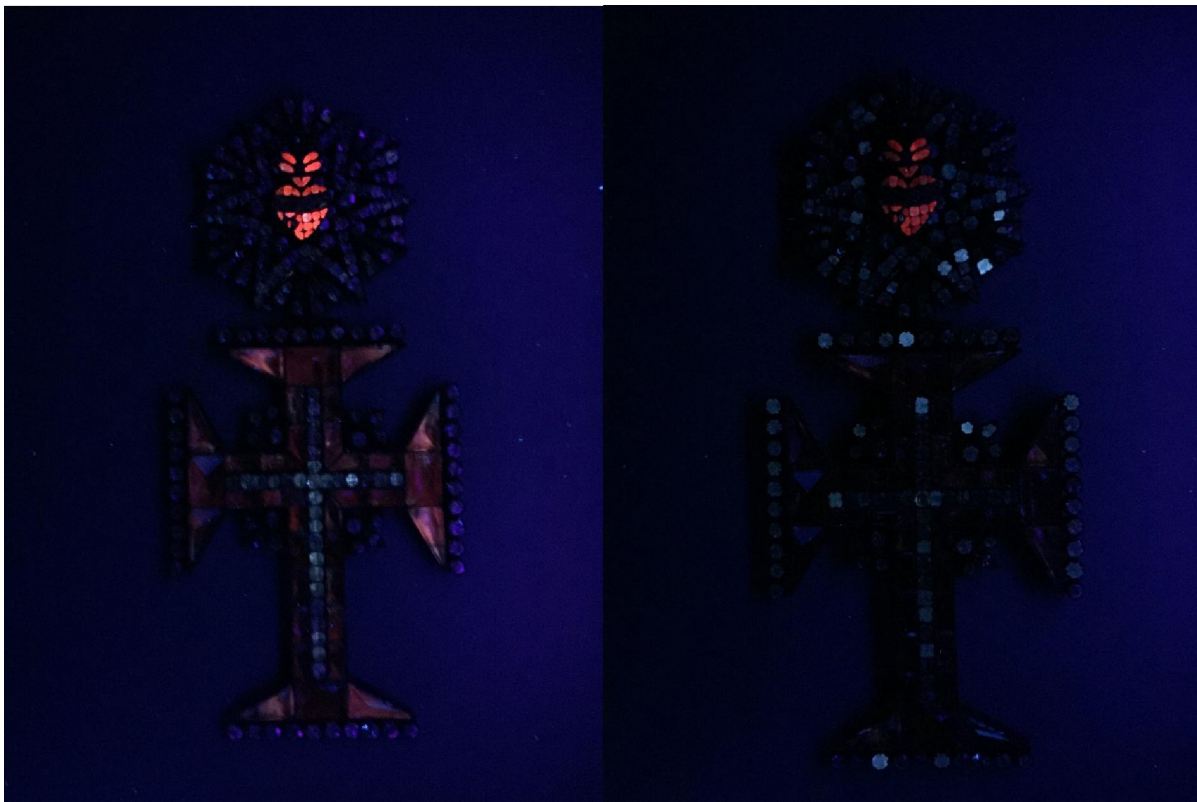


Figure 23 :1) COC sous lumière UVL 365 nm. 2) COC sous lumière UVC 254 nm

Lorsque la croix est exposée aux UV longs (365nm) les pierres rouges qui forment le sacré cœur au centre de l'étoile fluorescent fortement en rouge à l'exception de 2 pierre en bas à gauche du sacré cœur qui représentent deux larmes blanches. Quelques pierres blanches fluorescent également légèrement (figure 23 - 1). A l'arrière de la croix un écrou et une soudure qui fluorescent aussi. Lorsque le bijou est exposé aux UV courts (254 nm) les pierres rouges fluorescent un peu moins et quelques pierre blanches fluorescent plus. (figure 23 - 2).

On peut penser que c'est le chrome des rubis qui fluoresce et que les pierres blanches sont des diamants

4. PIERRES ROUGES DU CORPS DE LA CROIX (QUARTZ : CRISTAL DE ROCHE AVEC PAILLON ROUGE)

On étudie au spectroscope Raman avec le laser à 785 les pierres transparentes qui sont montées sur pailions rouges

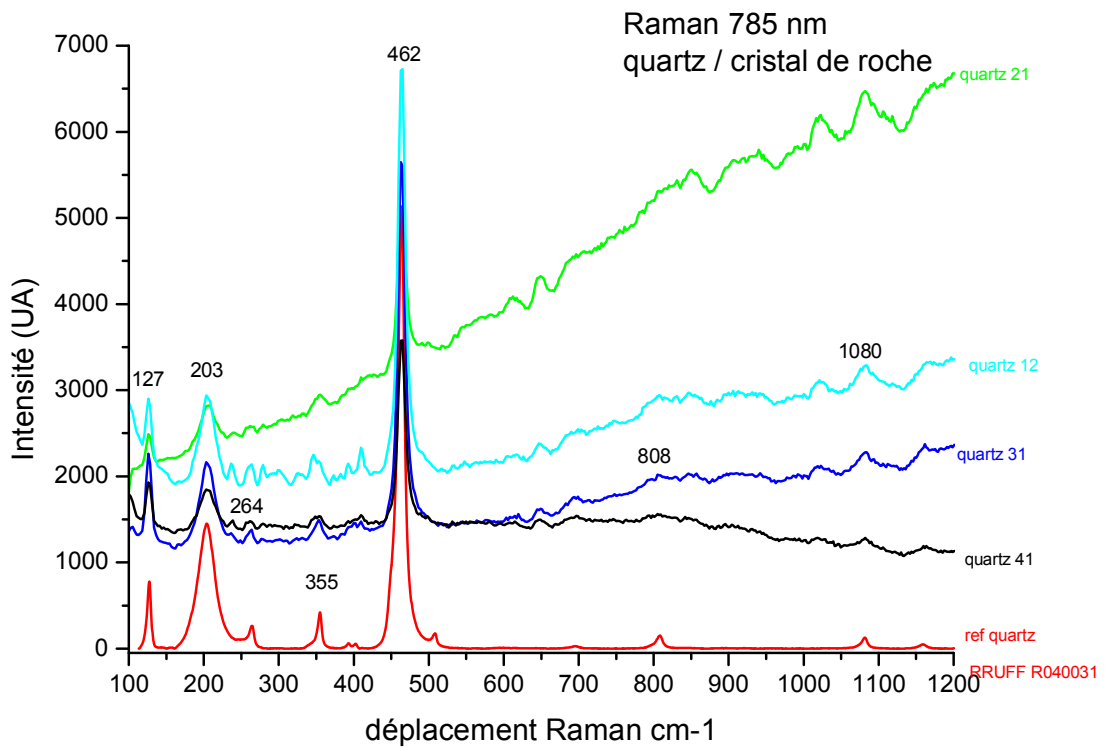


Figure 24 : Spectre des quartz 12,21,31 et 41 comparés aux spectres de référence du quartz.Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

Malgré une certaine fluorescence, on voit bien que les pierres rouges présentent des spectres caractéristiques de l'oxyde de silicium similaires au spectre quartz de référence (RRUFF 0400431) avec une raie principale à 462 cm-1, la seconde à 203cm-1 et d'autres moins significatives à 355 et 127 cm-1 qui traduisent les vibrations atomiques des différentes liaisons Si – O (figure 24). Il s'agit donc bien de quartz / cristal de roche (transparent) sur clinquant rouge

5. PIERRES VERTES DE LA PETITE CROIX AU DESSUS DU SACRE CŒUR (TOURMALINE ELBAÏTE)

Les pierres vertes sombres formant une croix sur la partie en forme d'étoile à 6 rayons sont étudiées au Raman 785 nm.

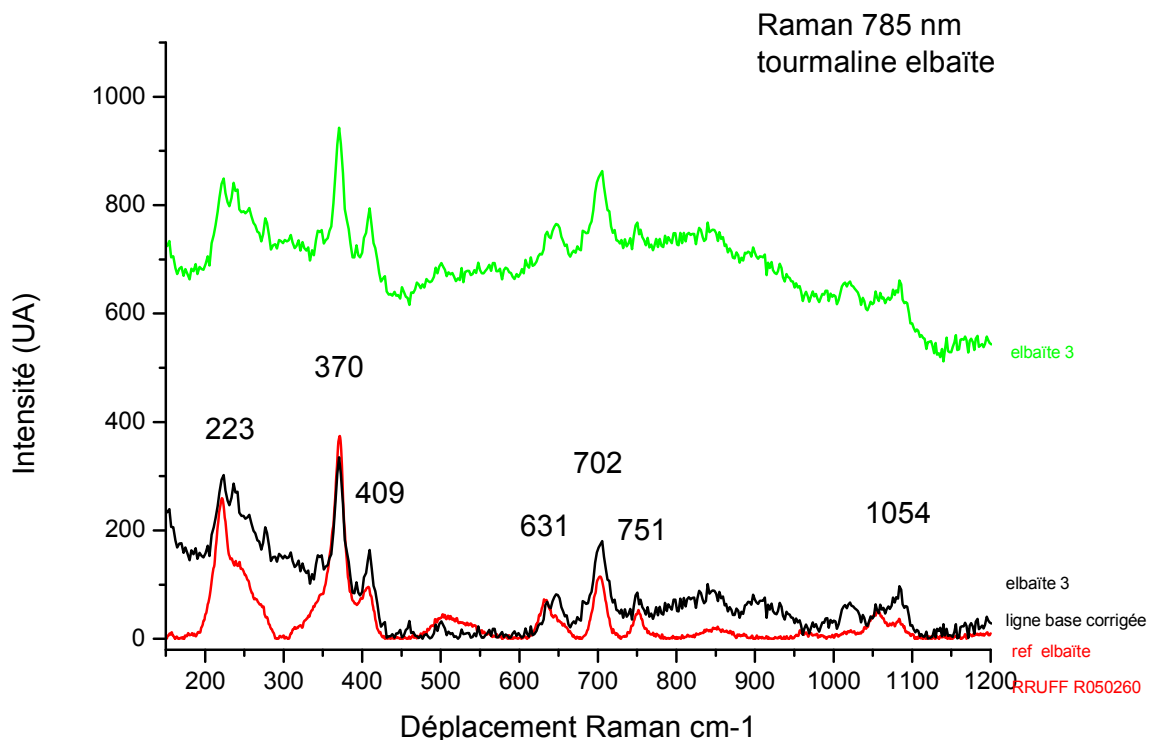


Figure 25 : Spectre de la tourmaline elbaïte 3 comparé au spectre de référence de l'elbaïte (Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition).

Sur la figure 25 et malgré une forte fluorescence on reconnaît le spectre de la tourmaline elbaïte silicate de sodium lithium et aluminium boraté. Les raies en dessous de 400 cm⁻¹ correspondent aux vibrations des groupements X – O (X : Na, Ca), celles entre 400 et 600 cm⁻¹ aux vibrations des groupements Al – O et Y – O (Y: Mg, Fe) et celles entre 600 et 800 cm⁻¹ aux vibrations du groupement Si – O – Si.

6. PIERRES ROUGES DU SACRE COEUR: RUBIS

Les pierres rouges qui forment le sacré cœur au centre de l'étoile, étudiées au Raman 785 nm et malgré une forte fluorescence, ont un spectre de corindon proche de celui de référence RRUFF R

X080006 (figure 25). Ceci confirme donc l'hypothèse émise lors de l'illumination du bijou à la lumière UV (forte fluorescence du au chrome).

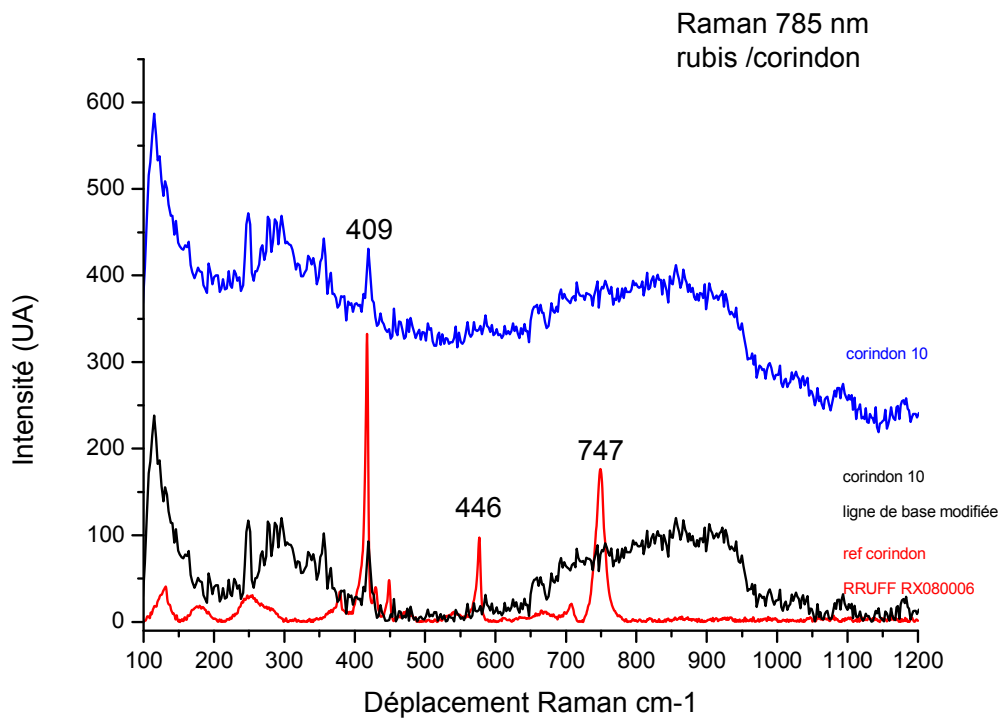


Figure 26 : Spectre du corindon 10 comparé au spectre de référence corindon RRUFF RX080006. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition

Comme on peut le voir sur la figure 27 toutes les pierres blanches de la croix de l'ordre du Christ sont analysées au testeur diamant : il ne s'agit pas de diamant.

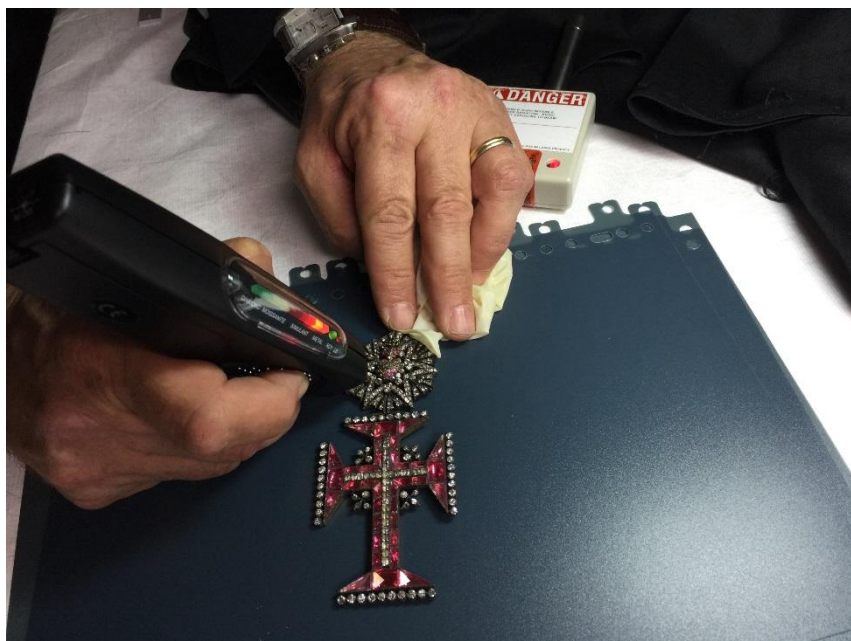


Figure 27 : Analyse des pierres blanches au testeur diamant.

7. MÉTAL DE LA CROIX

Tableau 6 : analyse au FRX du métal de la COC

	COC-arrière haut	COC-arrière bas
Ag	82,801	82,443
Cu	13,751	13,417
Au	3,448	3,356
Zn	0	0,363
Pb	0	0,336
total	100	99,915

Le métal est le même pour le haut et le bas de la croix (tableau 6). Il s'agit d'un alliage argent à 80%. On trouve 3% d'or qui doit correspondre à une sorte de « placage » or. Au 18ème siècle, pour éviter que l'alliage d'argent ne s'oxyde et noircisse la peau ou les vêtements, on plaquait une feuille d'or que l'on vernissait par-dessus (cf. annexe 2 : dorure à la feuille au XVIIIème).

CONCLUSION :

L'analyse de cette croix a permis de préciser que les pierres rouges formant le corps de la croix sont bien des quartzs avec clinquants, mais qu'aucune des pierres blanches ne sont des diamants. De plus on a pu déterminer que les pierres formant la petite croix sur la partie en forme d'étoile à 6 rayons sont des tourmalines elbaïtes et que le sacré cœur est formé de rubis.

On n'a malheureusement pas pu étudier les pierres vertes formant un bandeau sur le sacré cœur et qui ont été présentées comme des émeraudes en raison de leurs trop petites tailles.

Nouveau cartel 2017

Matières et techniques: argent, argent doré, pierres précieuses pour le cœur sur l'attache supérieure (rubis, émeraude), quartz avec clinquants rouges et entourage de strass pour la croix.

D. AGRAFE AG

1. CARTEL :

- *Numéro d'inventaire : 9822A*
- *Dénomination : Agrafe*
- *Ensemble : Paire*
- *Création : Europe , 18e siècle ?*
- *Description : Agrafe décorée de deux rosaces ajourées à branches découpées en feuilles*
- *Description d'après l'objet : Deux rosaces alternées : une avec quatre pétales en forme de feuilles pointues, l'autre avec quatre pétales arrondis. Entre chaque pétale une pierre ronde cabochon deux au centre du pétale. Le cœur de la fleur constitué d'une pierre ronde entourée de dix petites. Au revers, sur un côté deux barrettes trouées pour passage de fils ? (bracelet ou motif de collier ?) et deux passants aplatis.*
- *Matières et techniques : Argent, grenat, verre ; dorure (monture en argent doré sertie de grenats cabochon. Pierre centrale semble avoir été remplacée par du verre.*
- *Mesures : Diam. Cm : 4,2*
- *legs Madame la baronne Nathaniel de Rothschild, 1901*



Figure 28 : Agrafe (AG) @ Les Arts Décoratifs (photos Jean Tholace) et numérotation des pierres étudiées (Dimension Diam. Cm : 4,2) et numérotation des pierres étudiées

Nous n'avons étudié qu'une des deux fleurs. Celle dont la pierre centrale était la plus rayée et qui semblait avoir été remplacée par du verre (figure28)

2. ANALYSES RAMAN DES PIERRES ROUGES

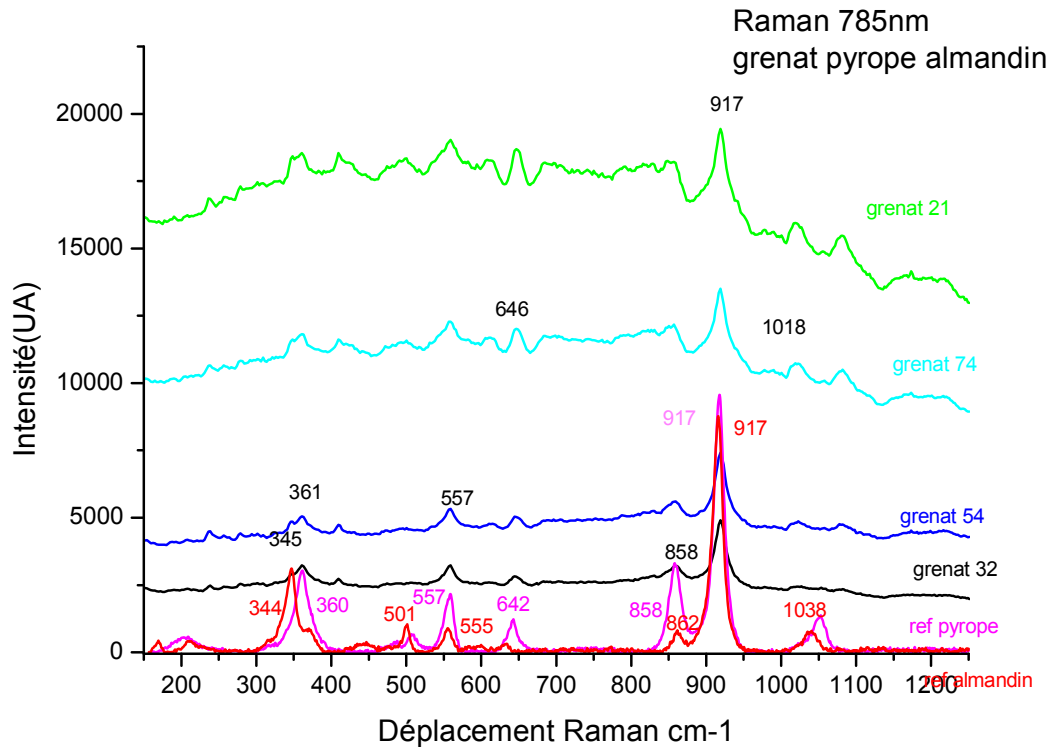


Figure 29 : Spectre des grenats 21,32 54 et 74 comparés aux spectres de référence du grenat almandin et du grenat pyrope. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

Les spectres des 4 grenats sont très similaires. Lorsqu'on les compare aux spectres des pôles purs de référence RRUFF pyrope R040159 et almandin R040079 (figure 29) on s'aperçoit que nos grenats ont un spectre beaucoup plus proche du grenat pyrope que du grenat almandin. En effet la raie située à 361 cm-1 est beaucoup plus proche de celle du pyrope qui se trouve à 360 cm-1 que celle de l'almandin située à 344 cm-1.

3. ANALYSE PAR FLUORESCENCE X

L'analyse XRF (tableau) du grenat 21 confirme les conclusions que l'on pouvait tirer de l'étude Raman.

La composition de ce grenat est assez proche de celle du pyrope pur de référence de la mineralogical society of America (Deer et al., 1982) avec du fer, du calcium et du chrome et petite quantité.

Il s'agit donc d'un grenat pyralmandin (aussi appelé rhodolite). (figure 30)

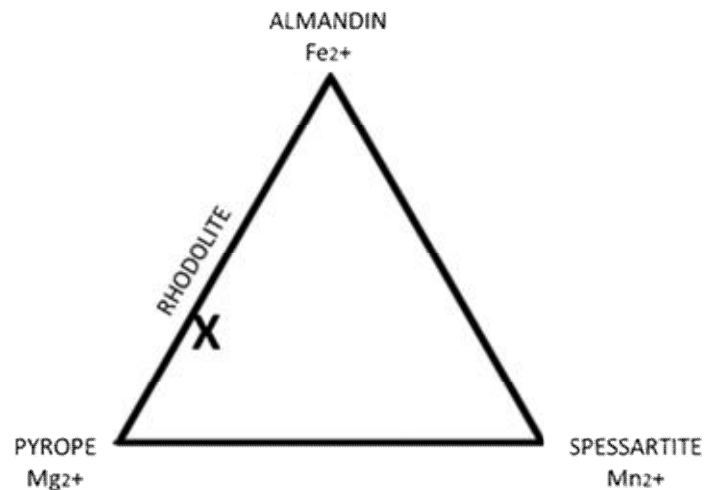


Figure 30 : diagramme ternaire de la série continue des pyralspites, grenat alumineux. La croix représente la zone approximative dans laquelle se trouve les grenats analysés.

Comme nous l'avons vu lors de l'analyse du pendentif P2 les grenats européens du 18^{ème} siècle venaient soit de Bohême soit du sud-ouest de la France.

Dans le cas de ces grenats pyralmandins on peut supposer qu'ils proviennent de bohême. En effet, la majorité des grenats de bohême sont de type pyrope et lorsqu'on compare la composition élémentaire de notre grenat avec le grenat de bohême extrait de la mine de Podsedice (bohême, République tchèque) mine exploitée de puis le 17^{ème} siècle on voit une grande similitude.

Tableau7 : analyse XRF du grenat 21 comparé aux grenats pôle pur pyrope et almandin , et à un grenat de bohême extrait des mines de Podsedice

	AG grenat 21 % éléments	AG grenat 21 % éléments		AG grenat 21 % oxydes	AG grenat 21 % oxydes	Pyrope rouge de Podsedice % oxydes	Pyrope (pôle pur) % oxydes	Amandin (pôle pur) % oxydes
Bal	43,623	48,96						
Si	17,239	19,36	SiO2	41,41	44,38	43,1	44,71	36,21
Al	10,234	11,49	Al2O3	21,71	23,27	21,81	25,29	20,49
Mg	8,38	9,41	MgO	15,6	16,72	20,88	30	
Fe	5,063	5,67	FeO	7,29	7,81	8,48		43,3
Ca	2,916	3,27	CaO	4,58	4,91	4,42		
Cr	1,193	1,33	Cr2O3	1,94	2,08	1,86		
Ti	0,264	0,29	TiO2	0,48	0,51	0,49		
Mn	0,183	0,21	MnO	0,27	0,29	0,35		
V	0,01	0,01	V2O5	0,02	0,02	0,05		
Na			Na2O			0,06		
TOTAL	89,105	100		93,3	99,99	101,5	100	100

4. ANALYSE RAMAN DE LA PIERRE CENTRALE

Nous avons ensuite analysé au Raman la pierre centrale 86. Cette pierre était très rayée et la conservatrice Mme Possémé suspectait que ce soit du verre. Le spectre obtenu ne correspond pas au spectre du grenat. Il semblerait que ce soit du verre figures 31 et 32.

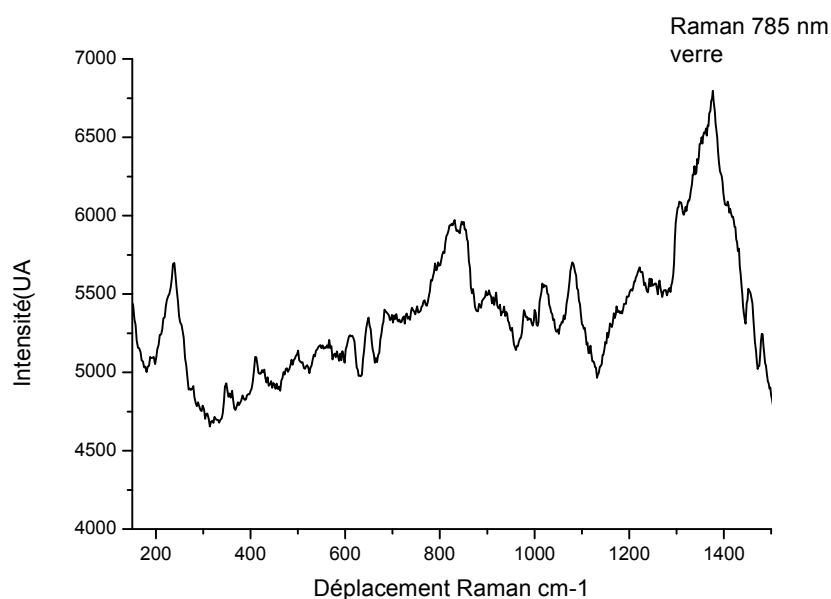


Figure 31 : Spectre de verre.Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

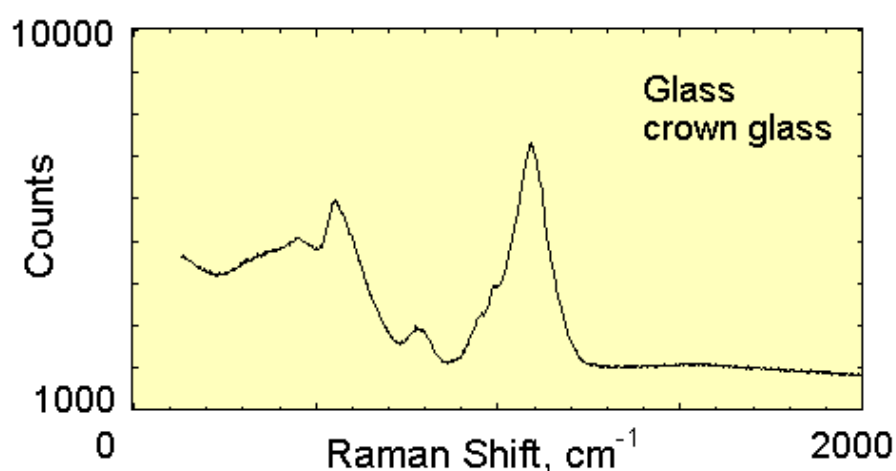


Figure 32 : Spectre de référence de verre (Mary Garland, University of Totronto. Raman 514 nm)

5. ANALYSE PAR FLUORESCENCE X DU METAL SUR LA FACE ARRIERE DE L'AGRAFE

L'analyse XRF (tableau 8) nous apprend que le métal utilisé est un alliage d'or et d'argent ou un or à 10 carats.

Tableau 8 : Analyse XRF du métal arrière de l'agrafe AG

	AG verso
Ag	50,522
Au	45,486
Pb	3,555
Zn	0,214
Cu	0,024
carat	10,92

CONCLUSION

Nous avons donc confirmé l'hypothèse de Mme Possémé selon laquelle le cabochon central aurait été remplacé par du verre. De plus nous avons pu déterminer que les grenats sont des pyropes avec un peu de manganèse et qu'ils pourraient provenir des mines de Bohême.

Nouveau Cartel 2017

Matières et techniques: Monture en argent doré sertie de grenats almandins cabochon. Pierre centrale a été remplacée par du verre.

(information confirmée lors de l'analyse effectuée le 22 mai 2017 par l'Institut Lumière Matière de l'Université de Lyon 1)

<http://collections.lesartsdecoratifs.fr/agrafe-5>

Après avoir étudié les bijoux exposés dans la galerie du musée, la conservatrice Mme Possémé nous a demandé d'analyser 3 pièces qui ne sont pas exposés et pour lesquelles elle a des doutes quant à la composition.

E. BAGUE BAG

1. CARTEL :

- *Dénomination : Bague*
- *Création : René Lalique, France vers 1890/1900*
- *Description : Anneau en cristal taillé orné en relief d'une tête de gorgone ailée; autour de l'anneau deux serpents enroulés aux corps de striures avec une seule tête*
- *Description d'après l'objet : Corps des deux serpents striés, avec deux têtes*
- *Matières et techniques : cristal de roche ou verre dépoli*
- *Mesures : Diam. Cm : 2,5 – H. cm 2,8-*
- *Legs Jean Jacques Reubell, 1934*



Figure 33 : Bague Lalique à tête de méduse et serpent (dimension Diam. Cm : 2,55 – H . cm 2,8-)

La problématique était de déterminer de quoi est composé l’anneau (figure 33) dont la matière ressemble à du verre dépoli, caractéristique des créations Lalique (Musée Lalique).

Tableau 9 : analyse XRF da la bague Lalique BAG

	bague Lalique %élément	bague Lalique %élément	Oxyde	bague Lalique %oxyde
Bal	49,278	49,5		
Si	50,247	50,5	SiO2	100
Total	99,525	100		100

Comme le montre le tableau 9, on s’aperçoit que le bijou est de 50,25% de silicium et de 49,5% d’oxygène (balance). Il s’agit donc d’un oxyde de silicium.

Il s’agit maintenant de déterminer si il s’agit d’oxyde de silicium cristallisé (quartz transparent : cristal de roche) ou amorphe (verre). Pour ce faire nous allons procéder à 2 analyses.

Tout d’abord nous allons analyser la bague au polariscope ; ceci va nous permettre de savoir si l’oxyde de silicium est isotrope dans ce cas il s’agira de verre ou anisotrope dans ce cas il s’agira de quartz.

Dans un premier temps nous posons la bague à plat sur le polariscope. Sur une rotation de 360° la bague reste éteinte. Puis nous la tenons droite et dans cette position, sur une rotation de 360° elle s’allume et s’éteint alternativement tous les quarts de tour. (figure 34)



Figure 34 : Bague Laliq étudiée avec le polariscope. L'anneau rétablit tous les quarts de tour

On peut donc en conclure :

- * qu'il s'agit d'un matériau anisotrope, dans ce cas précis du cristal de roche (quartz)
- * que lorsqu'elle reste éteinte la bague est positionnée perpendiculairement à son axe optique.

Dans un deuxième temps nous analysons le matériau de la bague grâce au spectroscope Raman à 785 nm. Le spectre que nous obtenons est bien un spectre de quartz similaire au spectre quartz de référence (RRUFF R040031) avec les raies caractéristiques à 203, 355 et 462 cm^{-1} qui traduisent les vibrations atomiques des différentes liaisons Si – O (figure 35)

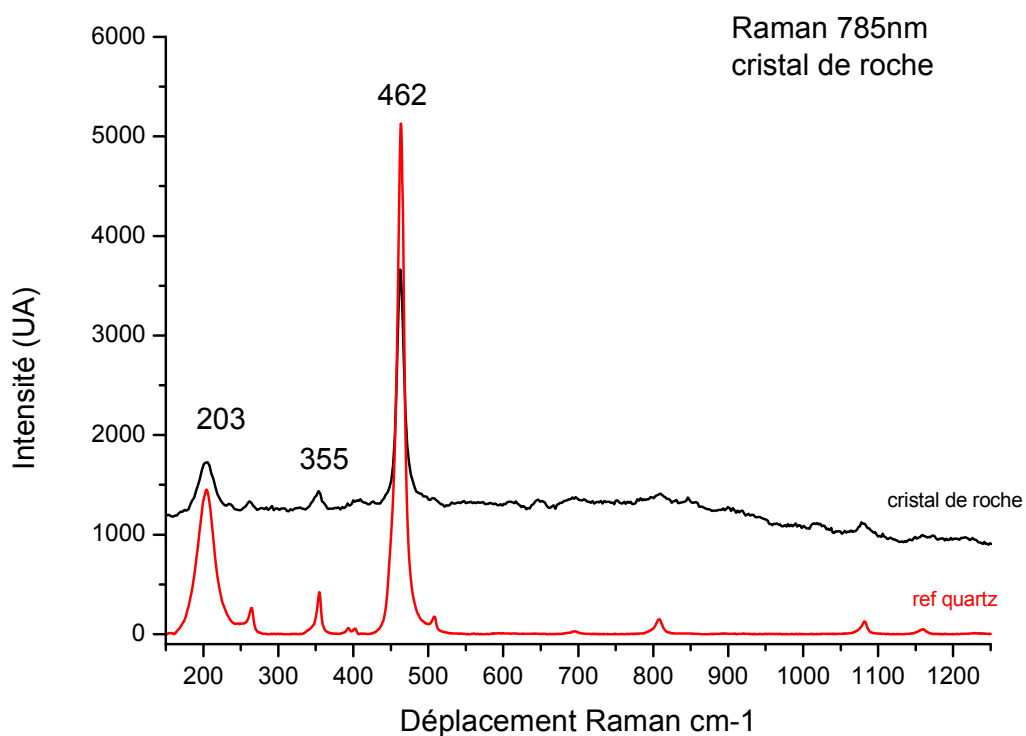


Figure 35 : Spectre de la bague en quartz comparé au spectre de référence du quartz..Raman 785nm. 5 sec d'acquisition.

CONCLUSION :

Nous avons pu déterminer le matériau de la bague qui est un quartz (cristal de roche)

F. EPINGLE À TÊTE DE LÉOPARD

1. CARTEL :

- *Dénomination : Epingle de cravate (Tête de Léopard)*
- *Inscriptions / marques : Poinçon de fabricant, dans un losange horizontal, initiale LM, symbole un oiseau (canard, oie, caille ou faisan ?), poinçon de fabricant non identifié*
- *Tête d'aigle poinçon petite garantie or, tête d'aigle, sur l'épingle, poinçon de garantie or, Paris depuis 1838.*
- *Sujet / thème : léopard*
- *Utilisation / destination : Ancienne appartenance Nissim (comte) Camondo (de) (1830 – 1889)*
- *Matière technique : Verre, or, diamant, mosaïque de verre*

- *(Face de léopard sculptée dans une mosaïque de verre, yeux en diamants sertis en or ; au revers plaque en or à laquelle sera attachée l'épingle (cf. Etude Evelyne Possémé et gemmologue)*
- *Mesures : H. totale cm 8,9 – H. cm tête : 1,8 – l.cm 1,6 –*

Cette épingle (Fig. 36) a été décrite et étudiée par Evelyne Possémé (Possémé, 1992 ; p. 47 et repr. p. 34) et fait partie de la collection du comte Nissim de Camondo conservée au Musée des Arts décoratifs.



Figure 36 : Epingle de cravate à tête de léopard (Dimension H. totale cm 8,9 – H. cm tête : 1,8 – l.cm 1,6 –)

Cette épingle à cravate (figure 36) qui fait partie de la collection du comte Nissim de Camondo fut donnée au Musée des Arts Décoratifs en 1933 par le comte Moïse de Camondo (1860-1935) en souvenir de son père. Elle provient de la maison Boucheron et date de la fin du XVIII^{ème} siècle.

Mme Possémé souhaitait savoir de quoi était constitué la tête de léopard. Une des hypothèses qui figure sur le cartel est qu'il s'agirait de mosaïque de verre. Elle présente en effet des structures mouchetées brunes qui ont été utilisés par l'artiste pour reproduire l'aspect d'une peau de léopard.

Nous observons l'épingle sous la lumière UV. Qu'elle soit exposée aux UV longs (365nm) ou aux UV courts (254 nm) la seule chose qui fluoresce c'est le métal qui entoure les yeux en diamant.

Pour analyser le matériau dans lequel est taillée la tête de léopard nous utilisons tout d'abord le spectroscope Raman avec le laser à 785 nm puis avec celui à 582 nm. Avec ses deux excitations le matériau émet trop de fluorescence pour que l'on puisse étudier le spectre.

Analyse par fluorescence X

Tableau 10 : analyse XRF de la tête de léopard

	Epingle léopard %élément	Epingle léopard %élément	Oxyde	Epingle léopard %oxyde
Bal	54,01	54,53		
Si	45,051	45,47	SiO2	100
Total	99,061	100		100

Comme nous le voyons dans le tableau le matériau est composé exclusivement de silicium et d'oxygène. Il s'agit donc d'un oxyde de silicium. S'il s'était agi de pâte de verre on aurait retrouvé dans la composition du matériau une proportion de fondant (par exemple CaO et oxydes métalliques divers pour au moins 20%). On peut donc dire qu'il s'agit vraisemblablement de bois silicifié c'est-à-dire de bois dont les parties organiques ont été petit à petit remplacées par de la silice.

En effet lorsque l'on fait des recherches le matériau ressemble très fortement à du bois de palmier silicifié (figure 37 et 38)



Figures 37 et 38 : Bois de palmier silicifié fossilisé (site géoforum.fr)

Nous analysons enfin les yeux grâce au testeur diamant, il s'agit bien de diamants taillés en rose (pierre à fond plat sans culasse et doté d'une couronne en dôme)

CONCLUSION :

Grace à l'analyse XRF nous avons pu déterminer que la tête de léopard était taillée dans du bois de palmier silicifié et que ce n'était pas de la pate de verre comme indiqué dans le cartel original

Nouveau Cartel 2017

Matières et techniques: Verre, or, diamant et bois de palmier silicifié.

G. PENDENTIF À MOTIF FLORAL

Le dernier bijou à être analysé est un pendentif à motif floral composé de pierres jaune clair et de deux grosses pierres, celle du haut d'une couleur plus violette et celle du bas plus rosée (figure 39).

1. CARTEL :

- *Dénomination : pendant de cou*
- *Création : 18^{ème} siècle*
- *Description analytique : pendant de cou décoré de branchages à fleurs et feuillages*
- *Inscriptions / marques : Poinçon petite garantie argent*
- *Thème : fleur, feuillage*
- *Matière et technique : argent, chrysobéryl, améthyste, quartz*
Argent, chrysobéryl, améthyste avec clinquant pour la pierre centrale supérieure,
quartz avec clinquant rose pour la pierre centrale inférieure.
Mesures : L. cm 6,2 – H. cm 5,5 –
- *Achat 1888*

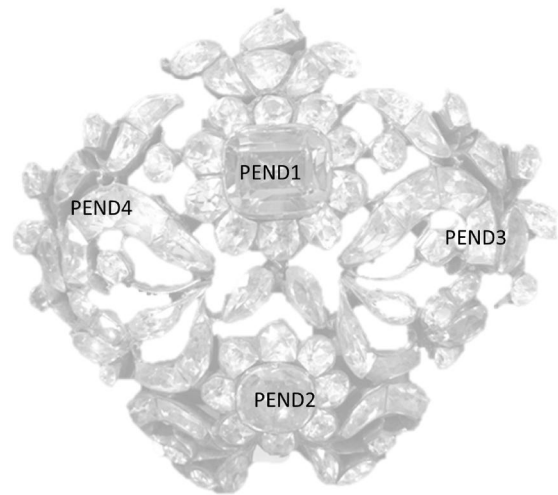


Figure 39 : Pendentif PEND (dimension: L. cm 6,2 – H. cm 5,5) et numérotation des pierres étudiées

1. ETUDE DES PIERRES À LA LUMIÈRE BLANCHES

Lors de l'étude du bijou on s'aperçoit que les pierres 1 et 2 sont montées sur clinquant pour intensifier leur couleur et leur brillance.

2. ETUDE DES PIERRES À LA LUMIÈRE UV 365 ET 254 NM :

Exposées aux UV longs (365nm) on n'obtient aucune fluorescence, et aux UV courts (254 nm) les pierres jaunes fluorescent en jaune très légèrement.

3. ANALYSES RAMAN DES PIERRES DE COULEURS

On étudie toutes les pierres au spectroscope Raman à une excitation de 785nm

LES PIERRES JAUNES : CHRYSOBERYL

Bien que les pierres 3 et 4 fluorescent fortement on reconnaît le spectre du chrysobéryl, oxyde de béryllium et d'aluminium (figure 40).

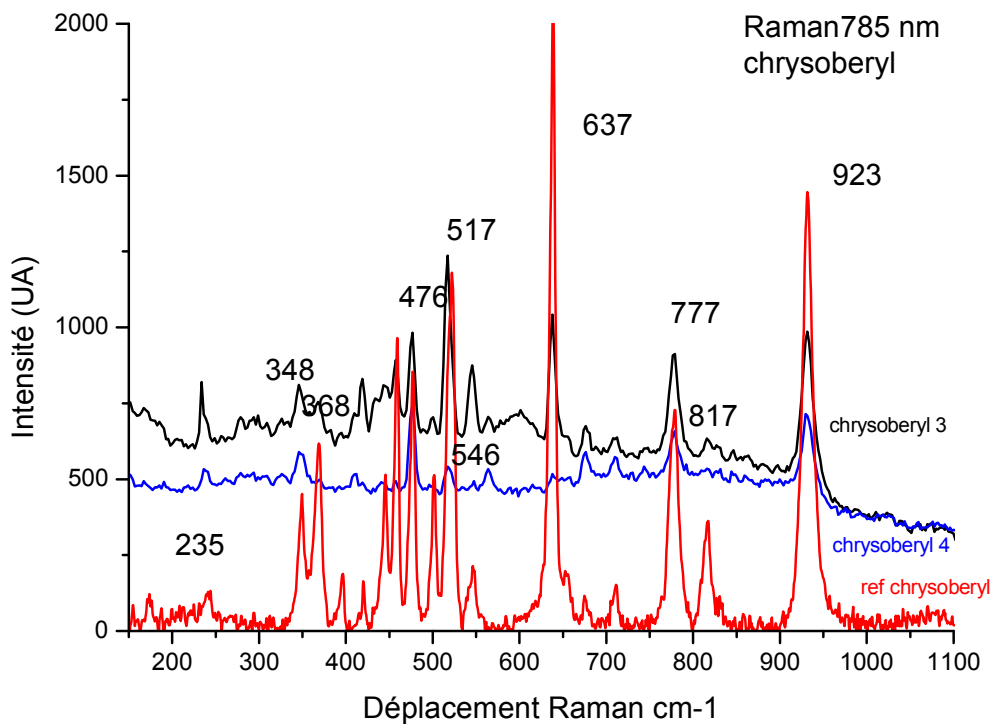


Figure 40: Spectre des chrysobéryl 3 et 4 comparés aux spectres de référence chrysobéryl (RRUFF R050125). Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

PIERRES VIOLETTE ET ROSE : QUARTZ

Les pierres 1 et 2 étudiées au spectroscopie Raman à 785 nm (figure 41 et 42) présentent des spectres caractéristiques de l'oxyde de silicium similaires au spectre quartz de référence (RRUFF 0400431) avec une raie principale à 462 cm^{-1} , la seconde à 203 cm^{-1} et d'autres moins significatives à 355 et 127 cm^{-1} qui traduisent les vibrations atomiques des différentes liaisons Si – O.

La pierre 1 étant de couleur violette il s'agit donc d'une améthyste sur clinquant et la pierre 2 étant transparente sur paillon rose il s'agit d'un cristal de roche sur clinquant

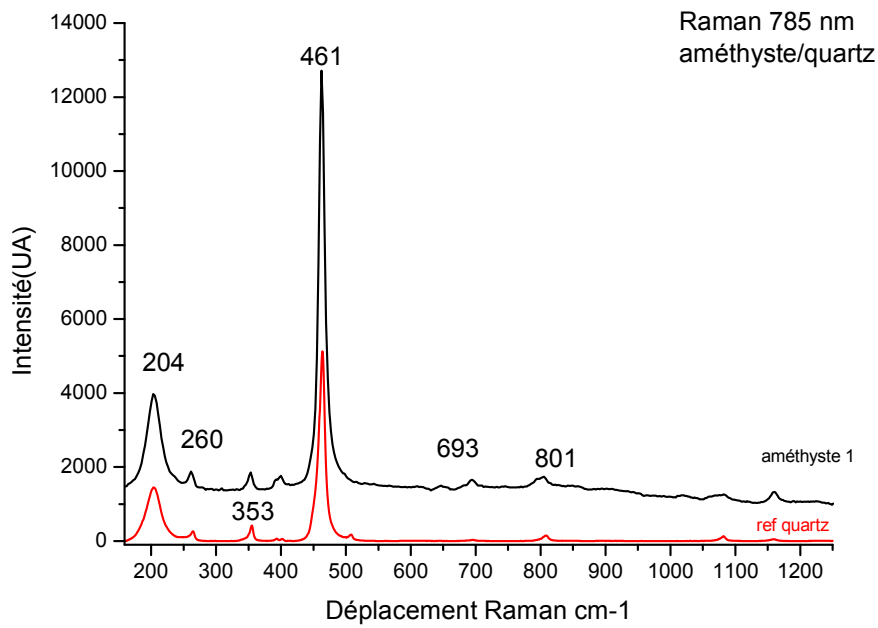


Figure 41: Spectre du quartz 1 comparé au spectre de référence du quartz. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

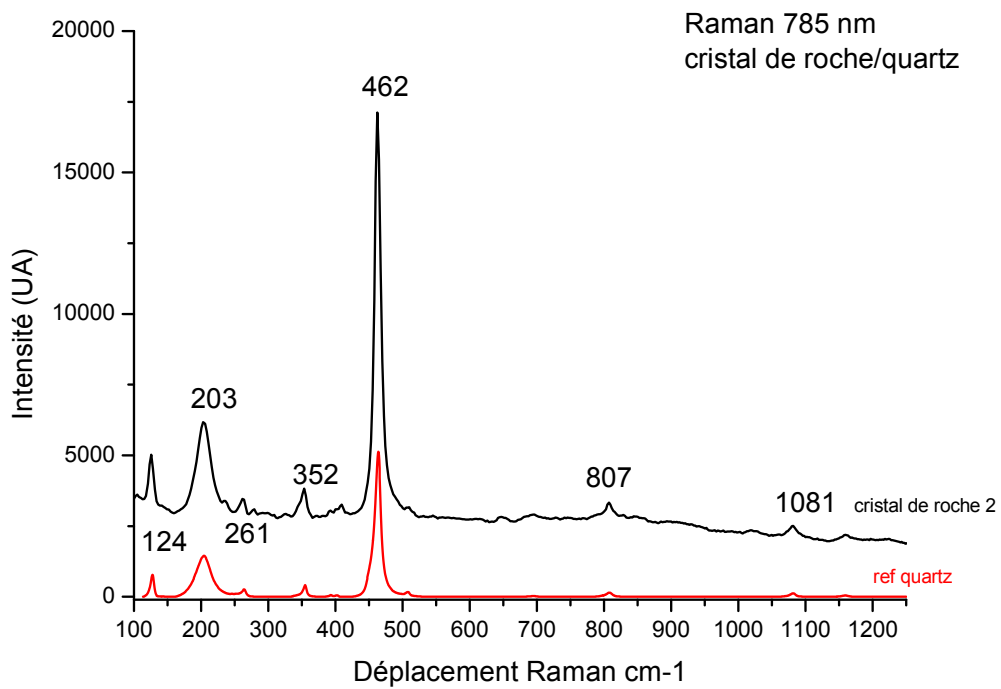


Figure 42: Spectre du quartz 2 comparé au spectre de référence du quartz. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

CONCLUSION GENERALE

Le but de ce mémoire a été d'étudier l'application de la gemmologie à l'univers des musées.

Durant cette journée nous avons été à même d'analyser les 7 pièces qui nous ont été confiées.

Nous avons pu préciser les cartels de tous les bijoux que nous avons étudié et ceci grâce aux outils de gemmologie traditionnelle (lampe UV, loupe X10...) mais également et surtout grâce aux techniques de gemmologie scientifique. Les outils de laboratoire portable non destructifs (spectrométrie Raman et analyse élémentaire par fluorescence X) nous ont permis d'obtenir des résultats scientifiques surs. Le Raman et la fluorescence X sont complémentaires. Dans certains cas du fait de l'émission trop importante de fluorescence lors de l'exposition aux rayons laser à 785 nm ou à 582 nm on ne peut obtenir un spectre lisible. Dans d'autre cas la composition élémentaire de la gemme ne peut être entièrement déterminée par fluorescence X (éléments trop légers pour être mesuré comme dans le cas de la topaze avec le fluor de l'hydrogène). Mais pour la majorité des gemmes nous sommes parvenus à un résultat concluant. Nous n'avons rencontré qu'un seul type de pierre que nous n'avons pas été en mesure d'étudier en raison leur toute petite taille : les pierres vertes sur le sacré cœur de la croix de l'ordre du Christ.

La spectrométrie de fluorescence X nous a servi à analyser les métaux et savoir quelle était la composition exacte des alliages mais également à connaître la composition exacte des grenats, le type auquel ils appartiennent et quelles pourraient être leur provenance.

Ces analyses nous ont donc permis en très peu de temps de lever tous les doutes quant aux gemmes qui n'avaient pas été définies sur leur cartel d'origine.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abade. E: L'Indépendant février 1991 pages 9 et 10 « Grenat, petite histoire d'une grande tradition ».
- Berbain. C, Aymar. J, Favreau. G: » Mines et minéraux des Pyrénées-Orientales et des Corbières ». 2005.
- Bersani, D., Ando S., Vignola P., Moltifiori G., Marino I.G., Lottici, P.P., Diella V., Micro-Raman spectroscopy as a routine tool for garnet analysis - Spectrochimica Acta Part A 73 (2009)
- Collection Nissim de Camondo, <http://www.lesartsdecoratifs.fr/francais/musees/musee-des-arts-decoratifs/collections/dossiers-thematiques/les-epingles-a-cravate-de-la-collection-nissim-de-camondo-1616/>
- Courtet M., Grenats de Perpignan, Grenats des Pyrénées orientales, Publié le 11 décembre 2010 <http://www.institutdugrenat.com/2010/12/grenats-de-perpignan-grenats-des-pyrenees-orientales/>
- Deer W. A., Howie R. A. and Zussman J., Rock Forming Minerals: Volume 1A (Second edition): ORTHOSILICATES, Longman Ed., 1982.
- Fonquernie. Laurent: » Grenats de Perpignan- Bijoux du Roussillon ». Société Agricole, Scientifique et Littéraire des Pyrénées-Orientales. 2006
- Gobert. Nicolas: « Les anciens minéralogistes du Royaume de France ». 1779. pp 249 à 257: « Des mines du Roussillon » par Le Monnier.
- Goujou. J.C, Guitard .G, Berbain. C : « Le massif de Costabonne, 2464m (Pyrénées-Orientales) ». Le Règne Minéral n°34.
- Guitard. G et Raguin. Eugène: « Sur la présence de gneiss à grenat et hypersthène dans le massif de l'Agly ». 1958.
- Guitard. G: « Mode de formation des skarns à grossulaire et diopside dans la mésozone du massif du Canigou ». 1969.
- Guitard. Gérard: « Mise en évidence de la réaction grenat + muscovite: andalousite + biotite + quartz dans les micaschistes mésozonaux des massifs du Canigou et du Roc de France ». 1969.
- Helson. Charles: « Richesses minérales des Pyrénées-Orientales » Le Roussillon 1876, l'Indépendant des Pyrénées-Orientales 1903.
- Mayen. G: « Le grenat reste un combat »- Métier d'Art- spécial Languedoc-Roussillon, pages 18 à 25, avril 1991.
- Musée Lalique <http://www.musee-lalique.com/decouvrir/collections/le-cristal>
- Palassou (Abbé Pierre): « Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées ». Paris, Didot, 1781. (Roussillon: pp 271-296).
- Possémé E., Lalique créateur et magicien, dans René Lalique. Bijoux. Verre (dir. Yvonne Brunhammer), Paris, Musée des Arts décoratifs, 1991, pp. 130-144
- Possémé E., Epingle de cravate de la maison Boucheron, collection du comte Nissim de Camondo /.RMN.1992 (p. 47 et repr. p. 34)
- Seifert AV. and Vrána S., Bohemian garnet. Bulletin of geosciences, vol. 80 n°2, 113-124, 2005.
- Weisberg, G. P., Edwain BECKER, and Éveline POSSÉMÉ. "Les Origins de L'Art Nouveau." La maison Bing, Anvers: Fonds Mercator (2004).

ANNEXE 1 : bibliographie du pendentif P2/8822 :

Possémé Evelyne; Forest Dominique. La collection de bijoux du Musée des Arts décoratifs à Paris. Paris : Musée des Arts décoratifs, 2002.

Heuzé Michèle. Les chefs d'œuvre de la galerie des Bijoux. L'Estampille-L'Objet d'Art, n° 394, septembre 2004,

Mauriès Patrick; Possémé Evelyne; del Moral, Jean-Marie (photographe). Flore : Galerie des bijoux. Paris : Les Arts Décoratifs, 2016

Il consiste à faire un mordant composé d'une portion de vernis blanc au carabé, ou de vernis noir, aussi au carabé, qui se trouve chez les marchands, et de deux portions d'huile grasse : ainsi, dans la supposition que la portion de vernis carabé, blanc ou noir, soit d'une once, la portion d'huile grasse sera de deux onces, le tout employé sans essence, de la manière ci-après détaillée :

On couche le mordant au pinceau, et, après cette opération, on essuie avec un velours, et l'on met un intervalle entre l'application du mordant et celle de l'or ; l'usage seul peut enseigner le mordant juste de siccité du mordant pour appliquer l'or ; on se sert d'un coussin de peau de veau fauve : ce coussin se vend, ainsi que le couteau et la palette, chez le marchand de couleurs.

Sur ledit coussin, on étale une feuille d'or battue, qu'on divise en petites portions proportionnées à la dimension de la place mise en mordant ; on applique sur le mordant cette portion, par le moyen de la palette à dorer ou du bilboquet, ou d'une simple carte, suivant l'habitude de l'ouvrier.

L'or une fois appliqué, on appuie dessus avec un morceau de peau bien propre ; on repasse ensuite avec un velours bien net, afin d'unir et de donner le brillant nécessaire ; on le laisse sécher dans une étuve très douce, et on lui donne après une ou plusieurs couches de vernis gras, avec l'attention de ne faire cette dernière opération que lorsque l'or est parfaitement sec, et qu'il n'est plus susceptible d'être imbibé du vernis qu'on y applique, et qui lui ôterait son éclat.

Les couches de vernis que l'on donne par-dessus l'or servent à le mettre à l'abri des frottemens, et à même d'être lavé en cas de salissures de mouches ou autres inconveniens.