# DIPLOME D'UNIVERSITE DE GEMMOLOGIE

Présenté devant l'Université Claude Bernard Lyon I U.F.R des Sciences et Technologies

Par

Mlle Lauriane FOREST

# ETUDE GEMMOLOGIQUE DE LA COURONNE DE LA VIERGE ET AUTRES PIECES DU TRESOR DE LA BASILIQUE DE FOURVIERE (Lyon)

Soutenu publiquement le 2 novembre 2016

Au Département de Physique

Devant la Commission d'examen composée de :

Mme Micheline BOUDEULLE Professeur émérite

M. Philippe BRUNEL Gemmologue

Mme Anne LAURENT Gemmologue ING

M. Loïc LESCUYER Gemmologue ING

M. Geoffray RIONDET Antiquaire

M. Gérard PANCZER Professeur Président du jury

Et M. Sam AUK Gemmologue invité



Statue de la Vierge à l'enfant du chœur de la basilique de Fourvière surmontée de la Couronne (photo par Philippe Coudol, source www.fourviere.org).

# **REMERCIEMENTS**

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Gérard Panczer, professeur à l'université Claude Bernard Lyon I, de m'avoir encouragée et accompagnée avec tant de disponibilité tout au long de ce travail.

Je remercie Monsieur Bernard Berthod, conservateur du site de Fourvière, d'avoir répondu très positivement à ce projet de collaboration.

Un grand merci à Monsieur Geoffray Riondet pour son aide éclairée et son soutien.

Je remercie également Madame Evelyne Poitevin pour ses encouragements et son enthousiasme à l'égard de ce projet.

Que soit aussi vivement remercié Maître Antoine Bérard.

Je remercie chaleureusement Mademoiselle Sandrine K. Pauget et Madame Catherine Forest pour leur aide précieuse ; ainsi que tous mes proches pour l'intérêt et le soutien qu'ils m'ont apporté.

# **TABLE DES MATIERES**

INTRO	DUCTION	5
AVAN	IT-PROPOS	7
Prem	ière partie : La Couronne de la Vierge	12
I)	MATERIAUX ET METHODES	
	Présentation de la Couronne	
	Méthodes utilisées	
	- Techniques usuelles de gemmologie	15
	<ul> <li>PIED A COULISSE TYPE LEVERIDGE</li> </ul>	
	<ul> <li>MICROSCOPE ET LOUPE 10X</li> </ul>	
	<ul> <li>LAMPE ULTRAVIOLETTE (UV)</li> </ul>	
	LAMPE BLANCHE	
	- Techniques de spectrométrie portable	18
	<ul> <li>SPECTROMETRIE DE LUMINESCENCE</li> </ul>	
	SPECTROMETRIE RAMAN	
II)	RESULTATS ET DISCUSSIONS	19
	Calibrage et masse des pierres principales	20
	2. Observations à la loupe et trinoculaire	23
	Observations sous illumination ultraviolette	
	Spectrométrie de luminescence	
	5. Spectrométrie Raman	
CONC	CLUSION de la première partie	44
Seco	nde partie : Autres pièces du Trésor	46
DEFIN	ITIONS	46
I)	MATERIAUX ET METHODES	48
	1. Présentation des pièces et des pierres principales	48
	2. Méthodes utilisées	53
	- Techniques usuelles de gemmologie	53
	<ul> <li>REFRACTOMETRE</li> </ul>	
	<ul> <li>POLARISCOPE</li> </ul>	
	PIED A COULISSE TYPE LEVERIDGE	
	MICROSCOPE ET LOUPE 10X	
	LAMPE ULTRAVIOLETTE (UV)	
	<ul> <li>LAMPE BLANCHE</li> </ul>	

	<ul> <li>Techniques de spectrométrie portable</li> </ul>	53
	<ul> <li>SPECTROMETRIE RAMAN</li> </ul>	
II)	RESULTATS ET DISCUSSIONS	53
,		
	3. Polariscope	60
	5. Spectrométrie Raman	61
RECAF	PITULATIF DES MATERIAUX APRES ANALYSE	66
CONC	CLUSION de la seconde partie	67
CONC	LUSION GENERALE	68
REFE	II) RESULTATS ET DISCUSSIONS.  1. Observations à la loupe et trinoculaire. 2. Observations sous illumination ultraviolette. 3. Polariscope. 4. Réfractomètre. 5. Spectrométrie Raman.  ECAPITULATIF DES MATERIAUX APRES ANALYSE.  DNCLUSION de la seconde partie.  DNCLUSION GENERALE.  EFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.  EXIQUE.	69
LEXIC	QUE	71
ANNE	XES	73

#### INTRODUCTION

M'orienter sur ce sujet de mémoire a été tout naturel lorsque j'ai intégré le DU de gemmologie à l'Université Lyon I. Tout d'abord, je souhaitais mêler gemmologie scientifique et histoire de l'art, afin d'allier deux domaines qui me passionnent, et d'approfondir mon champ de compétences. Ensuite, en tant que lyonnaise d'adoption, j'avais à cœur de contribuer à mon niveau à une meilleure connaissance de notre patrimoine lyonnais. La basilique de Fourvière est pour tout lyonnais un des symboles majeurs de la ville. La Couronne et le Trésor restent par contre assez méconnus du grand public, car ils ne sont visibles par le public qu'en de très rares occasions. A mon sens, avoir une entière connaissance scientifique et historique de ces œuvres d'orfèvrerie permet une meilleure valorisation du patrimoine. J'espère que cette étude y contribuera et servira pour les expositions futures.

Il faut préciser que seulement deux expertises avaient été réalisées auparavant, et uniquement sur les deux pièces principales : la Couronne et le nimbe, censés orner la statue de la Vierge à l'enfant de la basilique. La première par Beaumont (joaillier à Lyon) en 1996, assez succincte, liste les gemmes principales, ainsi que leurs valeurs de réalisation. La seconde a été faite par Me Antoine Bérard (commissaire-priseur associé à Mes Péron et Chenu à Lyon) en 2012, à laquelle j'ai eu la chance de participer, étant à l'époque employée par cette Etude de commissaires-priseurs. Elle est davantage détaillée et avait pour but l'estimation en valeur de remplacement à des fins d'assurance. Les deux ont été réalisées à l'aide de quelques instruments de gemmologie conventionnelle seulement, tels que loupe, lampe blanche, et leveridge pour les mesures. Il paraissait donc pertinent de pousser l'expertise plus loin, afin de s'assurer par des moyens scientifiques des hypothèses avancées, telle que la nature des pierres, et de prendre davantage de temps pour répertorier avec précision tous les éléments par des méthodes de travail systématiques. Il semblait également intéressant d'élargir cette étude à d'autres pièces du Trésor n'ayant jamais été expertisées.

Le Trésor constitue un important ensemble de pièces d'orfèvrerie regroupant 250 objets. La Couronne et le nimbe en sont les pièces principales. Elles ont été commandées à Armand-Calliat dans le but de couronner l'imposante statue de la Vierge et l'enfant Jésus installée dans le chœur de la nouvelle basilique. L'exposition consacrée au Trésor de Fourvière se tenant au Musée de Fourvière entre avril et août 2016 présentait 65 pièces d'orfèvrerie : la Couronne, quatre ostensoirs, vingt calices et un calice ostensoir, deux anneaux épiscopaux, trois crosses, deux pyxides, quatre croix pectorales et une croix reliquaire, quatre patènes, deux aiguières et deux bassins, deux bougeoirs, deux plats à gants, un formal épiscopal, deux ciboires, une monstrance eucharistique, une staurothèque, trois paires de burettes et quatre plateaux, une coquille de baptême, un vase à aspersion et goupillon et deux chrémeaux. Le nimbe n'était pas exposé. La plupart date de la fin du XIXe siècle. Beaucoup ont été réalisées par Armand-Calliat au sein du projet de construction de la nouvelle basilique de Fourvière, ou postérieurement. A l'époque, puis encore plus tard, des familles lyonnaises et des personnalités firent dons d'objets de valeur ou d'argent à la Commission de Fourvière afin de financer chaque étape de construction de la basilique, et de constituer le Trésor. Quelques pièces datant du XVII et XX<sup>e</sup> siècles, de diverses provenances font également partie du Trésor.

Ma démarche reçut un écho très favorable de la part de la direction de Fourvière. M. Bernard Berthod, en tant que conservateur de la basilique de Fourvière fût notre principal interlocuteur. Il va sans dire que ce projet n'aurait pu être mené à bien sans son aimable collaboration. La

réalisation de cette démarche a été facilitée par l'exposition consacrée au Trésor de Fourvière, car presque la totalité des pièces composant le Trésor y était regroupée. Nous avons donc convenu avec la direction de Fourvière de procéder à l'expertise à l'issue de l'exposition, fin août 2016. L'expertise devait obligatoirement se faire dans les locaux de Fourvière, et non dans les laboratoires de l'Université pour des raisons de sécurité évidentes. De ce fait, le matériel scientifique d'analyses était limité. Nous disposions néanmoins de plusieurs appareils de spectromètrie portables dont l'utilisation semblait pertinente : deux spectromètres Raman, un spectromètre d'absorption et un spectromètre de luminescence. Nous avions également avec nous un microscope, une lampe ultraviolette, une lampe blanche, un leveridge, un réfractomètre, un polariscope et une loupe. Le tout représentait 3 mallettes et 3 caisses, pour un volume d'environ 1 m³. Nous avons, grâce à l'ensemble de ce matériel, obtenu des résultats intéressants, permettant de confirmer ou non les hypothèses des expertises précédentes. Cependant, quelques points n'ont pas été démontrés avec certitude mais seulement déduits, du fait du manque de certains appareils et de la contrainte rendue par le sertissage des pierres.

Nous avons priorisé l'étude de la Couronne, étant la pièce majeure. Le nimbe n'ayant pas été exposé avec les autres pièces au Musée de Fourvière et conservé hors des locaux, nous n'avons malheureusement pas pu l'analyser pour confirmer de façon certaine les informations contenues dans les expertises précédentes. Nous disposions au total de trois jours sur place pour l'analyse complète de la Couronne. Ayant bien avancé au bout de deux jours, nous avons pu travailler sur six autres pièces du Trésor : l'anneau épiscopal de Mgr Etienne Bornet en or, argent doré, améthyste et diamants (Beaumont en 1930), un anneau épiscopal en or, argent doré, pierres et émaux (attribué à Armand-Calliat ou son successeur Amédée Cateland, non daté), un ciboire en argent doré, pierres, perles et émaux (Henri Nesme en 1900), la croix pectorale de Mgr Jean Delay en or et améthystes (orfèvre non identifié, vers 1935), le calice de la famille Blanchon en argent doré, pierres et perles (Armand-Calliat en 1916), et le ciboire dit de Fourvière en argent doré, pierres, perles et émaux (Armand-Calliat en 1876).

Cette étude est donc divisée en deux parties : la première traite de la Couronne, et la deuxième des six autres pièces analysées. Y sont exposés le processus d'analyses, les résultats et conclusions que nous en avons tiré.

Je souhaite à tout lecteur d'avoir autant de plaisir à prendre connaissance de ces chefsd'œuvre de l'orfèvrerie lyonnaise que j'en ai eu moi-même. Evidemment l'émotion suscitée quand on se trouve face à ce genre d'objets n'est pas comparable à une simple lecture, mais j'espère que cette étude éveillera l'intérêt et donnera envie de s'imprégner un peu mieux de ce pan de culture relatif à l'histoire de Fourvière et de l'orfèvrerie lyonnaise.

# **AVANT-PROPOS**



Figure 1 : Dessin du projet de la basilique de Fourvière par Pierre Bossan en 1856 (source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Basilique\_Notre-Dame\_de\_Fourvière#).

La colline de Fourvière, souvent appelée « la colline qui prie », est un lieu de culte historique. A partir du Moyen-Age, il est dédié à Marie. Tout au long de l'Histoire, les lyonnais s'adressèrent à Marie pour qu'elle leur vienne en aide lors de périodes de guerre ou d'épidémie. Des actes de dévotion, de remerciements à Marie, telle que la construction de la basilique de Fourvière (*figure 1*), ont ponctué l'Histoire lyonnaise (*tableau 1*). Cette tradition mariale est encore présente de nos jours.

Moyen-Age	Culte à Saint Thomas Cantorbéry puis à la Vierge.					
1168	Construction de la chapelle Saint-Thomas par Olivier de Chavannes.					
1630	Anne d'Autriche monte à Fourvière prier Notre-Dame de lui donner un héritier					
	au trône.					
Entre 1628 et 1642	Plusieurs épidémies de peste frappent la population lyonnaise.					
5 avril 1642	Vœu et procession à Notre-Dame vers Fourvière pour l'implorer de					
	délivrer la population de la peste.					
12 mars 1643	Pèlerinage annuel décidé, et <b>fixé le 8 septembre</b> , date de la nativité de Marie.					
1832	Lyon échappe de justesse au choléra. Réalisation du tableau d'Orsel en					
	remerciement à Marie.					
1849	Remplacement du vieux clocher de la chapelle.					
8 décembre 1852	Inauguration de la Vierge dorée réalisée par Fabisch dominant le clocher					
	rebâti. Initialement prévue le 8 septembre, elle est repoussée à cause des					
	intempéries.					
	Spontanément les lyonnais posent des lumignons aux fenêtres en signe de					
	piété : c'est la naissance de la <b>Fête des Lumières</b> .					
7 mars 1853	Création de la Commission de Fourvière afin de sanctuariser le domaine de					
	Fourvière. Elle se composait au départ de six membres, des notables lyonnais					
	jouant le rôle de « mécènes » et de gestionnaires. Sous forme de société civile,					
	elle s'est ensuite agrandie.					
1856 à 1866	Rachat des terrains environnants afin de constituer le domaine.					
8 octobre 1870	Vœu des lyonnais à la Vierge pour éloigner les troupes prussiennes					
	s'approchant de Lyon. La ville étant sauvée de l'invasion prussienne, l'idée de					
	construction de la nouvelle basilique, portée jusqu'alors par une minorité, est					
	décidée. La première souscription populaire rapporte 100 000 francs à la					
	Commission de Fourvière pour financer le début des travaux. Les <b>dons</b> se					
4070	succèderont ensuite au fil du temps pour financer la suite du projet.					
1872	Début de la construction menée par l'architecte Pierre Bossan, et son					
4000	suppléant Louis Sainte-Marie Perrin.					
1888	Pierre Bossan meurt, Sainte-Marie Perrin continue la construction.					
16 juin 1896	Inauguration de l'église de Fourvière.					
16 mars 1897	L'église est érigée en basilique.					
8 septembre 1900 Couronnement de la Vierge à l'enfant de l'autel de la basilie						
lugguion 1017	Couronne réalisée par T.J Armand-Calliat.					
Jusqu'en 1917	Sainte-Marie Perrin continue les travaux jusqu'à sa mort.					
1996	Création de la Fondation de Fourvière dans le prolongement de la Commission					
lugguià pas issues	pour assurer la pérennité du sanctuaire.					
Jusqu'à nos jours	Pérennité des dons, gestion et préservation par la Fondation. Rayonnement					
	de Fourvière dans le monde et affluence croissante de visiteurs.					

Tableau 1 : Chronologie des grands évènements liés à Fourvière.

Le lancement du projet ne s'est concrétisé qu'en 1872, mais les plans de la basilique ont en fait été réalisés plusieurs décennies auparavant par l'architecte Pierre Bossan. Avant que ce projet d'envergure ne se réalise sous l'impulsion du Vœu de 1870, les avis divergeaient au sein de la Commission de Fourvière et de l'Eglise. L'entreprise était en effet fort couteuse. Elle devait déjà couter 1 720 000 francs, mais en réalité plus de **9 000 000 de francs** furent nécessaires. La gestion de la Commission et les nombreux dons faits tout au long de la construction ont permis sa réalisation.

De nombreux notables mais également des familles lyonnaises modestes ont fait don d'argent ou d'objets précieux à la Commission de Fourvière pour honorer Marie et participer à la construction de la basilique et à la constitution du Trésor. De nombreux bijoux, la plupart du

temps démontés, ont servi à la fabrication de certaines pièces d'orfèvrerie du Trésor, dont la Couronne. Les dons ont été si abondants que certaines pierres ont par exemple été utilisées pour les couronnes de l'ancienne chapelle.

Le projet fut régulièrement freiné à cause de désaccords entre l'architecte et l'Eglise concernant certains éléments de construction ou de représentation. C'est son œuvre et Bossan fait peu de concessions, alors que des règles strictes émanant de l'Eglise régissent les édifices religieux. Mais le lien est assuré par la Commission de Fourvière et le projet avance progressivement. Un des désaccords concerne le couronnement de la Vierge. Bossan prévoyait une scène de couronnement par deux anges dorés surplombant la tête de la Vierge. Malgré les réticences de l'Eglise, et sans véritable accord, c'est comme cela que la Couronne fut installée (*figure 2*).



Figure 2 : Couronne en or et pierres réalisée par T.J Armand-Calliat soutenue par deux anges au-dessus de la statue de la Vierge (photo par Philippe Coudol, source www.fourviere.org).

La Couronne originale n'orne plus la statue de la Vierge depuis juin 1940. Elle fut retirée in extremis à l'approche des troupes allemandes et conservée à l'abri. Ce n'est que lors de la célébration des 100 ans de l'inauguration de la basilique en 1996 que les lyonnais purent à nouveau l'admirer. Depuis, des évènements et expositions rendent visibles au public la Couronne et d'autres pièces du Trésor, mais pour des raisons de sécurité, la Couronne n'est pas replacée au-dessus de la statue de la Vierge. Le nimbe lui, n'a en fait jamais été placé au-dessus de l'enfant Jésus, bien que la statue soit prévue pour l'accueillir.



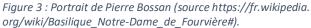




Figure 4 : Portrait de Thomas-Joseph Armand-Calliat. (photo par Ambruster, source « Les Mémoires de l'Académie de Lyon, T.VII, 1903 »).

Pierre Bossan (*figure 3*) (1814 – 1888), prolifique et talentueux architecte lyonnais, travaille sur ce projet depuis des années. Il souhaite ériger un monument néo-byzantin dédié à Marie surplombant la ville. Son talent ne s'exerce pas uniquement dans l'architecture de la basilique, mais dans tous les domaines connexes. Il s'investit totalement dans ce projet de longue date et réalise lui-même de nombreux dessins dont ceux de certaines pièces du Trésor, et surveille étroitement la réalisation du projet dans son ensemble, comprenant les sculptures, mosaïques...Et cela malgré la distance, car il s'est retiré à la Ciotat, d'où il est en contact avec Sainte-Marie Perrin veillant sur place au bon déroulement des travaux. C'est d'ailleurs celui-ci qui finira la construction car Pierre Bossan meurt en 1888, et ne verra pas son œuvre achevée.

Thomas-Joseph Armand (*figure 4*) (1822 – 1901) fait d'abord des études de droit, puis reprend l'atelier d'orfèvrerie Calliat au 18 rue du Gourguillon situé sur la colline de Fourvière en 1853 lorsqu'il épouse une des filles Calliat. Il prend alors le nom d'Armand-Calliat et se consacre à l'orfèvrerie religieuse. En 1862, l'atelier compte 40 employés. Il participe aux expositions universelles et est progressivement reconnu pour son talent dans l'art de la composition et pour la qualité de son travail. Il excelle dans les techniques de l'émail. Il met au point une gamme de couleurs qui lui sont propres, il utilise en grande majorité la technique de l'émail champlevé dans une grande qualité d'exécution, et crée des dégradés de couleurs techniquement difficiles à obtenir. Au début de sa carrière, il est largement influencé par le néo-gothique. Puis succède une période symbolique. Son style évolue, bien qu'il garde une influence moyenâgeuse, à partir de sa rencontre avec Bossan. Il utilise plus largement les émaux sur ses réalisations. A l'arrivée de son fils Marie-Joseph (1862 – 1939) à partir de 1881 dans l'atelier, le style évolue avec l'époque, et se teinte notamment des influences de l'Art

Nouveau. Cette influence est d'ailleurs visible sur la Couronne, par la représentation des éléments de décor, notamment les chérubins et les courbes végétales. Comme Bossan, Armand-Calliat est un homme très prolifique qui réalisa 2350 objets de 1853 à 1901, année de sa mort, dont seulement 899 sont connus. Son fils lui succéda jusqu'en 1922. Amédée Cateland repris ensuite l'affaire jusqu'à sa mort en 1938. La maison Amédée Cateland, reprise par sa femme Suzanne de 1939 à 1947 réalisa d'ailleurs entre 1945 et 1946 le fac-similé en bronze doré qui couronne la Vierge de nos jours à la place de la véritable Couronne.

Pierre Bossan et Thomas-Joseph Armand-Calliat se rencontrent un peu avant 1860. T.J Armand-Calliat considère Bossan comme son maître et s'inspire largement de son œuvre. Ils travaillent ensemble depuis plusieurs années déjà lorsqu'ils collaborent à la réalisation de plusieurs pièces d'orfèvrerie du Trésor, notamment la Couronne, le nimbe, le ciboire et le calice dits de Fourvière. Ce travail commun apparait d'ailleurs très nettement lorsqu'on met en parallèle l'intérieur de la basilique avec ces objets. Le style, les éléments décoratifs et symboliques (les chérubins, les roses symbole de la Vierge Marie les lys symbolisant la pureté, la Virginité, l'immortalité...) et les couleurs (bleu turquoise, couleur de la Vierge, or, blanc, symbole de pureté, rose pâle...) se font clairement écho.

Plusieurs dessins préparatoires étaient réalisés puis validés ou modifiés avant la fabrication (*voir annexe 1*). Le projet de la Couronne a été retravaillé. En effet, certains éléments iconographiques, de scènes historiées ont été refusés par la Commission de Fourvière. Armand-Calliat a dû se conformer à une iconographie réduite à un chœur de chérubins.

# Première partie : la Couronne de la Vierge

Pour éviter toute confusion, la *Couronne* de la Vierge sera citée avec une majuscule. La partie supérieure d'une pierre taillée, appelée <u>couronne</u> sera mentionnée sans majuscule.

Les mots soulignés sont définis dans le lexique.

# I) MATERIAUX ET METHODES

# 1. Présentation de la Couronne

La description suivante est réalisée à partir des expertises précédentes en <u>valeur de réalisation</u> et en <u>valeur de remplacement</u> (*annexe 2*) et de l'observation à l'œil nu, avec les éléments dont nous disposions avant de procéder à l'expertise et aux analyses complètes. Les gemmes sont donc présentées ici sous leur appellation habituelle donnée dans les expertises et textes divers. Celles-ci sont confirmées ou non par nos analyses, dont les résultats sont donnés ultérieurement dans cette étude.

Des photos complémentaires de la Couronne sont intégrées en *annexe* 3 afin d'illustrer les descriptions suivantes.

Les numérotations des parties et pierres sont consultables sur le dessin du développé de la Couronne en *annexe 4*.



Figure 5 : Couronne de la Vierge vue de la partie A.

La Couronne (figure 5) est composée d'un large bandeau évasé fait de deux motifs alternés se répétant chacun huit fois. Le premier motif de forme géométrique est encadré d'une bande bleu turquoise au contour de filigranes, ponctuée de diamants et de demi-perles en alternance, se terminant par deux volutes agrémentées de perles sur la partie inférieure du motif. Représenté au centre, un chérubin aux paupières mi-closes, les ailes déployées, émaillées d'un rose tendre en dégradé, et dont chaque plume est ornée de diamants taille ancienne (voir annexe 5). Son front est étoilé d'un brillant, son nimbe blanc nacré cerclé de bleu turquoise est ponctué d'un rubis ovale et de six demi-perles. La pointe supérieure du motif est composée d'un important diamant taille coussin (voir annexe 5) entouré d'émail de couleur rouge brique et ivoire, et de cinq diamants taille ancienne (voir annexe 5). Ces huit parties identiques, qui seront appelées « motif(s) chérubin(s) » ou « partie(s) chérubin(s) » dans cette étude, sont reliées les unes entre elles par une fleur de lys héraldique composant le deuxième motif, également répété huit fois, que nous appellerons « motif(s) fleur de lys » ou « partie(s) fleur de lys ». Sur la partie inférieure de ce motif, une fleur de lys héraldique bleu roi et rouge brique entièrement sertie de diamants taille ancienne, d'éclats de diamants et de perles se dessine sur une étroite bande de métal. Elle est surplombée par une gerbe végétale vert menthe stylisée s'évasant agrémentée de diamants taille ancienne dont quatre plus importants aux extrémités. Pointant au sommet, une rose aux feuilles d'or, à cinq pétales émaillés de rose foncé et blanc dégradés centrée d'un brillant termine le motif.

De l'intérieur du bandeau partent huit **bandes verticales** identiques, qui, après l'avoir accompagné dans son évasement, s'en séparent et s'affinent pour venir se rejoindre au sommet. Ce motif vertical répété est bordé par deux fines lignes ivoire et rouge brique serties de demi-perles. Sur une base bleu turquoise se dessinent en miroir des volutes bleu roi serties de diamants taille rose (*voir annexe 5*) et des feuilles d'or d'où se détachent cinq roses en relief aux pétales rose foncé et blanc dégradés retenant chacun en leur centre par des griffes une citrine taillée en rose. Sur certaines bandes (A3, B3, C3, G3 et H3), la rose la plus basse est sertie d'un important diamant à la place d'une citrine. Sur une bande (D3), les deux roses les plus basses retiennent deux motifs de fleurs pavées de diamants.

Au sommet des huit bandes, une petite couronne émaillée de rouge brique et vert foncé, sertie de huit rubis ronds supporte une magnifique fleur de lys au naturel à six pétales, dont chacun est entièrement pavé de brillants montés à jour. Sept grands pistils composent l'extrémité de la Couronne. Tout en haut une importante perle domine les six autres pistils sertis de diamants taille ancienne. Nous appellerons toute cette partie supérieure « cimier ».

La partie inférieure, placée en dessous du bandeau principal, est une fine **ceinture frontale** composée d'une succession d'importantes pierres de couleurs, de diamants et de perles formant 32 ensembles. La composition est relativement régulière, ainsi, un ensemble de pierres trouve son équivalent à l'opposé, de l'autre côté de la Couronne, et les pierres principales sont encadrées d'ensembles identiques. Deux têtes de bagues émeraude avec entourage diamants sont montées telles quelles. Les autres pierres n'ont pas été intégrées avec leur monture antérieure. La ceinture frontale compte à elle seule **170** pierres réparties en 32 ensembles.

Les variétés de pierres sur la ceinture frontale annoncées dans les expertises antérieures sont : diamants, saphirs, émeraudes, rubis, améthystes, opales, turquoises, grenats, « doublets », perles.

Nous avons compté le nombre exact des pierres, qui n'apparaît pas dans les expertises précédentes. Dans d'autres documents, il est fait question de plus de 1600. Au total, **1791** pierres et perles ornent la Couronne. La plupart sont des diamants, de toutes tailles, et de toutes formes.

Hormis les citrines qui sont serties par des griffes, et les diamants composant le pavage de la fleur de lys du cimier <u>sertis grains</u>, toutes les pierres sont serties clos. La bande de métal entourant les pierres est finement dentelée.

A la base de la Couronne, à l'intérieur, est gravé « ARMAND-CALLIAT ET FILS – ORFEVRES A LYON » (voir annexe 3).

La Couronne est entièrement réalisée en or jaune. Le poinçon du médecin grec apposé trois fois l'atteste (*voir annexe 3*). L'expertise de 2012 (*annexe 2*) indique qu'elle pèse **4050** grammes. Nous n'avons pas vérifié cette donnée, car nous avons priorisé les tests et observations n'ayant jamais été réalisés auparavant, et nécessitant un matériel scientifique spécifique.

Certaines parties sont massives, d'autres creuses. La ceinture frontale ainsi que toutes les parties du cimier sont en or massif. Tous les éléments du bandeau et les huit bandes verticales en or sont creux. Les figures et motifs ont été réalisés en <u>repoussé</u>. De fines plaques ont été vissées à l'arrière. Les têtes de vis sont en or, bombées, avec quatre discrètes encoches périphériques pour le vissage. D'autres vis en métal commun à la base de la Couronne sont prévues pour la mise en place de celle-ci portée par les anges au-dessus de la tête de la Vierge (*voir figure 2*).

La surface de la Couronne est largement couverte d'<u>émaux champlevés</u> de différentes couleurs et nuances, parfois dégradées, bien particulières au travail d'Armand-Calliat, et faisant écho aux coloris de la basilique. Le bleu turquoise dominant se mêle à des nuances de rouge, de rose, de vert, de bleu foncé et d'ivoire. Les seules parties n'étant pas émaillées sont la ceinture frontale, déjà richement sertie de pierres de couleurs vives et variées, ainsi que la fleur de lys du cimier, entièrement pavée de diamants.

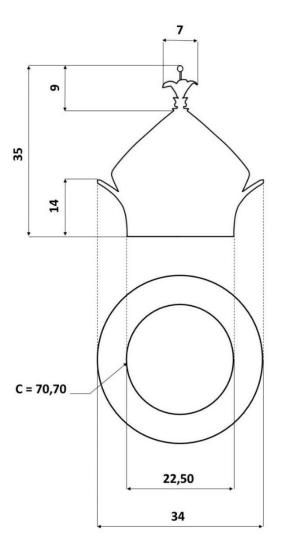


Figure 6 : Dimensions principales de la Couronne.

Au niveau de la ceinture frontale, le diamètre est de 22.50 cm, et la circonférence de 70.70 cm (figure 6). L'encombrement de 34 cm correspond au diamètre pris en haut du bandeau, au niveau des motifs de roses. La hauteur totale est de 35 cm. La hauteur de la base jusqu'au haut du bandeau est égale à 14 cm. Le cimier fait 9 cm de hauteur et 7 cm de largeur maximum.

La Couronne est en or et émaux polychromes. Les 1791 pierres la composant d'après les expertises antérieures sont diamants, saphirs, émeraudes, rubis, perles, citrines, améthystes, opales, turquoises, grenats, « doublets ». Elle mesure 34 par 35 cm.

# 2. Méthodes utilisées

- Techniques usuelles de gemmologie :

# PIED A COULISSE TYPE LEVERIDGE



Figure 7 : Mesure d'une citrine avec le calibre digital Leveridge.

Les **dimensions** des pierres ont été mesurées avec un **calibre digital Leveridge** au 1/10 de mm près (*figure 7*).

A cause des contraintes du sertissage, seules la longueur et la largeur des pierres principales ont être prises (*consultables en annexe 4*). La culasse des pierres est toujours enfermée dans le métal, ce qui ne permet pas de mesurer la profondeur. Pour réaliser les calculs de la masse approximative des pierres, nous avons utilisé une profondeur standard. Nous verrons cela plus en détails dans la partie « résultats ».

# • MICROSCOPE ET LOUPE 10X



Figure 8 : Observation des pierres de la ceinture frontale de la Couronne à la trinoculaire.

La **trinoculaire** HRD ZEISS AXIOTECH est équipée d'une sortie pour prises de vues réalisées avec un appareil photo numérique Nikon. L'observation (*figure* 8) peut se faire sous différents éclairages : avec champ sombre pour observer les caractéristiques internes, et éclairage en lumière réfléchie pour les caractéristiques externes. Nous avons utilisé des grossissements allant de 10x à 20x, à l'aide du zoom progressif permettant de garder de vue le point observé.

Les différentes parties et le pied articulés de l'appareil permettent une inclinaison et une hauteur réglables. Cela nous a permis, malgré les contraintes d'encombrement, et après avoir trouvé le positionnement idéal, d'observer toute la partie inférieure de la Couronne, en particulier la ceinture frontale sertie des pierres les plus intéressantes à étudier.

Nous avons pu observer les pierres principales en détails : les inclusions et l'état de surface, mais également le travail de réalisation : le sertissage, les détails de fabrication et les poinçons. Les éléments les plus notables ont été photographiés.

# • LAMPE ULTRAVIOLETTE (UV)

La lampe UV permet deux éclairages à différentes longueurs d'onde ultraviolettes. Une à **365** nm appelée UltraViolets **Longs** (UVL) et l'autre à **254** nm appelée UltraViolets **Courts**. L'observation se fait dans l'obscurité la plus complète possible pour éviter les rayonnements parasites. La lampe est placée à une distance d'environ 20 cm des pierres observées.

La réaction des gemmes exposées aux UV est plus ou moins caractéristique selon le type de pierre, et se traduit par une <u>luminescence</u> (la plupart du temps de la fluorescence, et dans quelques cas de la phosphorescence) plus ou moins intense, ou bien l'absence totale de luminescence. Selon la longueur d'onde d'exposition, la réaction n'est pas la même sur un même échantillon. C'est un test intéressant qui doit être complété par d'autres tests, les résultats UV étant variables pour une même variété de gemme. Dans un lot de pierres, cela peut permettre de mettre rapidement en évidence quelques pierres réagissant différemment des autres. Ce test est utile par exemple pour aider à distinguer les variétés de pierres rouges les plus courantes, car elles ont des réactions différentes entre elles et relativement constantes pour une même variété. L'observation UV peut également aider à démontrer la présence d'un traitement d'un matériau de synthèse ou artificiel.

L'utilisation de la lampe UV nous a aussi permis de constater la réaction des émaux, et d'observer la Couronne d'une toute autre manière.

#### • LAMPE BLANCHE

Elle permet l'observation normalisée des gemmes sous lumière du jour. Une lumière incidente quelconque fausserait notre perception de la couleur et rendrait les résultats aléatoires. Il est important que l'observation se fasse toujours dans les mêmes conditions.

Nous n'avons pas pu utiliser le polariscope, le réfractomètre, ni le spectroscope, instruments de gemmologie conventionnelle pertinents pour tester les pierres de la Couronne à cause de l'encombrement de celle-ci, et du type de sertissage des pierres. Nous avons par contre pu nous servir du réfractomètre et du polariscope sur quelques pièces d'orfèvrerie présentées en seconde partie.

# Techniques de spectrométrie portable :

#### • SPECTROMETRIE DE LUMINESCENCE

L'appareil portable utilisé est un détecteur Ocean Optics USB2000 de gamme spectrale 350 à 950 nm.

Lors de l'analyse, l'échantillon est exposé à une lumière ultraviolette (365 ou 254 nm), donc de haute énergie, à l'aide de la lampe ultraviolette présentée précédemment. L'émission d'énergie plus basse générée par la désexcitation des atomes, se traduisant généralement par de la luminescence, est collectée à l'extrémité de la fibre optique de l'appareil. Le spectre d'émission obtenu est traité via le logiciel Spectrasuite sur ordinateur. Cette analyse permet d'évaluer la concentration d'un élément trace présent dans la structure d'une gemme, et de déterminer le type de diamant en présence. Elle peut également permettre de différencier un diamant blanc naturel d'un diamant synthétique HPHT. Ce spectre, propre à chaque spécimen, peut être considéré comme la carte d'identité, la signature de la pierre. Il peut donc présenter un intérêt pour l'identification d'une pierre en cas de nécessité (assurance, vol...).

Sous basse température, les résultats sont d'une plus grande précision. Il aurait été idéal de travailler sous immersion dans l'azote liquide, chose que nous n'avons pas pu faire. Nous avons malgré tout pu obtenir des résultats lisibles à température ambiante. Les tests ont été réalisés avec 3 secondes d'acquisition.

#### SPECTROMETRIE RAMAN

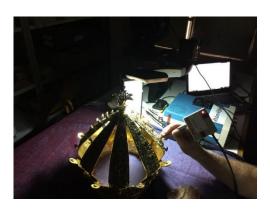


Figure 9 : Utilisation du spectromètre portable Raman (laser 785 nm) dans l'obscurité. Le faisceau lumineux doit être appliqué contre le matériau étudié.

Cette technique permet de connaître la structure chimique et moléculaire d'un échantillon. Pour ce faire, on se place dans l'obscurité et on soumet la pierre à un rayonnement laser monochromatique d'une longueur d'onde donnée (*figure 9*). La majeure partie du faisceau lumineux est transmise dans le matériau, et une mineure partie diffusée. Le spectre résultant de cette partie de lumière diffusée permet de mettre en évidence des pics à certaines longueurs d'ondes qui traduisent un mode de vibration atomique spécifique (en fonction de plusieurs facteurs tels que les atomes en présence et l'environnement structural). Or, la

structure cristalline de chaque famille de gemmes se compose de vibrations atomiques propres permettant de l'identifier. L'observation du spectre peut quelques fois aider à différencier un matériau naturel d'un synthétique, mais d'autres appareils doivent être utilisés pour confirmer cette observation.

Nous avons utilisé deux appareils de spectrométrie Raman portables Ocean Optics QE65000 possédant chacun un laser de longueurs d'ondes différentes :

Laser proche infrarouge à 785 nm

• Puissance laser : 250 mW

Domaine d'analyse : 200 à 2700 cm<sup>-1</sup>

Résolution spectrale : 4 cm<sup>-1</sup>

Nous avons privilégié ce spectromètre pour réaliser les analyses car en général l'exposition à cette longueur d'onde génère moins de luminescence, qui nuit à la lisibilité du spectre Raman.

Laser vert à 532 nm

Puissance laser : 50 mW

Domaine d'analyse : 150 à 1800 cm<sup>-1</sup>

• Résolution spectrale : 2 cm<sup>-1</sup>

Ce laser a été utilisé en complément lorsque les résultats obtenus à l'aide du laser proche infrarouge n'étaient pas satisfaisants.

Tous les tests ont été réalisés avec 5 secondes d'acquisition.

Les résultats ont été analysés sur ordinateur via le logiciel Spectrasuite.

Chaque appareil a préalablement été calibré par l'analyse d'un diamant. Etant un élément natif dont la structure est uniquement composée d'atomes de carbone dont les liaisons sont toutes identiques, le spectre Raman du diamant comporte un seul pic à 1332 cm<sup>-1</sup>. Il permet de mettre en évidence un éventuel décalage et d'éviter des résultats faussés par la suite.

Il n'a pas toujours été aisé d'obtenir des résultats satisfaisants à cause des contraintes du sertissage et des petites dimensions de certaines pierres.

Nous n'avons pas pu utiliser la **spectrométrie d'absorption** car le faisceau lumineux doit traverser la pierre, et le sertissage ne le permettait pour aucune pierre. La spectrométrie d'absorption est une méthode de spectrométrie électromagnétique utilisée pour déterminer la concentration (résultats non quantitatifs) et la structure d'une substance en mesurant l'intensité du rayonnement électromagnétique qu'elle absorbe à des longueurs d'ondes différentes. Plus concrètement, cela aurait permis d'aider à déterminer si les corindons sont naturels ou synthétiques, et s'ils proviennent de gisements métamorphiques ou magmatiques. Nous aurions éventuellement pu en déduire, croisé avec d'autres informations, leur provenance.

# II) RESULTATS ET DISCUSSIONS

Nous aurions également pu définir grossièrement le type de grenats en présence.

Les résultats obtenus sont présentés par famille de gemmes, sous les identités données dans les expertises antérieures. Ces identités seront confirmées ou non lors de la présentation des résultats.

# 1. Calibrage et masse des pierres principales

A l'aide d'un pied à coulisse type leveridge, nous avons pu prendre la longueur et la largeur des pierres les plus importantes : les 32 pierres de centre de la ceinture frontale, les citrines, les diamants les plus gros du bandeau et des bandes verticales, ainsi que l'importante perle du cimier. Les dimensions sont consultables sur le développé en *annexe 4*.

Ces mesures permettent de calculer la **masse en carats** de chaque pierre, à condition que le type de taille le rende possible. Ce calcul donne un résultat approximatif car les tailles de pierres sont très variables. Le seul moyen d'obtenir une donnée précise est de peser directement la pierre non sertie, et il n'est bien sûr pas envisageable de dessertir les pierres de pièces historiques.

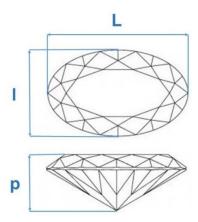


Figure 10 : Longueur (L), largeur (I) et profondeur (p) d'une pierre ovale.

Pour réaliser le calcul de masse en carats, il faut mesurer la longueur (L), la largeur (I) et la profondeur (p) de la pierre (figure 10). Malheureusement, étant donné le type de sertissage des pierres de la Couronne, la profondeur n'est pas mesurable. Nous avons donc travaillé uniquement à l'aide des deux autres mesures, en estimant la profondeur à 60% par rapport au diamètre moyen. Il s'agit des proportions moyennes de taille. Elles sont peu variables pour les diamants taille brillant rond étant donné que cette taille respecte des proportions très précises. Elles sont par contre assez variables pour les autres types de pierres. Les lapidaires cherchent à garder le plus de matière possible, la culasse des pierres est de ce fait en général assez importante. Mais il doit s'adapter aux contraintes spécifiques à chaque pierre (inclusions, couleur, fissures...) et c'est pour cela qu'on trouve des pierres de profondeurs variées. Une pierre brute de couleur très claire sera taillée avec une culasse profonde pour intensifier la couleur. Au contraire, il ressortira d'un cristal foncé une pierre taillée avec une culasse peu profonde pour la rendre plus claire. Après de nombreuses comparaisons entre différents types de gemmes, différentes tailles et différents sites internet de négociants en pierres, on peut estimer entre 46 à 62% la profondeur d'une pierre par rapport à son diamètre moyen, ou dans le cas d'une pierre ovale ou rectangulaire la valeur moyenne entre longueur et largeur. Comme la moyenne globale environne les 60% et que les pierres serties sur la Couronne paraissent assez culassées (vue par la table), la masse approximative des pierres de cette étude est calculée avec ce pourcentage de 60%.

Les trois mesures au centième de millimètre près précédemment citées sont toutes les trois multipliées entre elles, et multipliées par la **densité** (D), on doit donc avoir préalablement

identifié la gemme, et par un **coefficient correctif** empirique à sélectionner en fonction du type de taille en présence, et que l'on trouve dans des bases de données de gemmologie.

Ce calcul étant particulièrement appliqué sur les diamants montés, il existe un calcul simplifié regroupant la densité et le coefficient correctif en un seul chiffre précisément adapté à la taille brillant. Il est possible d'utiliser ce même calcul pour des tailles anciennes de diamants, plus variables et irrégulières, il faut cependant garder en tête que le résultat trouvé peut être assez approximatif.

# Calcul de la masse de gemmes en carats

<u>Dimensions à mesurer</u> : longueur (L), largeur (I), profondeur (p) en mm

Données nécessaires : densité (D), coefficient correctif adapté au type de taille de la pierre

DIAMANT (rond): (diamètre moyen)2 x p x 0.0061

PIERRE DE COULEUR : - ovale :  $(\frac{L+l}{2})^2 \times p \times D \times 0,0021$ 

- taille émeraude : L x I x p x D x 0.0027 - coussin carré : L x I x p x D x 0.0024

# Estimation de la profondeur quand elle n'est pas mesurable

Elle est en général égale à 60% du diamètre (d) de la pierre.

Pour les pierres rondes :  $\frac{d}{100}$  x 60

Pour les pierres rectangulaires ou ovales :  $\frac{L+l}{2}$  = dimension moyenne  $\frac{\dim moy}{100}$  x 60

# Calcul de la masse approximative des pierres principales

#### Diamant demi taille A3d:

Diamètre moyen = 11.92 mm Profondeur estimée =  $\frac{11.92}{100}$  x 60 = 7,15 mm

 $A3d = (11,92)^2 \times 7,15 \times 0,0061 = 6,20$  carats

# Emeraude taille émeraude CF1 :

Longueur = 7,87 mm Largeur = 6,64 mm

Profondeur estimée =  $\frac{7,87+6,64}{2}$  = 7,255  $\frac{7,25}{100}$  x 60 = 4,35 mm

CF1 =  $7.87 \times 6.64 \times 4.35 \times 2.7 \times 0.0027 = 1.66$  carats

**Saphir ovale CF9**: Longueur = 9,81 mm Largeur = 8,26 mm

Profondeur estimée =  $\frac{9,81+8,26}{3}$  = 9,03  $\frac{9,03}{100}$  x 60 = 5,42

CF9 =  $9.03^2$  x 5.42 x 4 x 0.0021 = **3.72** carats

La masse approximative des pierres les plus importantes est notée dans les expertises précédentes (annexe 2). Des différences d'estimation de masse entre les trois expertises notables apparaissent. Plutôt que d'être contradictoires, elles sont complémentaires. Au cours de l'expertise de 2012, et probablement de l'expertise de 1996, les dimensions (longueur et largeur) des pierres principales ont été prises à l'aide du leveridge, ainsi qu'avec un calibre pour diamants (plaque percée dont les trous correspondent aux diamètres de pierres de caratages donnés). Les approximations de masses ont été réalisées avec ces instruments et la loupe. Aucun calcul n'a été réalisé mais les estimations ont été faites sur place. La loupe permet d'apprécier les détails d'une taille, à savoir une couronne plate, ou une culasse profonde (visible à travers la table) ou tout autre particularité. Les approximations de masses ont été adaptées en fonction de ce que l'observateur voyait. Notre méthode beaucoup plus systématique permet de mettre une autre approche en parallèle. Nous n'avions pas la possibilité de réaliser tous les calculs sur place, et n'avions donc pas la loupe pour estimer les variations de tailles possibles, et mettre en commun observations et calculs précis. Nos calculs systématiques a priori plus précis doivent tout de même être comparés à certaines variations notables des évaluations précédentes.

Nous nous sommes restreints à l'estimation de masse des pierres les plus grosses taillées régulièrement, avec <u>couronne</u> et <u>culasse</u>. Le *tableau* 2 présente ces résultats comparés aux évaluations des expertises précédentes. Seules l'améthyste la plus importante et l'améthyste la plus petite sont présentées, les autres ont une masse se situant entre les deux. La masse des pierres taillées en roses n'a pas été calculée dans cette étude, mais les expertises antérieures font mentions de la masse des pierres taillées en roses les plus importantes (*voir annexe 2*).

Le diamant le plus gros appelé A3d (*voir développé en annexe 4*), est taillé en demi taille (*voir annexe 5*). Cette taille a des proportions proches de la taille brillant. La méthode de calcul proposée permet une estimation assez précise de sa masse. Il a certainement été sous-évalué lors des expertises antérieures.

				Expertise 2016	Expertise 2012	Expertise 1996
			A3d	6,20	4,90	4,60
			B3d	3,14	3,50	2,00
BANDEAUX VERTICAUX	DIAMANTS		C3d	-	1,30	-
		G3d	-	1,00	-	
			H3d	3,41	3,20	3,00
			A1d	1,97	2,80	2,50
			B1b	1,82	2,30	2,00
			C1d	1,07	2,20	1,30
PARTIES CHERUBINS	DIAMANTS		D1d	1,69	2,20	1,80
FARTIES CHEROBINS		E1d	1,50	1,50	1,60	
		F1d	1,75	1,80	1,80	
			G1d	1,65	1,20	2,00
			H1d	1,78	-	2,20
	DIAMANTS		CF2	1,73	1,70	3,80
			CF32	1,82	1,50	
	EMERAUDES		CF1	1,66	2,00	1,80
			CF17	0,80	0,70	0,70
	SAPHIRS		CF9	3,69	3,50	-
CEINTURE FRONTALE			CF25	1,65	1,30	1,80
CENTORETRONTALE	RUBIS		CF5	1,60	1,40	-
			CF13	1,38	0,80	-
			CF21	1,06	0,90	-
			CF29	1,69	1,40	-
	AMETHYSTES	MAX	CF3	2,70	-	-
		MIN	CF7	1,40	-	-

Tableau 2 : Comparaison des masses approximatives des pierres principales données dans les trois expertises.

Nous avons vérifié le diamètre de la **perle principale** montée sur le cimier de la Couronne. L'expertise de 2012 mentionne un diamètre de **8.5** mm (*voir annexe 2*). Nous avons trouvé le même diamètre.

Dans l'expertise de 2012, il est noté que la masse totale en diamants sur la Couronne est de **129** carats. La masse de tous les diamants, des gros ainsi que des petits, a été évaluée, et additionnée. Il est difficile d'évaluer précisément un si grand nombre de pierres de tailles parfois très irrégulières et très petites, et bien que cette donnée, à titre indicatif soit intéressante, elle n'est pas pertinente quant à l'estimation de la valeur en diamants, puisque pour le même nombre de carats totaux, la valeur ne sera pas du tout la même en fonction des grosseurs de pierres. Une pierre de 1 carat vaut plus que deux pierres de 0.50 carat de même qualité par exemple.

Par la mesure de la longueur et largeur des pierres, nous avons pu déduire par une méthode de calcul systématique leur masse approximative en carats et les comparer aux évaluations faites lors des expertises précédentes. Le *tableau comparatif 2* montre que les estimations faites lors des trois expertises sont cohérentes. La plus grande différence concerne le diamant principal A3d. Nous avons trouvé une masse d'environ 6.20 cts, alors qu'il avait précédemment été évalué à 4.60 et 4.90 cts. La perle du cimier mesure 8.50 mm de diamètre.

# 2. Observations à la loupe et trinoculaire

Malgré les importantes contraintes d'encombrement de la Couronne, nous avons étudié les pierres de la ceinture frontale sous trinoculaire. Pour cela, nous avons incliné la Couronne et décalé le pied articulé de l'appareil de façon à passer le socle à l'intérieur de la Couronne, ellemême posée précautionneusement sur la table. Etant donné le type de sertissage des pierres, l'observation n'a pu se faire que par la table, ni de profil, ni côté culasse.

#### **QUARTZ:**

Les **citrines** des bandes verticales taillées en roses et les **améthystes** de la ceinture frontale de taille ovale présentent quelques petits cristaux disséminés et des givres de guérison.



Figure 11: Améthyste CF19 présentant des flashes rouges atypiques. Prise de vue sous grossissement 10x.

Ce qui a particulièrement attiré notre attention en observant les améthystes à la loupe et à la trinoculaire sont des flashes de couleur rouge très visibles à l'intérieur des pierres. Cet aspect atypique est nettement visible sur l'améthyste CF19 (figure 11). Cette caractéristique peut faire penser à un matériau artificiel de haute dispersion, du verre riche en plomb par exemple. Ou bien à des pierres composites, réalisées par assemblage de plusieurs matières différentes peu couteuses imitant une pierre naturelle de plus grande valeur. Il semble cependant étonnant que ce procédé ait été utilisé pour imiter des améthystes, pierres naturelles très bon marché. Les pierres présentent uniquement des inclusions naturelles, et aucune caractéristique interne propre à une pierre artificielle ou synthétique n'est visible, ni aucun élément mettant en évidence un assemblage, tels que bulles, nuages de fines bulles, traces de fusion, plan de jonction...Au moins une de ces caractéristiques est généralement visible. L'observation de profil nous aurait permis de voir le plan de jonction. Il est difficile de tirer des conclusions en regardant la pierre uniquement du dessus. Cette observation est à compléter par des tests.

L'expertise de 2012 avait soulevé les mêmes interrogations. Le rapport écrit (*annexe 2*) dénombre des améthystes, mais également des « <u>doublets</u> ». Aucune précision n'est apportée à cette dénomination.

#### **EMERAUDES**:



Figure 12 : Jardin de l'émeraude CF1. Prise de vue grossissement 15x.



Figure 13 : Jardin de l'émeraude CF17. Prise de vue gross. 10x.

Les deux émeraudes de taille émeraude de la ceinture frontale montrent ce que l'on appelle un « jardin » (*figures 12 et 13*). Il s'agit d'une multitude d'inclusions, majoritairement des givres de guérison, des cristaux et quelques fissures internes. La surface des pierres présente quelques légères égrisures.

Ces deux émeraudes sont montées sur une tête de bague, et entourées de diamants.

#### **CORINDONS:**





Figure 14 : Saphir CF9 fortement égrisé. Gross. 10x.

Figure 15 : Saphir CF25. Cristal avec fissure de tension. Gross. 10x.

- Le saphir bleu ovale CF9 est peu inclus. Quelques cristaux seulement. Les arêtes de la couronne sont très égrisées (*voir figure 14*).
- L'expertise de 1996 a établi qu'il s'agissait d'un saphir synthétique. L'expertise de 2012 conclue par contre qu'il s'agit d'un saphir de Ceylan (*annexe 2*). Ces affirmations restent à vérifier à l'aide d'autres tests, l'observation à la loupe ou à la trinoculaire ne suffisant pas.
- Le saphir bleu ovale allongé CF25 présente de petits cristaux, ainsi qu'un plus important entouré de fissures de tension (*voir figure 15*). Il n'y a pas d'égrisures.



Figure 16: Rubis CF5 translucide inclus avec quelques traces de chocs. Prise de vue grossissement 15x.

- Les rubis de la ceinture frontale sont assez inclus et ne sont pas tout à fait transparents. Sont visibles des givres de guérison, des petits cristaux disséminés, quelques petites fissures internes. La surface des pierres présente quelques égrisures et rayures superficielles seulement (*voir figure 16*).

# **DIAMANTS**

:



Figure 17 : Diamant CF2 taille ancienne de pureté et couleur moyennes. Grossissement 10x.



Figure 18 : Diamant A3d demi taille VVS2 - H, et au-dessous diamant A1d taille coussin inclus et teinté.

La Couronne se compose d'une multitude de diamants, de toutes grosseurs, toutes tailles, et de toutes qualités. Les pierres les plus importantes ont été gradées dans l'expertise de 2012. L'expertise de 1996 donne uniquement cette information pour le diamant principal A3d. Nous avons vérifié ces informations et obtenu sensiblement les mêmes résultats. Pour cela, l'observation doit se faire sous lumière blanche, à la loupe 10x. La pureté et la couleur de chaque pierre est alors déterminée. Cette gradation est difficile à effectuer sur des pierres montées, les résultats sont indicatifs (consultables en annexe 6).

Le diamant principal **A3d** est évalué comme étant de pureté **VVS2** et de couleur **H** (*figure 18*) dans les trois expertises.

Les autres diamants principaux sertis sur le bas des bandes verticales, et sur le haut des motifs chérubins sont pour la plupart assez, voire très teintés (*voir A1d figure 18*). Leur pureté varie généralement entre VS et P (*voir annexe 6*).

Les deux diamants taille ancienne de la ceinture frontale CF2 et CF32 sont quant à eux de meilleures puretés et couleurs (voir figure 17).

Les plus petites pierres, taillées en roses, présentent parfois des cassures, et peuvent être assez incluses.

#### PERLES:





Figure 19 : Perles rondes percées d'une partie fleur de lys.

Figure 20: perle du cimier.

Les perles les plus importantes sont de forme ronde plus ou moins régulière, et sont pour la plupart percées (*voir figure 19*). Les plus petites sont des demi perles. Il s'agit de perles fines (ou naturelles) étant donné qu'à l'époque les perles de culture n'existaient pas. La culture de la perle a commencé un peu plus tard, au début du XX<sup>e</sup> siècle. La perle principale est montée sur une tige formant un pistil de la fleur de lys au sommet de la Couronne (*voir figure 20*). Elle est ronde de forme relativement régulière, de couleur crème, et ne présente pas d'impacts ou de rayures notables.

L'observation à la loupe et à la trinoculaire a permis de mettre en évidence des caractéristiques internes naturelles, des qualités de diamants diverses, ainsi que des flashes rouges qui posent des questions sur la nature des pierres violettes. Nous avons parfois observé à la surface des pierres des traces de chocs et d'usure, se traduisant par des égrisures, des cassures et des rayures.

Il est intéressant de mettre certains éléments en parallèle avec l'historique de la fabrication de la Couronne. En effet, des dons de fidèles ont été faits pour constituer la Couronne. Des dons d'argent, de bijoux et de pierres. La plupart des bijoux ont certainement été démontés pour récupérer le métal et les pierres, et les intégrer à la composition de la Couronne. Les traces de chocs et d'usure visibles (voir figure 21) sur certaines pierres traduisent qu'elles étaient auparavant montées sur d'autres bijoux, par exemple des bagues (les pierres serties sur des bagues reçoivent généralement des chocs, et s'usent avec le temps). Cela montre bien que la Couronne a été réalisée grâce à des dons.





Figure 21 : Egrisures et traces de chocs sur le saphir CF9. Prise de vue gross. 10x.

Figure 22 : Perle percée CF19.4. Gross. 10x.

D'autres éléments sont intéressants à souligner pour mettre en évidence les donations. Les perles sont percées de part en part (*voir figure 22*). Elles étaient donc originellement montées en rangs de colliers ou bracelets. Les exemples les plus représentatifs de la réutilisation de certains éléments de donation sont les deux têtes de bagues émeraudes entourages diamants montées telles quelles sur la ceinture frontale (*voir figures 12 et 13*). Seulement les corps de bagues ont été enlevés. Les deux bijoux d'origine ont été gardés, probablement dans le but de laisser visible cet aspect de donation. De même, les deux fleurs pavées de diamants placées dans les motifs de roses de la partie D3 n'ont pas été démontées, et proviennent sans doute de boucles d'oreilles (figure 23).



Figure 23 : Fleurs pavées montées sur la partie D3.

# 3. Observations sous illumination ultraviolette



 $\textit{Figure 24: Couronne vue de la partie A sous illumination UV 365} \ nm.$ 

Tout d'abord, il est important de souligner que les prises de vues de la Couronne sous illumination UV ne révèlent pas les couleurs et intensités exactes ayant été observées à l'œil. Certaines pierres qui fluorescent bleu peuvent apparaître plus blanches, par exemple.

L'illumination sous **UVL** met en évidence la fluorescence des **diamants** et des **rubis** (*figures 24 et 26*). Toutes les autres pierres ne fluorescent pas (*se référer à la figure 25 pour repérer* 

les pierres). La réaction blanc crayeux des **perles** est plus ou moins intense. Certaines couleurs d'émaux fluorescent légèrement (voir *annexe* 6).

L'illumination sous **UVC** met en évidence les **émaux** (*voir figure 27*). On peut, grâce à cela, observer en détails le travail de réalisation. Ils apparaissent bleus et blancs crayeux. Certaines couleurs d'émaux réagissent intensément. Les diamants, les perles et les rubis réagissent moins intensément aux UVC qu'aux UVL (*comparer les figures 26 et 27*).

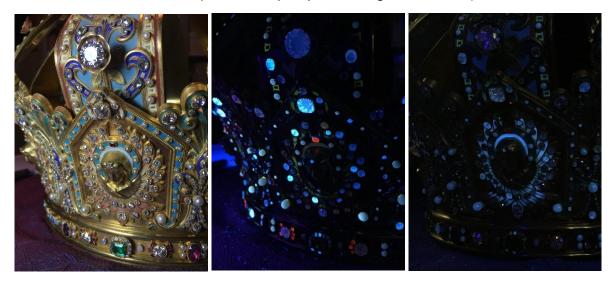


Fig. 25 : Partie A1 sous lumière blanche.

Fig. 26: Partie A1 sous UVL 365 nm.

Fig. 27 : Partie A1 sous UVC 254 nm.

<u>DIAMANTS</u>: la réaction des diamants sous illumination UV est variable selon les pierres. La fluorescence des pierres de la Couronne est **bleue**, **verte**, **blanche et jaune** (*voir figures 24, 26 et 27*). Ce sont les réactions les plus fréquemment observées pour les diamants. L'**intensité** est **variable**, elle va de très forte à aucune réaction. En général la réaction est plus forte aux UVL qu'aux UVC, quelques pierres ont cependant la réaction inverse.

<u>RUBIS</u>: presque tous les rubis fluorescent **rouge**, avec une **intensité plus** ou **moins forte** (*voir figures 24, 26 et 27*). En général, ils réagissent plus fortement aux UVL qu'aux UVC. Cependant quelques petites pierres d'entourage au niveau de la ceinture frontale (CF2.4, CF18.1, CF18.5 et CF32.2, *se reporter à l'annexe 4*) n'ont **aucune réaction** sous les deux illuminations. Or, tous les rubis présentent au moins une faible fluorescence rouge aux UV, car ils contiennent du **chrome**, élément colorant réagissant fortement à l'exposition sous UV. La réaction est plus ou moins intense selon la concentration de chrome dans le spécimen. Il ne s'agit donc peut-être pas de rubis. Les analyses suivantes permettront de répondre à cette interrogation.

<u>SAPHIRS</u>: Les deux saphirs ne présentent pas de réaction aux UV. Cela signifie que la concentration en chrome est très faible. Il est annoncé dans l'expertise de 1996 que le saphir CF9 est un saphir synthétique, et dans l'expertise de 2012 qu'il s'agit d'un saphir de Ceylan. Or, la réaction attendue de ces types de pierres sous illumination UV n'est pas celleci. Ils sont riches en chrome, cela veut dire qu'ils devraient fluorescer rose, au moins faiblement. Nous pouvons supposer que nous sommes en présence de saphirs naturels (par les observations à la trinoculaire et la réaction UV) provenant de gisements pauvres en

chrome, comme la Thaïlande et le Cambodge. Cette déduction aurait pu être confirmée par la spectrométrie d'absorption que nous n'avons malheureusement pas pu utiliser.

<u>AMETHYSTES</u>: aucune fluorescence provenant des pierres violettes n'a été observée. Les quartz ne réagissent pas sous exposition UV. La plupart du temps, les matériaux artificiels, tels que le verre, ou le ciment d'assemblage présent dans certaines pierres composites réagissent. Cette nouvelle information laisse plutôt penser qu'il s'agit d'améthystes. Cela reste à vérifier avec d'autres appareils.

**EMERAUDES**: les deux émeraudes ne présentent **pas de réaction** sous UV. On note cependant une fissure interne affleurant la surface dans l'émeraude CF17 présentant une fluorescence assez intense jaune. Cela peut être dû à un traitement de remplissage à l'aide d'une matière organique de type huile. Cette méthode est très courante, et appliquée depuis longtemps.

Le test sous illumination UV nous a permis de voir les réactions multiples des diamants, de mettre en évidence certains « rubis » ne présentant pas de fluorescence, ce qui est assez inattendu, ainsi qu'une caractéristique interne particulière dans une émeraude. Nous pouvons déduire que les dénominations du saphir CF9 données dans les expertises précédentes ne correspondent pas, et qu'il s'agit apparemment d'un saphir naturel pauvre en chrome. L'absence de réaction des pierres violettes appelées « améthystes » nous fait supposer qu'il ne s'agit pas d'un matériau artificiel. Nous avons également pu observer le travail de l'émail sous un nouvel angle.

# 4. Spectrométrie de luminescence

Nous avons réalisé ce test sur 7 pierres : un rubis (L2) et 6 diamants présentant des réactions intenses à l'illumination UV avec des couleurs de fluorescence différentes. Un diamant fluoresçant blanc (L5), 2 fluoresçant vert (L3 et L6) et 3 fluoresçant bleu (L1, L4 et L7). Le test a été fait sous UVL, car ces pierres réagissent plus fortement à cette longueur d'onde, excepté un diamant (L7). Celui-ci a été testé sous UVC.

Les atomes excités par une certaine longueur d'onde, ici dans l'ultraviolet, émettent, lorsqu'ils redescendent à leur niveau d'énergie d'origine, une fluorescence de longueur d'onde plus longue, c'est-à-dire ici dans le visible, à des longueurs d'ondes variables selon les caractéristiques spécifiques des spécimens. Des couleurs de fluorescence différentes traduisent des types de diamants différents.

#### Fluorescence bleue des diamants L1, L4 et L7 :

Elle est émise par des diamants de **type laAB**. C'est-à-dire des diamants contenant des atomes d'azote (N) en faible concentration comme atomes de substitution à des atomes de carbone (C). Dans le type de diamants appelé la, les atomes d'azote sont regroupés en agrégats. Plus précisément, le type laAB contient des agrégats de 3 atomes d'azote autour d'une lacune (V). On appelle cela un **centre N3**.

Les spectres des 3 diamants fluoresçant bleu obtenus avec la spectrométrie de luminescence mettent en évidence les pics caractéristiques du centre N3 placés aux alentours de 428, 440 et 452 nm.

Les trois spectres sont très similaires (*voir figure 28*). Ils montrent clairement l'émission dans le bleu, entre 440 et 500 nm, avec des raies à **425**, **438** et **448** nm. Le diamant L7 testé sous UVC est moins intense. Le pic vers 590 nm est un artefact, et non une raie propre aux diamants testés.

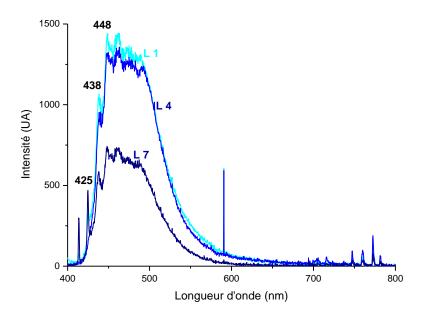


Figure 28 : Spectre de luminescence des diamants fluoresçant bleu, sous UVL pour L1 et L4 et sous UVC pour L7, montrant la présence de centres N3.

Les trois-quarts des diamants de la Couronne qui fluorescent bleu sont donc des diamants de type laAB, les diamants les plus courants. Ce type de diamants présente une nuance jaunâtre à la lumière blanche plus ou moins prononcée selon la concentration d'atomes d'azote. Quand la concentration est extrêmement faible, ils peuvent être incolores. Par l'observation à la loupe et la trinoculaire, nous avons effectivement constaté différentes saturations de jaune, et c'est justement ce qu'on évalue lorsqu'on grade la couleur d'un diamant.

#### Fluorescence verte des diamants L3 et L6 :

Cette couleur de fluorescence s'applique à des diamants faisant également partie du type la. Plus précisément du **type laA**. Là aussi, ce sont des agrégats d'atomes d'azote qui génèrent cette fluorescence. La différence est le nombre de ces atomes. Les atomes d'azote sont regroupés deux par deux autour d'une lacune. On appelle cela le **centre H3**.

Les spectres des 2 diamants fluoresçant vert obtenus avec la spectrométrie de luminescence mettent en évidence la bande caractéristique du centre H3 centrée à 520 nm, dans le vert (voir figure 29).

Le spectre du diamant L6 est moins intense. Le pic vers 590 nm est un artefact.

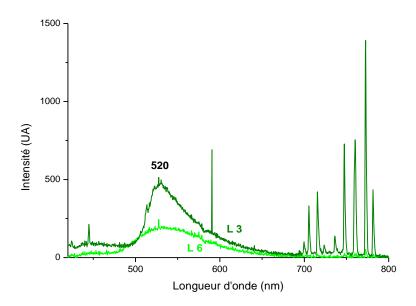


Figure 29 : Spectre de luminescence des diamants L3 et L6 fluoresçant vert sous UVL montrant la présence de centres H3.

# Fluorescence blanche du diamant L5 :

Le spectre **combine** les caractéristiques des diamants de **types laAB et laA**. On voit à la fois les pics du **centre N3** (425, 438 et 448 nm), et la bande centrée à 520 nm du **centre H3** (*voir figure 30*).

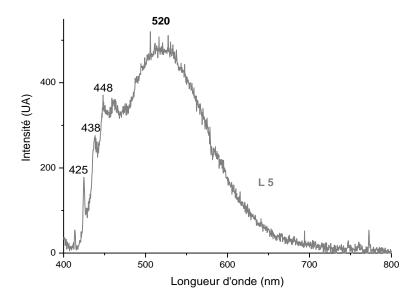


Figure 30 : Spectre de luminescence du diamant L5 fluoresçant blanc sous UVL montrant à la fois la présence de centres N3 et de centres H3.

# Fluorescence rouge du rubis L2 :

La pierre exposée à une longueur d'onde de 365 nm présente un spectre caractéristique du rubis. La raie à 693 nm est la raie diagnostique du chrome (*voir figure 31*). Une émission à cette longueur d'onde se traduit logiquement par une fluorescence rouge. Elle est plus ou moins intense selon la concentration en chrome.

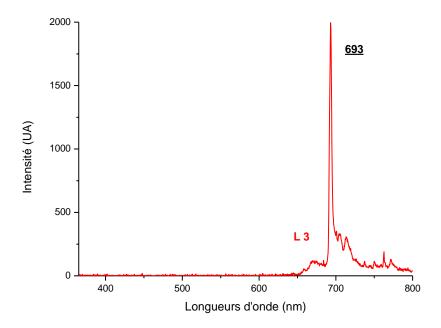


Figure 31 : Spectre de luminescence du rubis L3 fluoresçant rouge aux UVL montrant la raie caractéristique du chrome à 693 nm.

Le chrome est l'élément colorant dans le rubis, les atomes de chrome se substituent à certains atomes d'aluminium dans la structure et forment des groupements octaédriques Cr - O à la place des groupements octaédriques Al - O, et cela en concentration variable. Ils ne représentent cependant qu'un très faible pourcentage dans la structure (moins de 1%) (*voir figure 32*).

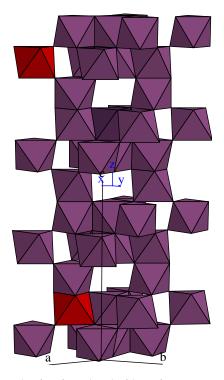


Figure 32 : Structure atomique d'un corindon (système rhomboédrique) avec groupements octaédriques Al-O, et quelques Cr-O en substitution. (Logiciel Carine).

Tous les diamants testés, et probablement la quasi-totalité des diamants de la Couronne sont de type la, type de diamant le plus répandu, appelé « série Cape » présentant une couleur plus ou moins teintée de jaune (n'allant jamais jusqu'au jaune intense). Le rubis présente une fluorescence rouge due au chrome présent en trace.

#### 5. Spectrométrie Raman

L'appareil portable de spectrométrie Raman a permis d'identifier la plupart des familles de gemmes en présence. Nous avons de nombreux spectres lisibles permettant l'identification, cependant, du fait de la petitesse de certaines pierres, ou de leur nature, nous n'avons pas obtenu de spectre lisible. C'est le cas de la turquoise car elle a une structure complexe qui rend difficile la lecture d'un spectre, d'autant que les cabochons de turquoise de la Couronne sont petits. L'opale étant un matériau <u>amorphe</u> (sans structure cristalline définie), l'analyse Raman est peu pertinente. Au mieux, on peut obtenir un spectre flou correspondant aux groupements partiellement organisés de silice, ce qui n'a pas été le cas ici. Nous n'avons malheureusement pas eu de résultat pour les émeraudes car la luminescence générée par les deux lasers cache le spectre Raman dans sa totalité.

La plupart des pierres ont été testées avec le laser proche infrarouge (785 nm) car elle génère en général moins de luminescence que le laser vert (532 nm). Nous avons cependant testé quelques pierres au laser vert lorsque les résultats au laser proche infrarouge n'étaient pas concluants.

Un grand nombre de pierres a été testé. Les quelques spectres présentés pour chaque famille de gemmes sont les spectres les plus nets et les plus représentatifs.

<u>PERLE</u>: La perle du cimier présente sans surprise un spectre caractéristique de l'aragonite (carbonate de calcium CaCO<sub>3</sub>) montrant la vibration du groupement **C – O** avec une raie principale à **1085** cm<sup>-1</sup>, puis une raie moins intense à **151** cm<sup>-1</sup>, d'autres raies secondaires dont celles à 702 et 206 cm<sup>-1</sup> (*figure 33*).

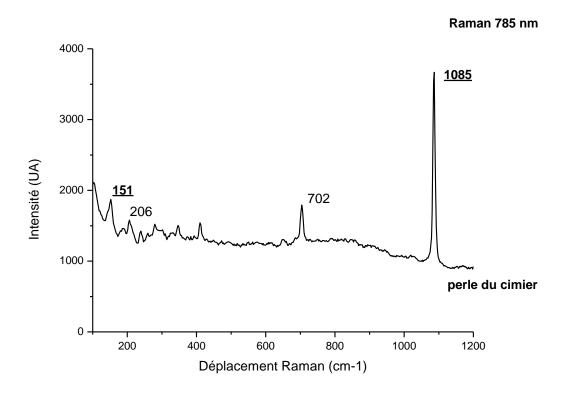


Figure 33 : Spectre Raman de la perle du cimier montrant des raies caractéristiques des groupements C – O de l'aragonite. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

<u>DIAMANT</u>: Nous avons testé un diamant de la ceinture frontale (CF4), qui a servi pour le calibrage des appareils. Le spectre ne présente qu'une seule raie fine à **1332 cm**-1 traduisant la vibration des liaisons **C** – **C** (*figure 34*).

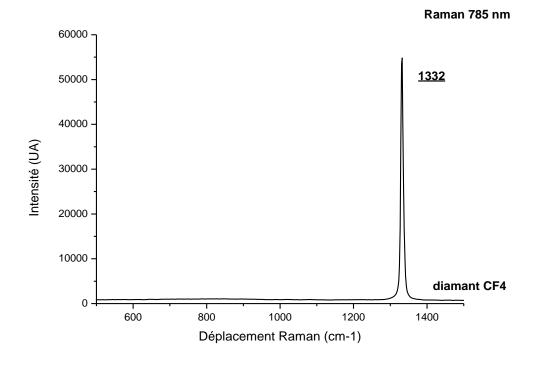


Figure 34 : Spectre Raman du diamant CF4 montrant la raie unique traduisant la vibration C - C. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

### **QUARTZ**:

Les spectres des quartz font partie des types de spectres les plus nets que nous avons enregistrés lors de l'expertise, du fait de l'absence de fluorescence et d'une surface de test satisfaisante de par la grosseur des pierres.

On voit bien que la citrine (A4) et l'améthyste (CF3) présentent des spectres caractéristiques de l'**oxyde de silicium** (SiO<sub>4</sub>) similaires au spectre quartz de référence (RRUFF 040031). La raie principale à **465** cm<sup>-1</sup>, la seconde à **206** cm<sup>-1</sup>, et d'autres moins significatives à 355 et 127 cm<sup>-1</sup> traduisent les vibrations atomiques des différentes **liaisons Si – O** (*figure 35*).

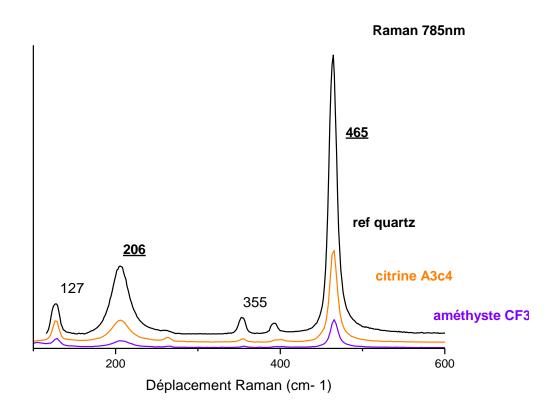


Figure 35 : Spectres Raman de A3c4 et de CF3 comparés à un spectre de référence de quartz montrant les mêmes raies traduisant les vibrations des diverses liaisons Si – O. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

Nous avons étudié les « améthystes » de la ceinture frontale avec attention en réalisant plusieurs tests sur une même pierre puisque nous avions précédemment observé des flashes rouges inhabituels. L'analyse Raman nous confirme qu'il ne s'agit pas d'un matériau artificiel, en tout cas au niveau de la couronne de la pierre. Nous avons testé plusieurs endroits de la couronne pour écarter la possibilité d'une pierre composite ayant seulement une fine lamelle de matière naturelle. Nous avons insisté sur les parties extérieures de la couronne (proche du feuilletis) car l'épaisseur de matière de la couronne y est plus fine, et dans ce cas, le spectromètre Raman peut permettre de capturer le spectre de la matière qui compose le reste de la pierre à travers cette fine partie. Le laser peut également être directement en contact avec la matière de la partie inférieure si la matière du dessus ne compose pas toute la couronne (figure 36). Si c'est le cas, un spectre présentant des raies et bandes des deux matières apparait. Il faut préciser tout de même que si la partie inférieure est fabriquée en verre (de même que le matériau de jonction), le verre étant également de la silice, comme le quartz, il n'est pas forcément évident de faire la distinction, si ce n'est que le verre est un matériau amorphe, c'est-à-dire sans structure cristalline bien définie, sans réseau atomique parfaitement organisé. Néanmoins, certaines parties, certains groupements atomiques Si - O présentent une organisation régulière. Ce qui se traduit au Raman par un spectre montrant des bandes très larges, contrairement au quartz, matériau cristallisé, dont le spectre Raman montre des raies fines car le réseau atomique est parfaitement organisé. Nous avons conclu

grâce au Raman que la <u>couronne</u> est entièrement composée de quartz. Nous n'avons cependant pas pu tester la <u>culasse</u> à cause du type de sertissage. Du fait des quelques inclusions naturelles présentes, de l'absence de caractéristiques internes de matières artificielles et d'assemblage (tels que bulles, traces de fusion, plan d'assemblage...) pourtant assez facilement notables de façon générale, et des résultats de spectrométrie, nous pouvons déduire (et uniquement déduire) qu'il s'agit d'améthystes naturelles.

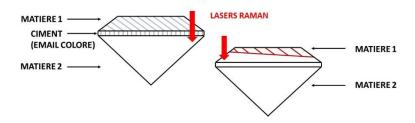


Figure 36: Lasers Raman traversant deux types de pierres composites différentes jusqu'à la partie culasse.

Nous supposons que les flashes rouges sont dus à la présence de paillons placés entre la monture et la <u>culasse</u>, technique répandue au XIX<sup>e</sup> siècle (*figure 37*). Ce sont des feuilles de métal, en or, argent ou cuivre et éventuellement colorés, qui sont placées entre le dessous de la pierre et la monture fermée. Ils étaient utilisés pour donner davantage d'éclat, et éventuellement intensifier la couleur de pierres non culassées (cabochons ou roses). Ils servaient également à assortir toutes les pierres d'une même parure n'ayant pas exactement les mêmes couleurs. Ils étaient par exemple utilisés pour rehausser la couleur de grenat rouge sombre, intensifier la brillance et la couleur d'émeraudes pâles ou peu profondes, et pour donner de la brillance aux diamants en roses. L'évolution des techniques lapidaires, avec l'apparition des pierres culassées, a permis de donner aux pierres davantage d'éclat et de brillance. L'utilisation des paillons s'est alors progressivement estompée.

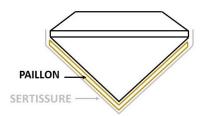


Figure 37 : Feuille métallique appelée paillon placée entre la culasse de la pierre et le fond de la sertissure pour améliorer la brillance et éventuellement la couleur d'une pierre.

<u>CORINDON</u>: Les saphirs et les rubis présentent tous des spectres pratiquement similaires, avec plus ou moins de fluorescence. Les spectres des rubis montrent en général de la fluorescence entre 200 et 400 cm<sup>-1</sup>, ce qui donne une lisibilité réduite. Mais on peut tout de même les identifier comme étant des corindons car les 2 raies caractéristiques sont visibles

malgré tout. Nous sommes bien en présence de corindons, **oxyde d'aluminium** Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, car la raie à **418** cm<sup>-1</sup> traduit la vibration correspondante du **groupement Al – O** (*voir figure 32*). Une autre raie caractéristique secondaire est à **646** cm<sup>-1</sup>.

La comparaison du spectre du rubis CF5, de celui du saphir CF9 avec un spectre de corindon de référence (RRUFF 040096) sur la *figure 38* montre bien les concordances.

Il aurait été intéressant d'obtenir un spectre parfaitement net du saphir CF9. Cela nous aurait permis d'étudier la largeur des raies permettant de déduire (et non de certifier) si on est en présence d'un saphir naturel (si les raies sont fines) ou synthétique (si les raies sont plus larges). Ceci s'explique par le fait que la qualité de la structure cristalline d'une pierre naturelle est meilleure que celle d'une pierre synthétique. Bien que les observations et les tests précédents indiquent qu'il s'agit d'un saphir naturel, il aurait été bien de le confirmer par ce test. D'autant que l'expertise de 1996 indique qu'il s'agit d'un saphir synthétique.

Nous avons testé également avec le laser à 785 nm les « rubis » CF2.4, CF18.1, CF18.5 et CF32.2 qui ne présentaient pas de fluorescence sous illumination UV. Comme nous n'avons pas obtenu de spectre lisible, nous avons essayé avec le laser vert à 532 nm. A cette longueur d'onde, les spectres ne sont pas très nets mais lisibles et sont présentés plus loin dans cette étude.

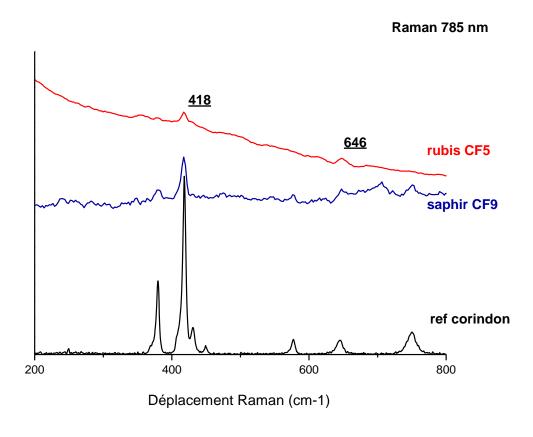


Figure 38 : Spectre Raman de CF5 et CF9 comparés au spectre de référence de corindon montrant les raies des vibrations des groupements Al - O. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

<u>GRENAT</u>: La dénomination « grenat » est une famille de gemmes regroupant plusieurs variétés, dont les compositions chimiques ne sont pas clairement définies, c'est ce que l'on appelle une <u>série continue</u> (ou solution solide). La série complète est présentée sur la *figure 39*. Il existe deux grandes séries : les grenats calciques et les grenats <u>alumineux</u>. Ce sont les variétés de grenats de cette dernière série que l'on rencontre le plus souvent. Le pyrope de couleur rouge violacé, l'almandin brun rouge et le spessartite orange en font partie. Cette série de <u>silicates alumineux</u> est parfois appelée « <u>pyralspite</u> ». La formule chimique générale est X<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. X représente du <u>magnésium</u> (Mg) dans le pyrope, du <u>fer</u> (Fe) dans l'almandin, et du <u>manganèse</u> (Mn) dans le spessartite. Les frontières ne sont cependant pas clairement établies, car, par exemple, un grenat pyrope ne contient pas que du magnésium, mais également en plus faible quantité du fer, du manganèse, et aussi du calcium. Une variété intermédiaire entre pyrope et almandin est commercialement appelée <u>rhodolite</u>. Cette variété présente une couleur rouge violacé assez appréciée, en général plus claire que les pyropes.

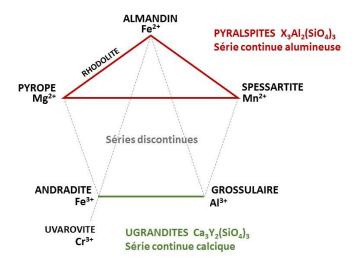


Figure 39 : Diagramme de la série complète (continue et discontinue) de la solution solide grenat.

La structure cristalline est la même pour tous les types de grenats, ils sont <u>isomorphes</u>, et cristallisent dans le **système cubique**. La spectrométrie Raman qui est une **analyse structurelle** permet malgré tout de différencier les différents types de grenats car les vibrations atomiques sont différentes selon les atomes en présence dans une même structure cristalline. Les vibrations sont différentes s'il s'agit d'atomes de fer, de magnésium ou de manganèse. Les spectres d'almandin, de spessartite et de pyrope sont ressemblants mais les raies ne sont pas situées exactement au même endroit, et peuvent être présentes ou non selon le type de grenat analysé.

La spectrométrie Raman est donc une analyse pertinente pour identifier les variétés de grenats de la Couronne.

Nous avons tout d'abord analysé les cabochons de la ceinture frontale. Les spectres des 8 cabochons sont très similaires. Les deux spectres présentés sont les spectres les plus extrêmes. Les autres se situent entre les deux. Ils sont tous deux comparés à un spectre d'almandin de référence (RRUFF 060099) et un spectre de pyrope de référence (RRUFF 060448). Ce spectre appelé spectre pyrope sur RRUFF est en réalité un spectre de grenat rhodolite, dont les proportions en fer et magnésium sont à peu près égales.

Les spectres de référence utilisés ne sont pas des spectres de pôles purs (consultables en annexe 7), mais ceux se rapprochant le plus des spécimens étudiés. Les spectres de référence des trois pôles purs de la série alumineuse ainsi que de la rhodolite sont consultables à l'annexe 7.

Le grenat **CF8.1** présente un spectre très similaire au grenat **rhodolite** de référence (*figure 40*). La raie diagnostique est à **920** cm<sup>-1</sup>. Cette raie est placée entre la raie caractéristique de l'almandin (917 cm<sup>-1</sup>) et la raie caractéristique du pyrope (927 cm<sup>-1</sup>). D'autres raies caractéristiques moins intenses du grenat rhodolite apparaissent à **866**, **639**, **558**, **502** et **349** cm<sup>-1</sup>. Ces raies sont absentes ou décalées dans les spectres d'almandin ne contenant pratiquement que du fer, et de pyrope ne contenant pratiquement que du magnésium.

Le grenat **CF24.2** présente un spectre très similaire au grenat **almandin** de référence (*figure 40*). La raie diagnostique est à **917** cm<sup>-1</sup>. Les spectres des autres types de grenats ont également une raie intense similaire dans les 900 cm<sup>-1</sup>, mais cette raie est décalée, elle est placée vers 906 cm<sup>-1</sup> pour un spessartite, et vers 927 cm<sup>-1</sup> pour un pyrope. Les autres raies sont moins intenses et se situent à **865**, **633**, **555**, **499** et **344** cm<sup>-1</sup>. Cette dernière est également notable dans les spectres des autres types de grenats, mais elle est décalée. Elle se trouve entre 350 et 363 cm<sup>-1</sup> selon le type de grenat. Placée à 344 cm-1, elle est caractéristique de l'almandin.

Toutes ces raies traduisent les vibrations des différents groupements Si – O.

Les 6 autres cabochons de la ceinture frontale présentent des spectres intermédiaires entre les deux spectres présentés. La gamme va donc de grenat almandin à grenat rhodolite.

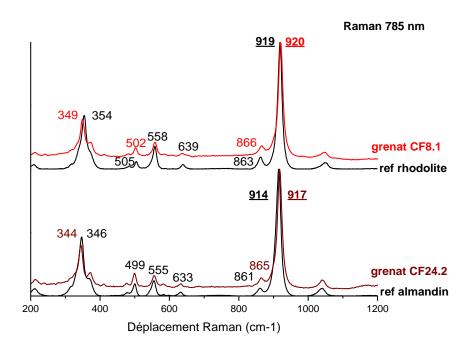


Figure 40 : Spectres de CF8.1 et CF24.2 comparés à un spectre de référence rhodolite et un d'almandin présentant des raies proches traduisant les liaisons Si -O. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

La base de données RRUFF met à disposition la composition chimique précise des échantillons étudiés.

La rhodolite de référence contient en X pour la formule chimique donnée X<sub>3</sub>Al<sub>2</sub>(SiO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> 52.7% de magnésium, 45.5% de fer et 1.8% de manganèse.

L'almandin de référence contient en X 59% de fer, 20.7% de magnésium, et 20.3% de manganèse.

Le diagramme ternaire de la série continue alumineuse (*figure 41*) permet de mieux se représenter la composition des pierres de référence, et par analogie, la fourchette approximative des compositions chimiques des 8 cabochons figurée par l'ovale rouge.

Les deux spécimens contiennent également du calcium en moindre concentration, dont le diagramme ternaire ne tient pas compte.

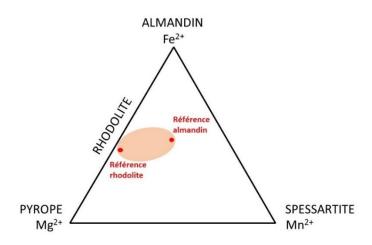


Figure 41 : Diagramme ternaire de la série continue des pyralspites, grenats alumineux, avec le rhodolite de référence et l'almandin de référence, ainsi que la zone approximative déduite dans laquelle se trouvent les grenats analysés.

Nous avons pris soin de tester les « rubis » ne fluoresçant pas sous illumination UV avec le spectromètre Raman 532 nm (laser vert) puisque nous n'avons pas obtenu de résultat lisible avec le laser proche infrarouge. Les spectres obtenus ne sont pas très nets, mais lisibles. Le plus lisible est celui de la pierre **CF18.5**. Il est présenté dans la *figure 42* et montre un spectre similaire à celui du grenat **CF24.2** précédemment étudié comme étant un grenat almandin, avec comme raie principale celle à **917** cm<sup>-1</sup>.

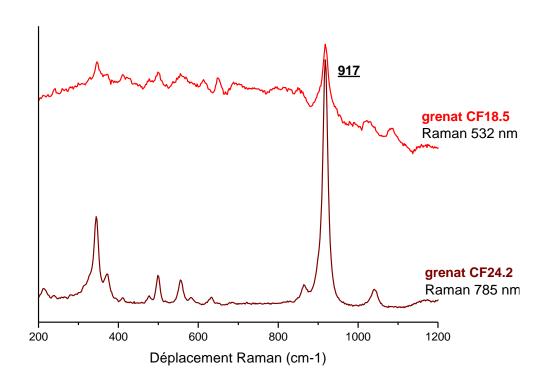


Figure 42 : Spectre du grenat CF18.5 comparé à celui de CF24.2 précédemment étudié montrant les mêmes raies traduisant les liaisons Si - O. Raman532 et 785 nm. 5 sec d'acquisition.

Les 4 pierres **CF2.4**, **CF18.1**, **CF18.5** et **CF32.2** ne fluoresçant pas sous illumination UV sont donc des **grenats almandins**, et non des rubis comme supposé. Ces deux gemmes différentes ont été confondues, mélangées et serties sur la Couronne comme étant des rubis. Il peut être difficile, sans appareils scientifiques, de distinguer plusieurs variétés de pierres rouges, particulièrement quand il s'agit de très petites pierres, comme c'est le cas ici. Historiquement, les rubis, spinelles et grenats ont souvent été confondus, on appelait d'ailleurs les spinelles rouges « rubis balais » (voir annexe 8).

Dans un premier temps, c'est l'observation sous UV qui nous a permis de mettre en évidence les pierres qui réagissaient différemment. Les rubis et spinelles rouges fluorescent rouge car ils contiennent du chrome qui est l'élément colorant. Ce n'est pas le cas pour les grenats. Contrairement aux rubis et spinelles rouges, ils ne sont pas allochromatiques, mais **idiochromatiques**. Cela signifie que ce sont les **atomes intrinsèques** à la composition chimique du matériau qui **colorent** la gemme, et non des éléments en trace, comme le chrome, se substituant à d'autres atomes intrinsèques. Dans les grenats, aucun élément structural ne fluoresce. D'ailleurs le fer a la propriété de bloquer la fluorescence. Les différences de couleurs entre les différents types de grenats sont dues à des compositions chimiques différentes, avec des concentrations en éléments colorants différentes. Le fer donne une couleur brun rouge à l'almandin, le magnésium une couleur rouge violacé au pyrope, et

le manganèse une couleur orange au spessartite. Selon les concentrations de chaque élément dans une pierre, la couleur peut varier.

La figure 43 montre la structure d'un grenat alumineux avec groupements AI – O et Si – O à majorité almandin, contenant donc une concentration plus forte d'atomes de fer que celle d'atomes de magnésium et manganèse.

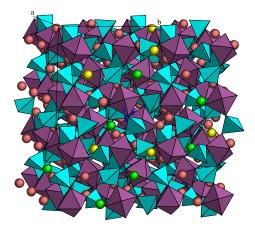


Figure 43 : structure du système cubique d'un grenat à majorité almandin présentant des groupements tétraédriques Si – O (bleu) et octaédriques Al – O (violet) et des atomes de fer en majorité (rose), alternés d'atomes de manganèse (jaune) et de magnésium (vert) en plus faible concentration. (Logiciel Carine).

Nous avons obtenu un grand nombre d'identifications grâce à l'utilisation de la spectrométrie Raman. Cette analyse structurale nous a permis d'identifier et de confirmer la nature des gemmes. Les appellations données dans les expertises antérieures sont justes pour la plupart. Il s'agit bien de **saphirs**, de **rubis**, de **grenats**, de **diamants** et de **citrines**. Grâce à ce test, nous savons que les grenats sont des **grenats appartenant à la série continue alumineuse**, **dont les compositions chimiques se situent entre almandin et rhodolite**. Et nous savons maintenant que quelques grenats almandins ont été mélangés à des rubis comme pierres d'entourage sur la ceinture frontale. L'appellation « <u>doublet</u> » donnée dans l'expertise de 2012 pour deux pierres violettes n'a pas été avérée et semble peu cohérente. Il s'agit très probablement d'**améthystes** naturelles dont la couleur est simplement renforcée par un sertissage sur paillons colorés. Certaines pierres n'ont malheureusement pas donné de résultats satisfaisants, comme les émeraudes, qui présentaient toutes deux trop de fluorescence pour laisser apparaitre le spectre Raman.

## **CONCLUSION** de la première partie

Nous avons répertorié 1791 pierres que nous avons observées et identifiées comme étant des diamants, saphirs, émeraudes, rubis, perles, citrines, améthystes, opales, turquoises, grenats almandins et rhodolites, et améthystes. Certaines d'entre elles sont des pierres de taille conséquente et de belle qualité, c'est le cas du diamant A3d d'environ 6.20 cts, du saphir CF9 d'environ 3.72 cts et de l'émeraude CF1 d'environ 1.66 cts par exemple.

Seules les observations en lumière blanche et UV, à l'aide d'une loupe et d'une trinoculaire, des opales, turquoises et émeraudes ont permis leur identification, car aucun spectre Raman lisible n'a été obtenu. Même si nous disposions de plusieurs appareils d'analyses scientifiques portables, nous n'avons pas pu tous les utiliser ou parfois sur une partie des pierres uniquement à cause de diverses contraintes, et nous n'avons pas obtenu toutes les réponses aux questions qui se sont posées au cours de l'expertise, comme par exemple obtenir davantage de renseignements sur les corindons si nous avions pu utiliser le spectromètre d'absorption (type de gisement par exemple).

Cependant nous avons démontré la véracité ou non des données présentes dans les expertises précédentes. Grâce à l'illumination sous ultraviolets, nous avons mis en évidence plusieurs pierres supposées être des rubis qui se sont avérées être des grenats almandins / rhodolites une fois d'autres tests effectués. Nous avons aussi démontré que le saphir CF9 n'est ni un saphir synthétique, comme annoncé dans l'expertise de 1996, ni un saphir de Ceylan, comme annoncé dans l'expertise de 2012. Il s'agit d'un saphir naturel d'une autre provenance (possiblement Thaïlande ou Cambodge).

Le processus d'analyse nous a conduit à penser que les pierres violettes dites « améthystes » ou « doublets » pour quelques pierres dans l'expertise de 2012 sont bien des améthystes naturelles, dont la couleur serait rehaussée par des paillons placés entre le métal et la culasse des pierres au moment du sertissage. Malheureusement il n'est pas possible de confirmer cette hypothèse sans dessertir les pierres.

La spectrométrie de luminescence a montré que les diamants testés sont de type la, le plus courant. En majorité des diamants de type laAB qui fluorescent bleu, et en plus faible nombre des diamants de type laA fluoresçant vert.

Il est également intéressant de mettre en commun les éléments montrant que les pierres proviennent de dons, tels que l'état de surface des pierres, les perles percées, les éléments de bijoux montés tels quels, qui sont les témoins de l'élan de dévotion des lyonnais envers Marie pour l'édification de la basilique et la constitution du Trésor.

# Seconde partie : D'autres pièces d'orfèvrerie du Trésor



Figure 44 : Une partie des pièces d'orfèvrerie du Trésor de Fourvière (source www.fourviere.org).

### **DEFINITIONS**

<u>Ciboire</u>: si après la communion il reste des hosties consacrées on les rassemble dans un ciboire qui sera déposé dans le tabernacle. Au cours des siècles, ce vase a pris des formes différentes: celle d'une boîte, d'un poisson, d'une colombe... Aujourd'hui un ciboire a la forme d'une coupe montée sur un pied et munie d'un couvercle.

<u>Calice</u>: vase sacré présentant la forme d'une coupe évasée portée sur un pied élevé et employé dans la célébration eucharistique pour la consécration du vin.

<u>Anneau épiscopal</u>: remis au nouvel évêque catholique par son consécrateur principal au cours de sa consécration épiscopale, l'anneau épiscopal est une bague souvent réalisée en métal précieux et améthyste représentant la charge de l'évêque.

<u>Croix pectorale</u>: objet religieux en forme de croix que portent les évêques. Suspendue sur la poitrine par une chainette ou une corde passée autour du cou elle est généralement faite de métal précieux.

## I) MATERIAUX ET METHODES

## 1. <u>Présentation des pièces et des pierres principales</u>

Durant les trois jours d'analyses, nous avons pu travailler sur la Couronne, et six pièces d'orfèvrerie du Trésor de Fourvière (figure 44). Trois ont été réalisées par Armand-Calliat. Il s'agit d'un anneau épiscopal (noté « anneau épiscopal A-C » ou « anneau A-C »), du calice de la famille Blanchon (noté « calice A-C ») et du ciboire dit de Fourvière (noté « ciboire A-C »). Les trois autres ont été réalisées par d'autres orfèvres, dont un n'est pas identifié. Il s'agit de la croix pectorale de Jean Delay (notée « croix » ou « croix pectorale »). L'anneau épiscopal de Mgr Etienne Bornet a été réalisé par la maison lyonnaise Beaumont (il est noté « anneau épiscopal B » ou « anneau B »). La sixième pièce est un ciboire réalisé par Henri Nesme, orfèvre lyonnais (noté « ciboire HN »).

### Les pièces réalisées par Armand-Calliat

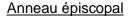




Figure 45 : Anneau épiscopal en or, argent doré, émaux et pierres, réalisé par Armand-Calliat ou Amédée Cateland à Lyon entre 1879 et 1938.

Il s'agit d'une importante bague ovale en or jaune (*figure 45*). Le plateau est composé d'une importante pierre violette ovale mesurant 20.87 x 16.01 mm montée en <u>serti clos</u> ciselé au centre, et entourée de diamants taille brillant dans un décor de fleurettes en or ciselé sur fond émaillé vert amande. Le corps de bague massif émaillé en dégradés de vert d'eau et ivoire est décoré de motifs de palmettes en or ciselé. Le bas de corps est souligné de deux lignes émaillées bleu roi.

Il n'y a pas de poinçon de maître visible, mais on peut tout de même attribuer la réalisation à la maison Armand-Calliat car les motifs et le travail de l'émail sont caractéristiques. Il est difficile de dater la fabrication mais on peut tout de même dire qu'elle est postérieure à 1879 grâce au poinçon tête de Mercure apposé sur le bas de corps (*voir annexe 8*). Amédée Cateland ayant repris l'affaire en 1922 et continué à réaliser certaines pièces dans l'esprit d'Armand-Calliat jusqu'à sa mort en 1938, l'anneau a pu être réalisé **entre 1879 et 1947** puisque Suzanne Cateland a continué jusqu'à cette date.

### Calice de la famille Blanchon



Figure 46 : Calice de la famille Blanchon en argent doré, diamants, perles, réalisé par Joseph Armand-Calliat à Lyon en 1916.

Ce calice a été fabriqué par Armand-Calliat fils, Joseph, en 1916 à Lyon (*voir poinçons en annexe 9*). Il est en argent doré ciselé d'anges et de volutes (*figure 46*). Il mesure 19.7 cm de hauteur. Sur le socle sont serties d'importantes perles baroques et pierres dont des diamants taille ancienne, une pierre bleue ovale présentée comme étant un saphir, et de petites pierres vertes carrées, a priori des émeraudes, en entourage d'un diamant. La coupe, elle, est agrémentée de diamants. Il provient de la famille Blanchon, famille lyonnaise impliquée dans l'œuvre de Fourvière. Joannès Blanchon (1819 – 1897) fut secrétaire de la Commission de Fourvière pendant 44 ans.

### Ciboire dit de Fourvière



Figure 47 : Ciboire dit de Fourvière en argent doré, émaux, diamants et perles, réalisé par Armand-Calliat à Lyon en 1876.

Il a été réalisé par T.J Armand-Calliat en collaboration avec Pierre Bossan en 1876 (*voir poinçon en annexe 10*). Il mesure 36.5 cm de hauteur. Il est en argent doré largement émaillé de bleu turquoise, ivoire, vert, rose pâle, jaune, brun et autres teintes (*figure 47*). Le socle se divise en quatre lobes représentant des scènes évangéliques en <u>émaux champlevés</u>, soulignés de lignes <u>granulées</u> et séparés par d'importantes palmettes agrémentées de fleurettes émaillées. Le pied est décoré jusqu'au nœud de branches de lys et de rosiers. Le nœud sphérique est décoré de quatre motifs de rinceaux centrés de perles et entourés par des lignes de granulation. La coupe se sépare en huit parties figurant des personnages en procession en <u>émaux champlevés</u>. Elles sont séparées par des gerbes de blé, chacune liée par un diamant. Le couvercle ciselé est agrémenté de diamants, de fleurettes et de chérubins émaillés et terminé par une croix entrelacée d'un grand « M » pavé de diamants. Là encore on retrouve les mêmes couleurs d'émail que d'autres pièces d'orfèvrerie réalisées par Armand-Calliat en collaboration avec Pierre Bossan, s'accordant avec les teintes de la basilique, notamment le bleu turquoise.

## Les pièces réalisées par d'autres orfèvres

Croix pectorale de Mgr Jean Delay



Figure 48 : Croix pectorale de Mgr Jean Delay en or et pierres, orfèvre non identifié, vers 1935.

Elle est en or jaune ornée de cinq pierres violettes, une carrée et quatre rectangulaires taillées à degrés et montées en <u>serti clos</u>, dont trois cassées aux extrémités (*figure 48*). Elle mesure 6.4 x 9.5 cm. Elle porte un poinçon de maître non identifié aux initiales « A S » avec une bouteille (*voir annexe 11*). Elle appartenait à Mgr Jean Delay (1879 – 1966), qui fut évêque de Marseille.

## Anneau épiscopal de Mgr Etienne Bornet



Figure 49 : Anneau épiscopal de Mgr Etienne Bornet en or, argent doré et pierres, réalisé par la maison Beaumont à Lyon en 1930.

L'importante bague en or jaune est centrée d'une pierre violette ovale de 20.12 mm de longueur et de 15.13 mm de largeur (*figure 49*). Elle est montée en <u>serti clos</u> ciselé et entourée de diamants taillés en roses. La tranche du plateau est ornée de cœurs ciselés. Le plateau est épaulé de deux croix et de volutes qui composent le corps de bague massif. L'anneau appartenait à Mgr Etienne Bornet (1882-1958), qui fut évêque auxiliaire de Lyon. Il a été réalisé par la maison Beaumont à Lyon en 1930 (*voir poinçon en annexe 12*).

## **Ciboire**



Figure 50 : Ciboire en argent doré, émaux, perles et pierres réalisé par Henri Nesme à Lyon vers 1900.

Ce ciboire a été réalisé vers 1900 par Henri Nesme à Lyon (*voir poinçon en annexe 13*). Il fait 22.7 cm de hauteur. Il est en argent doré ciselé de volutes, de palmettes et de roses (*figure 50*). Le socle polylobé est orné d'émaux représentant trois scènes évangéliques, ainsi que d'une importante perle baroque, d'une demi perle et de pierres jaunes et rouges. Sur le nœud sont aussi serties des pierres rouges. Au-dessus et au-dessous du nœud sont montées une petite pierre bleue et une petite pierre verte. La coupe est agrémentée de petits diamants.

## 2. Méthodes utilisées

- Techniques usuelles de gemmologie

#### REFRACTOMETRE

Le réfractomètre sert à déterminer le ou les **indices de réfraction** et l'éventuelle **biréfringence** (différence entre les deux indices) d'un matériau. Cet instrument calcule la vitesse à laquelle le ou les rayons lumineux ressortent de la pierre et l'indique sur une échelle. La gemme est placée sur une partie plate en verre enduite d'une fine particule de liquide (iodure de méthylène) qui sert de liquide de contact entre les deux matériaux. L'échantillon est traversé par une lumière monochromatique précise pour obtenir des résultats conformes à la norme établie. La pierre doit être taillée, ou avoir au moins une facette polie et suffisamment grande. Le sertissage, si la pierre est montée, doit laisser libre une ou dans l'idéal plusieurs facettes pour les mettre en contact avec le verre. Ce test est un des plus pertinents utilisés en gemmologie conventionnelle, car chaque gemme a un ou des indices de réfraction, et une biréfringence qui lui sont propres. Cependant, il ne permet pas de différencier les matériaux naturels et synthétiques. Plusieurs variétés peuvent avoir des indices très proches. Le résultat doit donc être renforcé par des tests complémentaires et une observation rigoureuse.

#### POLARISCOPE

Cet instrument de gemmologie conventionnelle se compose de **deux filtres polarisants croisés** mettant en évidence les **propriétés optiques directionnelles** des matériaux testés placés entre les deux filtres. Plus précisément, il permet de déterminer si un matériau, à condition qu'il soit transparent ou translucide, est <u>isotrope</u>, <u>anisotrope</u> ou <u>microcristallin</u>, ou de mettre en évidence des phénomènes de tensions internes caractéristiques de certains matériaux. Ces informations permettent de réduire le champ de recherche pour l'identification d'une pierre. Certaines pierres serties peuvent être testées, il faut cependant que la <u>culasse</u> ne soit pas enfermée dans le métal, afin de laisser passer la lumière à travers la pierre et de pouvoir observer la réaction.

- PIED A COULISSE TYPE LEVERIDGE
- MICROSCOPE ET LOUPE10X
- LAMPE ULTRAVIOLETTE (UV)
- LAMPE BLANCHE

Pour ces instruments, se reporter pages 15 à 17.

- Techniques de spectrométrie portable
  - SPECTROMETRIE RAMAN

Se reporter page 18.

Seul le laser proche infrarouge à 785 nm a été utilisé pour les autres pièces du Trésor.

### II) RESULTATS ET DISCUSSIONS

## 1. Observations à la loupe et à la trinoculaire

Toutes les pierres des 6 pièces ont été observées. Certaines ne présentent pas de caractéristiques internes et externes notables, elles ne sont ici pas mentionnées. Seules les pierres les plus importantes et présentant les caractéristiques les plus intéressantes ayant attiré notre attention sont détaillées ci-après.

Les pierres jaunes du ciboire et les pierres violettes de l'anneau B et de la croix ne contiennent aucune caractéristique interne particulière.

#### PIERRES VERTES DU CIBOIRE HN ET DU CALICE A-C

Les petites pierres vertes des différentes pièces contiennent des caractéristiques internes, tels que givres de guérison, cristaux, fissures composant un jardin laissant penser qu'il s'agit d'émeraudes (figure 51).



Figure 51 : Diamant et émeraudes du socle du calice A-C. Grossissement 10x.

### PIERRE CENTRALE DE L'ANNEAU A-C



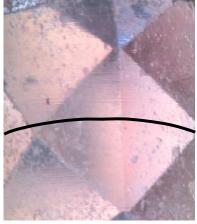


Figure 52: Pierre centrale de l'anneau A-C. Gross 10x.

Figure 53 : lignes courbes légèrement visibles suivant la ligne tracée en noir. Prise de vue gross 10x.

L'importante pierre centrale est violette ovale (*figure 52*). Elle ne présente pas de trace d'usure à la surface. Les arêtes sont vives et laissent penser qu'il s'agit d'un matériau de moyenne à forte dureté. Aucune inclusion naturelle ou synthétique n'est présente dans la pierre, par contre on y voit de fugaces **lignes courbes** selon l'inclinaison de la pierre pendant l'observation (*figure 53*). Ces lignes peuvent être des traces de fusion dans du verre, et plus probablement des lignes courbes de croissance typiques d'un corindon synthétique de fabrication Verneuil. Plus surprenant, selon le type d'éclairage, la couleur change. Sous lumière **blanche**, elle apparait d'un **violet** proche de celui des améthystes. Mais sous lumière **incandescente**, elle présente une couleur **rose fuchsia** soutenue (*figure 54*). On appelle ce phénomène « **effet alexandrite** ».



Figure 54 : Comparaison de la couleur de la pierre centrale de l'anneau A-C violette sous lumière du jour (à gauche), et fuchsia sous lumière incandescente (à droite).



Figure 55 : Pierres centrales de l'anneau A-C de couleur fuchsia (à gauche) et de l'anneau B de couleur violette (à droite) comparées sous lumière incandescente.

En comparaison avec la pierre violette de l'anneau B supposée être une améthyste, cette différence de couleur est notable (*figure 55*).

Ces caractéristiques font penser à celles d'un **corindon synthétique à changement de couleurs**. Cette déduction reste à vérifier avec d'autres tests.

### PIERRE BLEUE DU CALICE A-C

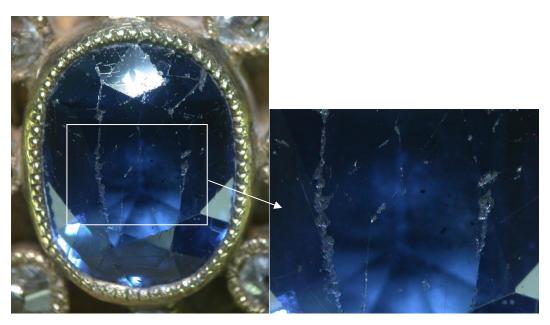


Figure 56: pierre bleue du socle du calice A-C avec cristaux prismatiques foncés et traces d'usure. Prise de vue gross 10x.

La pierre bleue ovale sertie sur le socle du calice présente d'importantes égrisures. A l'intérieur de nombreux **cristaux** sont visibles (*figure 56*). La plupart sont de forme **prismatique** et **foncés**. Il pourrait s'agir de cristaux de rutile. Ce type d'inclusion est notamment présent dans les saphirs. D'autres tests permettront d'identifier avec certitude la pierre. Ce que nous pouvons dire dès à présent, c'est qu'il s'agit d'une pierre naturelle, car ses inclusions le sont puisqu'elles présentent des habitus prismatiques.

#### PIERRES ROUGES OVALES DU CIBOIRE HN

Le socle et le nœud du ciboire sont sertis de pierres ovales et rondes de couleur rouge à rouge violacé (*figure 57*). Plusieurs d'entre elles contiennent des inclusions facilement visibles à la loupe. Il s'agit d'aiguilles foncées ressemblant à des aiguilles de rutile. Certaines se croisent à **120°**. Ce type d'inclusions se trouve couramment dans les grenats (surtout almandins) et les corindons.



Figure 57 : Socle et nœud du ciboire HN avec pierres rouges ovales et rondes.

Nous déduisons pour l'instant que la pierre violette de l'anneau A-C est probablement un corindon synthétique à changement de couleurs, et que la pierre bleue du calice est une pierre naturelle, certainement un saphir. Les caractéristiques internes des pierres vertes laissent penser qu'il s'agit d'émeraudes. Les pierres rouges du ciboire présentent pour certaines des aiguilles couramment rencontrées dans les grenats almandins ou dans les rubis. Ces suppositions doivent encore être confirmées par d'autres tests. Ces tests doivent également servir à identifier les pierres ne présentant aucune caractéristique interne notable comme les importantes pierres jaunes du ciboire ou les pierres violettes de la croix et de l'anneau B.

## 2. Observations sous illumination ultraviolette

Sous illumination UV à 365 et 254 nm, nous avons observé les différentes réactions des diamants, allant d'une fluorescence intense à aucune fluorescence, souvent bleue, ou verte, jaune et blanche. La réaction est la plupart du temps plus forte aux UVL qu'aux UVC. Les perles apparaissent blanc-crayeux, plus fortement aux UVL qu'aux UVC.

**CALICE A-C**: ni la pierre bleue ni les petites pierres vertes ne fluorescent.

**CROIX ET ANNEAU B** : les pierres violettes n'ont aucune réaction.

#### **CIBOIRE HN**



Figure 58 : Socle du ciboire HN sous UVL (à gauche) et sous UVC (à droite).

Les deux pierres jaunes, la pierre verte et la pierre bleue ne présentent pas de fluorescence.

Certaines pierres rouges fluorescent fortement rouge et d'autres n'ont aucune réaction (figure 58). En fait, les pierres qui ne fluorescent pas sont les pierres ovales plus importantes serties sur le socle et sur le nœud du ciboire (deux rondes des deux côtés de la pierre jaune principale). Les autres, les plus petites rondes montées en dessous du nœud fluorescent.

Si on fait le rapprochement avec les observations à la loupe et trinoculaire, on constate que les pierres ovales ont une teinte rouge violacée, présentent des aiguilles foncées, certainement de rutile, et n'ont aucune réaction aux UV. Les petites pierres rondes ont une teinte rouge légèrement plus claire, ne présentent pas d'aiguilles, et fluorescent rouge intense aux UV. On est donc en présence de deux types de gemmes différentes. La spectrométrie Raman permettra sans doute de les identifier.

#### ANNEAU A-C

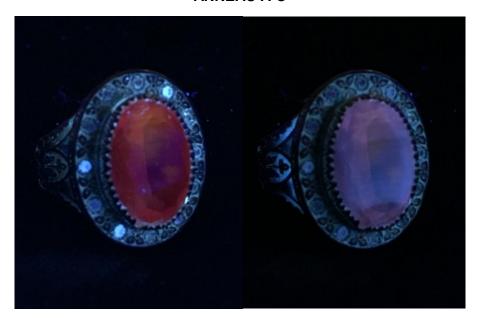


Figure 59 : Anneau A-C sous UVL (à gauche) avec pierre centrale montrant une intense fluorescence rouge, et sous UVC (à droite) avec la pierre centrale qui fluoresce fortement blanc crayeux avec lignes courbes visibles.

L'importante pierre violette de l'anneau A-C présente une réaction très intéressante aux UVL et aux UVC : sous UVL, il y a fluorescence rouge très intense, qu'on peut interpréter comme étant le signe d'une forte concentration en chrome (figure 59), qui est l'élément colorant responsable du changement de couleurs. Les corindons synthétiques, et particulièrement ceux présentant un changement de couleurs sont dopés en chrome. Cette réaction est donc tout à fait cohérente et conforte dans l'idée qu'il s'agit bien de ce type de matériau. Aux UVC la réaction est assez inattendue : la pierre fluoresce d'un blanc crayeux intense qui met nettement en évidence les lignes courbes précédemment observées (figure 59).

L'observation sous illumination UV nous a également permis d'étudier la réaction des émaux, et de faire apparaitre certaines soudures et réparations faites sur le ciboire A-C, la croix et le ciboire.

Les **émaux** de couleur **ivoire** du ciboire A-C ressortent **fortement** aux **UVC** (*voir annexe 10*). Nous avons mis en évidence une importante réparation effectuée sur le socle du ciboire A-C, sur un décor émaillé abimé (*voir annexe 10*). Il s'agit probablement d'une sorte de **colle**. Elle réagit particulièrement aux **UVL**, avec une fluorescence **blanche**.

Certaines **soudures** de la croix et du ciboire HN réagissent **jaune** d'**intensité moyenne** aux **UVC** uniquement (*voir annexes 11 et 13*).

L'observation sous UV nous a donné des informations intéressantes sur certaines pierres. La réaction de la pierre violette de l'anneau A-C est particulièrement intéressante, et nous conforte dans l'idée qu'il s'agit d'un **corindon synthétique à changement de couleurs.** Nous avons mis en évidence, comme pour certaines pierres rouges de la Couronne, des réactions différentes entre les pierres rouges du ciboire, nous laissant penser qu'il s'agit de deux types de gemmes différentes. Peut-être **grenats almandins et rubis** ? Nous avons noté des **réparations** et **soudures** grâce à l'exposition UV, et avons observé en détails les **émaux** sous un angle intéressant.

## 3. Polariscope

#### PIERRE VIOLETTE DE L'ANNEAU A-C :

La monture laisse le dessous de la pierre visible, ce qui permet d'observer la réaction au polariscope. Nous voulions avoir la confirmation qu'il s'agisse d'une pierre <u>anisotrope</u>, l'identification penchant vers un corindon.



Figure 60 : Anneau A-C étudié avec le polariscope. La pierre centrale s'allume et s'éteint 4 fois sur 360°.

Sur une rotation de 360°, la pierre s'allume tous les quarts de tour et s'éteint alternativement tous les quarts de tour (*figure 60*). C'est une réaction typique d'**anisotropie**.

Nous pouvons également en déduire que la pierre n'a pas été taillée perpendiculaire à l'axe optique, car dans ce cas, elle serait restée sombre sur 360°, comme un matériau <u>isotrope</u>.

### **PIERRES VIOLETTES DE LA CROIX:**



Figure 61 : Croix étudiée au polariscope. Les pierres s'allument et s'éteignent 4 fois sur 360° indépendamment les unes des autres.

Elles présentent également une réaction d'anisotropie (figure 61). Chaque pierre s'allume puis s'éteint tous les quarts de tour. On remarque que lors de la rotation, les pierres ne s'allument pas toutes en même temps. Elles ont été taillées et montées dans des directions optiques différentes.

Les pierres violettes de la croix et de l'anneau A-C sont toutes anisotropes.

### 4. Réfractomètre

#### ANNEAU A-C:

Nous avons testé la pierre violette au réfractomètre afin de confirmer qu'il s'agisse bien d'un corindon. Le serti permet de poser la <u>table</u> de la pierre sur le verre du réfractomètre.

Indice minimum: 1.759

Indice maximum: 1.767

Biréfringence : 0.008

Ces résultats correspondent au **corindon**.

## 5. Spectrométrie Raman

Les analyses en spectrométrie Raman permettent de confirmer les identités de certaines pierres testées avec des instruments de gemmologie conventionnelle, et d'identifier celles que nous n'avons pas pu tester avec d'autres instruments du fait de l'encombrement de l'objet ou la petitesse des pierres.

Les spectres de certaines pierres ne sont pas lisibles. C'est le cas des petites pierres vertes du calice A-C et du ciboire HN supposées être des émeraudes.

Les pierres de même famille ont été regroupées et présentées en sous-parties. Les spectres donnés sont les plus représentatifs d'une même famille de gemme sur l'ensemble testé.

L'améthyste numérotée « 1 » est la pierre centrale de la croix.

**QUARTZ**: Les pierres violettes de la croix, la pierre violette centrale de l'anneau B, les deux pierres jaunes du ciboire présentent toutes un spectre Raman caractéristique du quartz, avec une raie principale à **465** cm<sup>-1</sup> et une secondaire à **207** cm<sup>-1</sup>. Ces raies traduisent les vibrations atomiques des différentes **liaisons Si-O** (*figure 62*).

#### Raman 785 nm

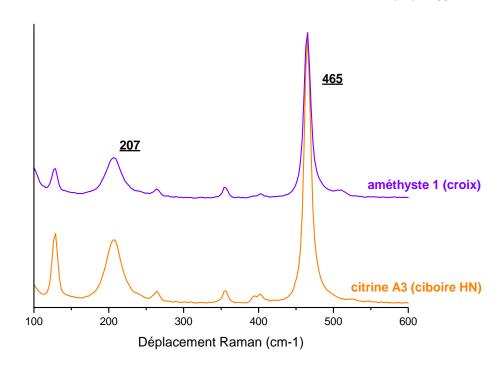


Figure 62 : Spectres Raman de l'améthyste 1 de la croix et de la citrine A3 du ciboire HN montrant des raies identiques des groupements Si - O. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

## **CORINDON**:

La pierre bleue du calice A-C et la pierre violette de l'anneau A-C présentent toutes les deux un spectre similaire avec une raie principale à **418** cm<sup>-1</sup> et une secondaire à **645** cm<sup>-1</sup> qui traduisent les **liaisons Al – O**. Ce spectre correspond à celui du corindon (*figure 63*).

La pierre bleue du **calice B** est donc bien un saphir. Les observations précédentes nous permettent d'affirmer qu'il s'agit d'un **saphir naturel**.

La pierre violette de l'anneau A-C est un corindon. Les observations précédentes nous permettent d'affirmer qu'il s'agit d'un corindon synthétique à changement de couleurs.

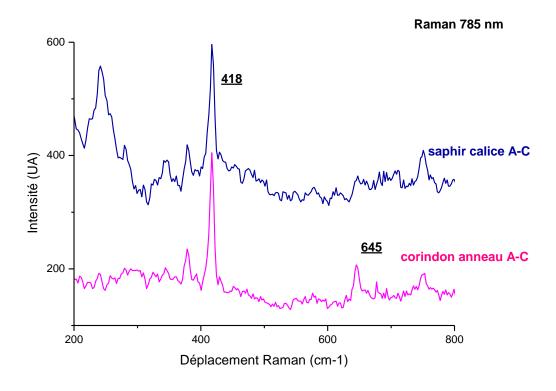


Figure 63 : Spectres Raman du saphir du calice A-C et du corindon de l'anneau A-C avec des raies similaires traduisant les liaisons Al - O. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

L'analyse Raman nous a permis de différencier, comme sur la Couronne, les différents types de gemmes rouges sur le **ciboire HN**. Nous avons vu précédemment que les inclusions et la réaction sous illumination UV n'étaient pas les mêmes pour toutes les pierres. Il paraissait que deux types de gemmes étaient montées sur le ciboire.

Le premier comporte des pierres pour les plupart ovales, de couleur rouge violacé, avec des inclusions d'aiguilles foncées certainement de rutile. Ces pierres n'ont aucune réaction sous UV.

Le deuxième type comprend de petites pierres rondes rouges sans inclusion notable, présentant une forte fluorescence rouge sous illumination UV.

L'étude Raman des pierres rouges permet en fait de distinguer trois types de gemmes différentes présentés ci-dessous. Pour consulter l'identité et la numérotation de chaque pierre, se reporter à l'annexe 15.

### **IDENTITES DES PIERRES ROUGES:**

<u>CORINDON</u>: les petites pierres rondes rouges présentent un spectre caractéristique de corindon avec les raies à **417** et **647** cm<sup>-1</sup> des liaisons **AI – O** (*figure 64*). Certains spectres présentent de la fluorescence vers 200 à 300 cm<sup>-1</sup>.

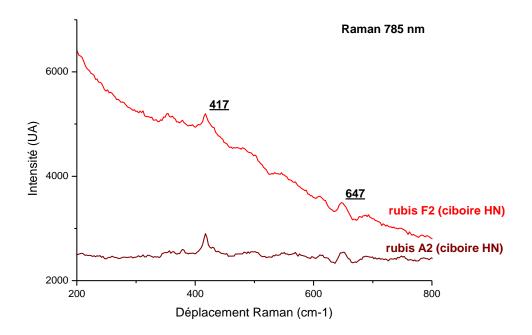


Figure 64 : Spectres Raman des rubis F2 et A2 du ciboire HN montrant les liaisons AI - O par les deux raies principales. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

**SPINELLE**: une des petites pierres rondes rouges du ciboire est en fait un spinelle, et non un rubis. La pierre a certainement été montée comme étant un rubis. Nous n'avions pas fait la distinction à l'observation car les pierres sont très petites, ni sous illumination UV car comme les rubis, les spinelles rouges fluorescent rouge moyennement à très intense. Cette fluorescence est due à la présence de chrome en élément colorant, comme dans les rubis.

Le spectre de la pierre B2 du ciboire HN est comparé à un spectre de référence de spinelle (RRUFF 050411). Les deux spectres sont similaires et correspondent à un oxyde d'aluminium et de magnésium (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>), avec une raie principale à **407** cm<sup>-1</sup> puis deux autres raies caractéristiques à **665** et **766** cm<sup>-1</sup> qui traduisent les liaisons **AI – O** (*figure 65*). On voit clairement la différence en comparaison avec le spectre du petit saphir du ciboire HN. Les raies sont proches mais décalées.

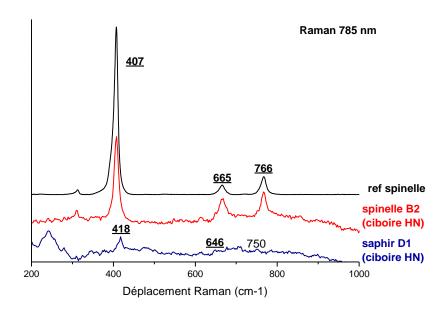


Figure 65 : Spectre Raman de la pierre B2 du ciboire HN comparé à un spectre de référence de spinelle et au spectre du saphir D1 du ciboire. Il s'agit d'un spinelle dont les raies traduisent les liaisons Al - O. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

**GRENAT**: Les pierres ovales de teinte rouge violacée présentent toutes un spectre caractéristique du grenat **rhodolite**. Le spectre de la pierre C4 présente une raie principale à **920** cm<sup>-1</sup>, et celui de la pierre D3 à **922** cm<sup>-1</sup>. Toutes les autres raies sont très proches de celles du spectre de référence : **863**, **558**, **505** et **354** cm<sup>-1</sup>. Les raies traduisent les liaisons Si – O (*figure 66*).

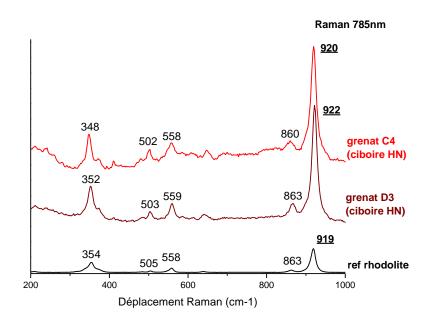


Figure 66 : Comparaison des spectres de 2 grenats (C4 et D3) du ciboire HN avec un spectre de référence de rhodolite montrant les mêmes raies traduisant les liaisons Si - O. Raman 785 nm. 5 sec d'acquisition.

L'analyse Raman a permis de confirmer l'identité d'un grand nombre de pierres. Nous savons que la pierre centrale de l'anneau A-C est un corindon synthétique à changement de couleurs, que les pierres violettes de l'anneau B et de la croix sont des améthystes, que la pierre bleue du calice A-C et celle du ciboire HN sont des saphirs, que les pierres jaunes du ciboire sont des citrines, et que les pierres rouges du ciboire HN sont composées de 1 spinelle, 6 rubis et 13 grenats rhodolites.

## RECAPITULATIF DES MATERIAUX DE CHAQUE PIECE APRES ANALYSE

ANNEAU EPISCOPAL A-C	Or, émaux polychromes, corindon synthétique ovale à changement de couleurs méthode Verneuil, diamants taille brillant.
CALICE A-C de la famille Blanchon	Argent doré, diamants taille ancienne, saphir ovale, émeraudes carrées, perles baroques.
CIBOIRE A-C DIT DE FOURVIERE	Argent doré, émaux polychromes, diamants taille ancienne, perle baroque et demi perle.
CROIX DE MGR JEAN DELAY	Or, améthystes taillées à degrés.
ANNEAU EPISCOPAL B DE MGR ETIENNE BORNET	Or, améthyste ovale, diamant taille rose.
CIBOIRE HN	Argent doré, émaux polychromes, citrines ovales, saphir carré, émeraude carrée, diamants taille ancienne, grenats rhodolites ovales, rubis ronds, spinelle rouge rond, perle baroque.

## **CONCLUSION** de la seconde partie

A l'aide de la spectrométrie Raman et d'autres tests nous avons conclu que les pierres violettes de la croix et de l'anneau B sont des améthystes. Nous savons que le calice A-C est orné d'un saphir naturel et de petites émeraudes.

Le ciboire HN est orné d'un grand nombre de pierres de couleurs différentes. Les analyses ont permis de toutes les identifier. Les deux importantes pierres jaune orangé sont des citrines, il a également un petit saphir et une petite émeraude. L'observation à la lumière blanche et sous illumination aux ultraviolets, ainsi que la spectrométrie Raman nous ont permis de différencier les pierres rouges. Il y a 6 rubis, 13 grenats rhodolites et 1 spinelle. Etant donnée la petitesse des pierres, une simple observation à la loupe n'aurait pas suffi à les distinguer.

La pierre centrale violette de l'anneau A-C, supposée être une améthyste, s'est révélée être un corindon synthétique à changement de couleurs méthode Verneuil. Nous avons conclu cela grâce à différents tests tels que la spectrométrie Raman, le réfractomètre, l'observation sous illumination UV et à la trinoculaire. Cette identification permet non seulement de connaitre la nature de la pierre, mais également d'affiner la période de fabrication de l'anneau épiscopal. En effet, le procédé Verneuil de fabrication de corindons synthétiques ne s'est développé qu'au début du XX<sup>e</sup> siècle, vers 1905. Quant aux pierres d'entourage, il s'agit de diamants taille brillant. Hors, cette taille moderne ne s'est répandue qu'à partir des années 1930/1940. Avant, les diamants étaient taillés en roses, en taille ancienne ou en demi taille. Dans l'hypothèse où les pierres n'ont pas été changées postérieurement à sa fabrication, l'anneau épiscopal aurait été réalisé par Amédée Cateland, qui a repris l'atelier Armand-Calliat à partir de 1922. Le poinçon de maître, s'il avait été présent, ne nous aurait pas aidé puisque Marie-Joseph Armand-Calliat (fils) et Amédée Cateland avait le même. Les initiales « A C » avec une abeille au centre. L'étude gemmologique aide dans ce cas à éclairer des éléments historiques méconnus. On peut dater la fabrication de l'anneau A-C entre 1930 et 1947 environ.

Nous avons également observé certains éléments de fabrication mis en évidence par l'illumination aux ultraviolets, comme le travail des émaux, et les soudures et réparations présentes sur certaines pièces.

## **CONCLUSION GENERALE**

Durant les trois jours d'analyses, nous avons travaillé sur 7 pièces comportant au total 1988 pierres. L'étude systématique de gemmologie scientifique permet en effet de vérifier un grand nombre de pierres en assez peu de temps, avec à la clef des résultats scientifiques sûrs. L'observation sous illumination aux ultraviolets a permis de mettre en évidence rapidement certaines pierres ne réagissant pas comme attendu. Des tests complémentaires, en particulier la spectrométrie Raman, ont ensuite donné l'identité précise de chaque type de pierre. Nous avons enregistré 70 spectres Raman. Les spectres Raman sont précieux non seulement parce qu'une fois traduits ils nous donnent la nature des pierres, mais également comme éléments d'archive et comme signatures de pierres, ce qui est très intéressant pour des pièces de si grande valeur. En vue des nombreuses contraintes qui se sont présentées, l'observation sous illumination UV et la spectrométrie Raman ont été très utiles, d'autant plus sur les très petites pierres. Ces tests systématiques et objectifs ont été complétés par une observation méticuleuse à la loupe 10x et à la trinoculaire. Ces deux méthodes de travail sont complémentaires et doivent être toutes deux utilisées pour obtenir les meilleurs résultats. Si l'observation pure ne montre pas d'éléments notables, les méthodes scientifiques ont toutes les chances d'apporter des réponses. Au contraire, dans certains cas les résultats de spectrométrie ne sont pas concluants, et l'observation approfondie des caractéristiques internes et externes peut se révéler très utile. C'est d'ailleurs ce qui s'est passé dans cette étude avec les émeraudes.

Le fait de réaliser des analyses hors laboratoire pose des limites. Cela ne permet pas toujours de répondre à toutes les interrogations. Pour ce projet, nous ne disposions pas de tous les instruments utilisables en laboratoire, alors que certains auraient été très intéressants, comme la spectrométrie de fluorescence X, qui nous aurait donné la teneur des éléments présents dans les gemmes, notamment dans les grenats et les corindons. Les conditions de travail sur place n'étaient pas optimums, et nous aurions obtenu de meilleurs résultats en laboratoire, notamment pour la spectrométrie de luminescence, et la spectrométrie Raman pour certaines pierres. Les appareils scientifiques portables que nous avions à disposition n'ont pas tous servi, ou pour certaines pierres seulement, du fait des contraintes d'installation, mais aussi des contraintes liées directement aux objets étudiés. Il s'agit de pièces importantes pour la plupart, fragiles et d'une grande valeur. Certains tests destructifs qui n'étaient bien sûr pas envisageables auraient donné d'importantes informations. Le dessertissage des pierres aurait permis d'utiliser la spectrométrie d'absorption et de vérifier si les améthystes ont bien été serties sur paillons, ce qui reste à l'issue de cette étude une simple déduction.

Cette étude a été réalisée dans le but d'avoir une connaissance approfondie de ces pièces d'orfèvrerie, alors que les expertises précédentes avaient été faites afin d'établir une valeur pécuniaire à la Couronne et au nimbe, en vue d'assurance. Dans l'expertise de 1996, seules les pierres les plus importantes avaient été comptabilisées en valeur de réalisation. L'expertise de 2012, elle, comptabilise la valeur de remplacement de toutes les pierres et du métal. Cela pose question quant à la valeur réelle de ce type de pièces. A l'époque, en septembre 1900, la Couronne a été facturée par Armand-Calliat à la Commission de Fourvière 9000 francs, ce qui était déjà une somme conséquente, mais de nos jours, à la valeur pécuniaire déjà importante que représente l'ensemble des matières précieuses utilisées, s'ajoutent la valeur historique, patrimoniale et esthétique. Comment estimer cette valeur subjective ? Aucun critère de calcul ne permet de l'évaluer. La beauté et la qualité de la réalisation d'un objet d'art, et la signification qu'il a en tant que témoin d'une époque, ne peuvent amener à une estimation objective de sa valeur. Les pièces du Trésor de Fourvière sont les témoins irremplaçables d'un moment d'histoire, plus précisément de l'histoire de l'orfèvrerie religieuse lyonnaise de la fin du XIX<sup>e</sup> et de la dévotion des lyonnais à Marie.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Michael **Gaft**, Renata **Reisfeld**, Gérard **Panczer**, <u>Modern luminescence spectroscopy of minerals and materials</u>, Edition 2012, 606 pages.

Deedee Cunningham, the Diamond Compendium 2011, 894 pages.

Michèle **Pinet**, David C. **Smith**, Bernard **Lasnier**, <u>La microsonde Raman en gemmologie</u>, revue AFG hors-série de 1992.

Musée des Beaux-Arts de Lyon, Bernard **Berthod**, Catherine **Arminjon**, Etienne **Grafe**, Elisabeth **Hardouin-Fugier**, Marie-Reine **Jazé-Charvolin**, <u>Bossan - Armand-Calliat</u>, 1986, 103 pages.

Lucien **Bégule**, <u>T-L Armand-Calliat et son œuvre</u>, 1822 – 1901, Lyon 1903.

Régis **Ladous**, Gersende **Le Jariel**, <u>La Commission de Fourvière</u> Editions des Traboules 1995, 36 pages.

Yves **Markezana**, <u>Les poinçons français d'or, d'argent, de platine, de 1275 à nos jours,</u> Editions Vial 2005.

#### Par Bernard Berthod:

- Orfèvrerie religieuse à Fourvière Editions des Traboules, Lyon 1997.
- <u>Armand-Calliat, Orfèvre lyonnais, 1852 1901, Etudes de sensibilité religieuse comparée,</u> Thèse de Doctorat d'Etat en Lettres, 2 tomes, Lyon, Université Lyon III, 1985.
- <u>Les couronnes d'Armand-Calliat (1855-1920)</u>, Foules catholiques et régulation romaines, les couronnements des vierges de pèlerinage à l'époque contemporaines (XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles), Actes de colloque, Limoges, Pulim, p. 191-198, 2011.
- <u>Le trésor de Fourvière</u>, en collaboration avec Gaël Favier, Lyon, Musée de Fourvière, 16 pages, 2012.
- <u>Architecture et symboles, Fourvière a cent ans 1896 1996</u>, catalogue de l'exposition tenue au Musée de Fourvière en 1996, Lyon, 92 pages.

## Sources de définitions :

<u>Lexique de l'exposition du Trésor de Fourvière</u> au Musée de Fourvière, Lyon, 2016, par Bernard **Berthod**.

<u>Dictionnaire International du Bijou</u>, collectif sous la direction de Marguerite **de Cerval**, Edition du Regard 1998, 570 pages.

#### **SITES INTERNET:**

www.rruff.info

www.geminterest.com

www.gemnantes.fr/fr/recherche/diamant

www.enssib.fr/bibliotheque-numerique/documents/64957-souvenirs-de-fourviere-la-vision-de-notre-dame-de-fourviere-vehiculee-par-l-imagerie-pieuse-lyonnaise-du-xixe-siecle.pdf

fr.wikipedia.org/wiki/Basilique\_Notre-Dame\_de\_Fourvière#Le\_projet\_d.27une\_basilique www.patrickvoillot.com/fr/les+principales+formes+de+taille+des+pierres+précieuses,article-26.html

### Sur le site internet de Fourvière :

www.fourviere.org/basilique/histoire-de-fourviere/arts-symbolique/

www.fourviere.org/basilique/histoire-de-fourviere/site-construction/

www.fourviere.org/basilique/histoire-de-fourviere/photos-fourviere/

www.fourviere.org/tresor-musee-religieux-fourviere/tresor/

### Sources de définitions :

www.wikipedia.com

www.larousse.fr

www.cnrtl.fr

#### **LEXIQUE:**

<u>Nimbe</u>: Cercle lumineux placé autour de la tête des dieux et des empereurs romains déifiés, puis, par les chrétiens, autour de celle du Christ et des saints. (Le nimbe du Christ est crucifère, c'est-à-dire timbré d'une croix). Le nimbe est synonyme d'auréole. Cependant, l'auréole n'est qu'une ligne d'or circulaire entourant ou encadrant la tête des saints ou des divinités, tandis que le nimbe est une surface circulaire sur laquelle est plaquée la tête du personnage dit nimbé. Il existe plusieurs sortes de nimbes : circulaire, gemmé, triangulaire, losangé, rayonnant, ovale et crucifère.

<u>Valeur de réalisation</u>: correspond au prix moyen estimé d'un objet sur le marché, s'il était mis en vente dans une salle des ventes publiques ou auquel un marchand spécialisé le rachèterait.

<u>Valeur de remplacement</u> : prix moyen de vente au détail TTC d'un objet équivalent dans le négoce spécialisé de Bijouterie Joaillerie Français.

<u>Serti clos</u> : La pierre est entièrement entourée d'une bande de métal rabattue au niveau de son feuilletis.

<u>Serti grains</u>: Fixation de la pierre par des petits grains pris dans l'épaisseur de la monture métallique. Le sertisseur lève avec l'échoppe un copeau de métal qui pousse contre la pierre. La petite masse de métal ainsi formée pourra être façonnée et perlée comme un grain.

<u>Filigrane</u>: technique apparue dès la plus haute antiquité qui consiste à crée un décor composé de fils métalliques torsadés, texturés ou lissés, soudés entre eux ou sur un fond.

**Repoussé** (ou repoussage) : technique de déformation du métal qui permet de donner le relief voulut à une plaque en la travaillant à la pointe-mousse sur son revers.

<u>Granulé / granulation</u>: technique remontant à la première moitié du Ille millénaire, qui consiste à réaliser un décor en soudant de minuscules sphères de métal, en général en or, entre elles et/ou sur un fond. Historiquement, les sphères pouvaient être réalisées par projection de métal en fusion dans de l'eau en mouvement, ou par la fonte de minuscules fragments de métal dans de la poussière de charbon de bois en ignition.

<u>Email champlevé</u>: technique utilisée depuis le Moyen-Age qui consiste à réserver des cloisons creusées au burin pour recevoir l'émail dans la monture métallique.

**<u>Table</u>** : Facette principale sur le dessus au centre d'une pierre taillée.

**Couronne** : Partie supérieure d'une pierre taillée, regroupant la table et les facettes autour.

**Culasse** : Partie inférieure d'une pierre taillée.

Feuilletis: Fin contour d'une pierre taillée, jonction entre la couronne et la culasse.

<u>Doublet</u>: Pierre composite faite à partir de deux matériaux assemblés, afin d'imiter une pierre naturelle de valeur. En général la partie supérieure est composée d'une matière naturelle, et la partie inférieure d'un matériau synthétique ou artificiel. C'est le cas du « doublet grenat – verre ».

<u>Gradation</u> du diamant : Détermination à la loupe 10x de la qualité d'un diamant. Les critères d'évaluation sont appelés les « 4C » : Color (couleur), Clarity (pureté), Carat (poids), Cut (taille). Le prix d'un diamant découle de ces critères.

<u>Luminescence</u>: émission d'un rayonnement électromagnétique d'origine non thermique lorsque des atomes restituent sous la forme de photons optiques une partie de l'énergie absorbée (d'origine chimique, électrique ou autre) quand ils retombent à leur niveau d'énergie initial.

**Isomorphe** : ce dit de deux substances chimiques qui ont la même structure cristalline.

**Isotrope** : Matériau cristallisé dont les propriétés physiques et chimiques sont identiques dans toutes les directions (ex : diamant, grenat, spinelle).

<u>Anisotrope</u> : Matériau cristallisé ayant des propriétés physiques et chimiques directionnelles. Elles sont différentes perpendiculairement et parallèlement à l'axe de croissance du cristal (ex : corindon, quartz, béryl).

Microcristallin (ou polycristallin) : Matériau composé de microcristaux enchevêtrés.

<u>Amorphe</u>: Matériau non cristallisé, c'est-à-dire un matériau dont les atomes ne sont pas organisés régulièrement dans un réseau pour former une maille cristalline.

#### **ANNEXES**

- 1. Dessins préparatoires
- 2. Expertises précédentes
- 3. Couronne : visuels complémentaires
- 4. Dessin développé de la Couronne
- 5. Tailles historiques du diamant
- 6. Tableau comparatif diamants des différentes expertises
- 7. Spectres Raman de grenats alumineux purs et rhodolite
- 8. Anneau A-C : visuels complémentaires
- 9. Calice A-C : visuels complémentaires
- 10. Ciboire A-C : visuels complémentaires
- 11. Croix : visuels complémentaires
- 12. Anneau B : visuels complémentaires
- 13. Ciboire HN: visuels complémentaires
- 14. Dessin développé du ciboire

# ANNEXE 1 DESSINS PREPARATOIRES



Figure 67 : Dessin préparatoire du projet non retenu de la Couronne de la Vierge. Les éléments principaux et la forme générale sont représentés, mais certains éléments diffèrent, notamment le cimier et la ceinture frontale (source : Fourvière a cent ans, Texte de B. Berthod, Musée de Fourvière, 1996).

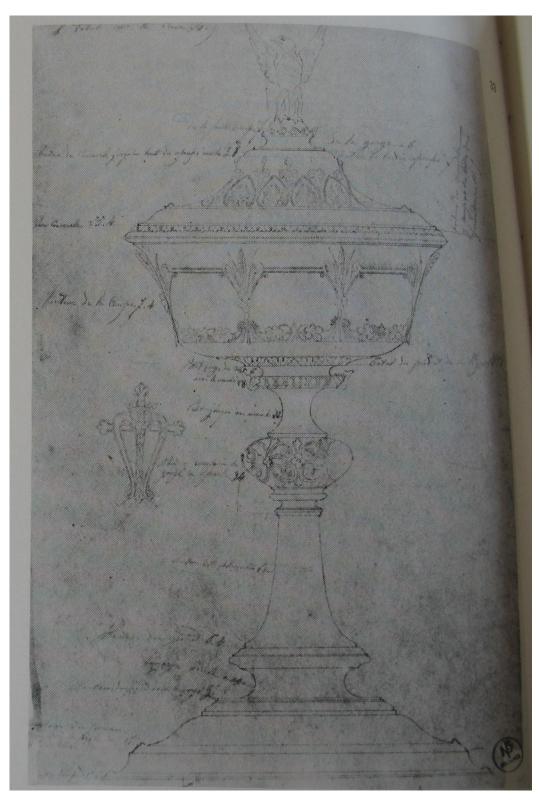


Figure 68 : Dessin préparatoire d'Armand-Calliat du ciboire dit de Fourvière figurant les éléments et motifs principaux. Le motif du haut du couvercle finalement choisi est la croix entrelacée du « M » dessinée à gauche (source : Musée des Beaux-Arts de Lyon, B. Berthod, C. Arminjon, E. Grafe, E. Hardouin-Fugier, M-R. Jazé-Charvolin, Bossan - Armand-Calliat, 1986).

#### **ANNEXE 2**

#### **EXPERTISES PRECEDENTES**

#### (par Beaumont en 1996 et par l'Etude Chenu-Bérard-Péron en 2012)

#### Maison Beaumont, Lyon, 1996

(La pièce appelée « Croix cerclée » correspond au nimbe)

#### **COMMISSION DE FOURVIERE**

### ESTIMATION EN VALEUR DE REALISATION DES SEULES PIERRES PRECIEUSES

Couronne			
	1 brillant 4.60 cts ½ taille HVVS	180 000 F	
	1 brillant 2.50 cts T.A. très teinté	12 000 F	
Motif principal	1 émeraude 1.80 ct	12 000 F	
<u> </u>	2 brillants 3.80 cts ½ taille	45 000 F	
	Petits brillants 4.00 cts	6 000 F	255 000 F
	1 brillant 3.00 cts ½ taille	65 000 F	
Motif à gauche	1 diamant coussin 2.20 cts	30 000 F	
With a gadene	Petits brillants 4.50 cts	7 000 F	102 000 F
	1 brillant 2.80 cts ½ taille	50 000 F	
Motif à droite	1 brillant 2 cts taille coussin	26 000 F	
	Petits brillants 4.50 cts	7 000 F	83 000 F
	1 rose	1 000 F	
16.4600001	1 brillant poire t.ancienne 1.30 ct	8 000 F	
Motif 2° à droite	1 saphir synthétique		4 = 000 =
	Petits brillants 4.00 cts	6 000 F	15 000 F
	1 brillant taille ancienne 1.80 ct	20 000 F	
Motif 3° à droite	Petits brillants 4.00 cts	6 000 F	26 000 F
	1 brillant ovale 1.60 ct	13 000 F	
	1 émeraude 0.70	8 000 F	
Motif au dos	2 roses	1 000 F	
<u> </u>		1 000 1	

Motif 2° à gauche	Petits brillants 4.50 cts 1 rose 1 brillant taille ancienne 2 cts 1 saphir 1.80 ct Petits brillants 4.50 cts	7 000 F 2 000 F 15 000 F 4 000 F 6 000 F	29 000 F 27 000 F
Motif 3° à gauche	1 brillant 1.80 ct Petits brillants 4.50 cts	20 000 F 6 000 F	26 000 F
Motifs intermédiaires	32 brillants 25 cts	150 000 F	150 000 F
		Total H.T.	713 000 F
Croix cerclée	Gros brillants 35.95 cts		

Petits brillants 25.20 cts soit 61.15 carats

FAIT A LYON LE 26 SEPTEMBRE 1996

246 940 F

## Jean CHENU - Antoine BERARD - François PERON COMMISAIRES PRISEURS HABILITES

6 rue Marcel Gabriel Rivière - 69002 LYON Tél. 04 72 77 78 01 - Fax : 04 72 56 30 07

# EXPERTISE EN VALEUR DE REMPLACEMENT DE LA COURONNE DE LA VIERGE ET DU NIMBE DE L'ENFANT JESUS COIFFANT LA STATUE MARIALE DANS LA BASILIQUE NOTRE DAME DE FOURVIERE

**EFFECTUE LE 15 SEPTEMBRE 2012** 

Par Maître Antoine BERARD - commissaire-priseur, Hôtel des ventes - 6 rue Marcel Gabriel Rivière - 69002 LYON

N° siret 442 425 591 00017 - TVA intracommunautaire FR80442425591 SARL CHENU BERARD PERON Société de ventes volontaires - Agrément : 2002-191

1. Importante **COURONNE** de forme royale française à une ceinture supportant un bandeaux composé en alternance de huit fleurs de lys et huit médaillons centrés de chérubins. Coiffe composée de huit diadèmes dont le cimier est une fleurs de lys à six pétales. Cette couronne est en or massif et pése 4 050 grammes. Elle est poinçonnée du titre au médecin grec à trois reprises, bureau de garantie de Lyon (11) et une fois le poinçon de Maître orfèvre de Louis-Armand CAILLAT. La couronne est par par ailleurs signée en toute lettre sous la ceinture : Armand-CAILLAT et Fils, orfèvre à Lyon. Elle est décorée en émail en chmplevé et cloisonné polychrome de motifs végétaux et sertie de pierres précieuses et fines tels que diamants (129 cts), perles, rubis, saphirs, émeraudes, citrines et autres.

Elle mesure 36 cm de hauteur pour 34 cm de diamètre. Nous décrirons comme suit la couronne, à savoir la fleur au cinier, les huit diadèmes puis le bandeau de la couronne composé des huit motifs (A, C, E, G, I, K, M, O) et de huit fleurs de lys (B, D, F, H, J, L, N, P) et enfin la ceinture

#### I - FLEUR

inférieure.

2. Petite **COURONNE** ornée de huit petits rubis cabochons, de six pétales pavées de cinq lignes de roses (64 roses au total x 6), de six pistils ornés de diamants taille aciennes piqués 0,9 carats et d'un pistil orné d'une perle de 8,5 mm de diamètre.

3 200

#### II - DIADEMES

#### 1er DIADEME

3. DIADEME en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant demi taille 4,9 carats VVS2 H et de quatre citrines 2,5 carats. Pavage de quarante-six demi perles fines sur les encadrements, de quarante-quatre diamants taillés en roses 1,5 carats sur émail bleu roi et de douze diamants taillés en roses pour 2,2 carats.

135 000

#### 2ème DIADEME

4. DIADEME en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant taille coussin 3,5 carats VSI I et de quatre citrines 2,5 carats. Pavage de quarante-six demi perles fines sur les encadrements, de quarante-quatre diamants taillés en roses 1,5 carats sur émail bleu roi et de douze diamants taillés en roses pour 1,8 carats en feuillage.

67 000

3ème DIADEME

 DIADEME en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant taillé en rose accident MZ inclusion 1,3 carats VSI I et de quatre citrines 2 carats.

Pavage de quarante-cinq demi perles fines sur les encadrements, de quarantequatre diamants taillés en roses 1,5 carats sur émail bleu roi, de dix diamants taillés en roses de 1 carat et de deux diamants taille irrégulière pour 0,3 carat en feuillage. 20 000

#### 4ème DIADEME

 DIADEME en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant taillé en rose accident MZ inclusion 1,3 carats VSI I et de cinq citrines 3,5 carats.

Pavage de quarante-six demi perles fines sur les encadrements, de quatre diamants taillés en roses pour 1,2 carats ur émail bleu roi, et de douze diamants taillés en roses pour 1,2 carats en feuillage.

21 500

#### 5ème DIADEME

 DIADEME en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant taillé en rose accident MZ inclusion 1,3 carats VSI I et de cinq citrines 3.5 carats.

Pavage de quarante-six demi perles fines sur les encadrements, de douze diamants taillés en roses 1,2 carats sur émail bleu roi, et de quarante-quatre diamants taillés en roses pour 1,2 carats en feuillage.

15 000

#### 6ème DIADEME

8. **DIADEME** en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant taillé en rose accident MZ inclusion 1,3 carats VSI I, de trois citrines 1,7 carats et de quatre fleurs ornées de onze diamants demi-taille 0,4 carat? Pavage de quarante-six demi perles fines sur les encadrements (dont une accidenté), de douze diamants taillés en roses 1,4 carats sur émail bleu roi, et de quarante-quatre diamants taillés en roses pour 1,2 carats en feuillage.

23 000

#### 7ème DIADEME

9. **DIADEME** en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant taillé en rose importante égrenure MZ pour 1 carat VSI I, de trois citrines 1,7 carats et de quatre fleurs ornées de onze diamants demi-taille 0,4 carats. Pavage de quarante-six perles sur les encadrements , de douze diamants taillés en roses 1,2 carats sur émail bleu roi (dont une très égrisée) , et de quarante-quatre diamants taillés en roses pour 1,2 carats en feuillage.

20 000

#### 8ème DIADEME

10. DIADEME en or émaillé à décor de branches à cinq fleurs et pièce en coeur, orné d'un d'un diamant taille ancienne 3,2 carats, de quatre citrines 2,3 carats. Pavage de quarante-six perles sur les encadrements, de douze diamants taillés en roses 1,2 carats sur émail bleu roi et de quarante-trois diamants taillés en roses pour 1,2 carats en feuillage.

68 500

#### III - BANDEAU

 BANDEAU composé de huit motifs chérubin à bordure émaillée bleu turquoise, encadrés de huit motifs à fleurs de lys supportant volutes et pensées (B, D, F, H, J, L, N, P) et (A, C, E, G, I, K, M, O)

#### <u>Chérubins</u>:

12. A - Pavage d'un diamant taille ancienne MZ jaune SI de 2,8 carats, de vingt perles taille anciennes (dont deux plus grosses), de cinquante-six diamants roses et taille ancienne 2,8 carats et d'un rubis de 0,1 carat.

15 600

13. C- Pavage d'un diamant taille ancienne SI de 2,3 carats, de vingt perles taille anciennes (dont deux plus grosses), de cinquante-six diamants roses et taille ancienne 2,8 carats et d'un rubis de 0,1 carat.

14 000

14. E - Pavage d'un diamant taille ancienne SI de 2,2 carats SI J, de vingt perles taille anciennes, de cinquante-six diamants taille ancienne et roses 2,7 carats et d'un rubis de 0,05 carat.

15 200

- 15. G Pavage d'un diamant taille ancienne coussin picqué H de 2,2 carats SI J, de vingt perles taille anciennes, de cinquante-six diamants taille ancienne et roses 2,7 carats et d'un rubis de 0,05 carat.
- 16. I Pavage d'un diamant taille ancienne I SI de 1,5 carats, de vingt perles taille anciennes (dont deux plus grosses), de cinquante-six diamants taille ancienne et roses 2,7 carats et d'un rubis de 0,1 carat.
- 17. K Pavage d'un diamant taille ancienne I SI H de 1,8 carats, de vingt perles taille anciennes (dont deux plus grosses), de cinquante-six diamants taille ancienne et roses 2,7 carats et d'un rubis de 0,05 carat.
- 18. M Pavage d'un diamant taille ancienne H de 1,2 carats (pîqures, inclusion), de vingt perles taille anciennes, de cinquante-six diamants taille ancienne et roses 2,7 carats et d'un rubis de 0,08 carat.
- O Pavage d'un diamant taille ancienne coussin SI G (égrisure), de vingt perles taille anciennes, de cinquante-six diamants taille ancienne et roses 2,7 carats et d'un rubis de 0,1 carat.

#### Fleurs de lys:

20. B - Pavage de quatre diamants taille ancienne pour 3,8 cts (inclusions), de trois perles fines et de cinquante-huit diamants taille ancienne et roses 0,8 carat.

8 600

21.	D - Pavage de quatre diamants taille ancienne pour 3,4 cts (inclusions), de trois perles fines et de cinquante-huit diamants taille ancienne et roses 0,7 carat.	7 600
22.	F - Pavage de quatre diamants taille ancienne pour 2,8 cts MZ (inclusion, un cassé), de trois perles fines et de cinquante-huit diamants taille ancienne et roses 0,7 carat.	6 600
23.	H - Pavage de quatre diamants taille ancienne H SI pour 3 cts, de trois perles fines et de cinquante-huit diamants taille ancienne et roses 0,7 carat.	7 000
24.	J - Pavage de quatre diamants taille ancienne I SI 3,1 cts , de trois perles fines et de cinquante-huit diamants taille ancienne et roses 0,7 carat.	7 000
25.	L - Pavage de quatre diamants taille ancienne piqué H 3 cts, de trois perles fines et de cinquante-huit diamants taille ancienne et roses 0,7 carat.	7 000
26.	N - Pavage de quatre diamants taille ancienne piqué H 3 cts, de trois perles fines et de cinquante-huit diamants taille ancienne et roses 0,7 carat.	7 000
27.	P - Pavage de quatre diamants taille ancienne piqué, égrisure SI HG 2,8 cts , de trois perles fines et de cinquante-sept diamants taille ancienne et roses 0,7 carat	6 700
	(un éclat).	
IV - CEIN		
IV - CEIN 28.		3 500
	ITURE Ornée d'une émeraude 2 cts avec un entourage de vingt roses et deux opales	3 500 4 500
28.	Ornée d'une émeraude 2 cts avec un entourage de vingt roses et deux opales 0,2 ct (dont une cassée).	
28. 29.	Ornée d'une émeraude 2 cts avec un entourage de vingt roses et deux opales 0,2 ct (dont une cassée).  Ornée d'un diamant taille ancienne H 1,7 carats avec un entourage de six rubis.	4 500
28. 29. 30.	Ornée d'une émeraude 2 cts avec un entourage de vingt roses et deux opales 0,2 ct (dont une cassée).  Ornée d'un diamant taille ancienne H 1,7 carats avec un entourage de six rubis.  Ornée d'une améthyste avec un entourage de quatre perles fines.  Ornée d'un diamant taille rose MZ 0,8 ct avec un entourage de deux turquoises	4 500 1 200
28. 29. 30. 31.	Ornée d'une émeraude 2 cts avec un entourage de vingt roses et deux opales 0,2 ct (dont une cassée).  Ornée d'un diamant taille ancienne H 1,7 carats avec un entourage de six rubis.  Ornée d'une améthyste avec un entourage de quatre perles fines.  Ornée d'un diamant taille rose MZ 0,8 ct avec un entourage de deux turquoises 0,7 ct.	4 500 1 200 1 800
28. 29. 30. 31.	Ornée d'une émeraude 2 cts avec un entourage de vingt roses et deux opales 0,2 ct (dont une cassée).  Ornée d'un diamant taille ancienne H 1,7 carats avec un entourage de six rubis.  Ornée d'une améthyste avec un entourage de quatre perles fines.  Ornée d'un diamant taille rose MZ 0,8 ct avec un entourage de deux turquoises 0,7 ct.  Ornée d'un rubis octogonal 1,4 cts et deux diamants taille ancienne 0,5 ct.	4 500 1 200 1 800 2 600

Page 5 de 9

36.	Ornée d'un saphir de 1,3 cts épaulé de deux diamants taille ancienne 0,4 ct.	2 600
37.	Ornée d'un diamant taille rose (0,4 ct) et de deux cabochons grenat 0,3 ct.	150
38.	Ornée d'une améthyste et de quatre perles fines.	1 100
39.	Ornée d'un diamant taille rose 0,4 cts épaulée de quatre turquoises.	1 300
40.	Ornée d'un rubis 0,8 ct épaulé 2 x 2 diamants tailles rose.	1 000
41.	Ornée d'un diamant taille égrisé 0,5 ct épaulé de quatre turquoises.	1 300
42.	Ornée d'une améthyste 2,3 cts épaulée de 2 x deux perles.	1 100
43.	Ornée d'un diamant taille rose 0,7 ct épaulé de 2 x 3 rubis.	1 600
44.	Ornée d'une émeraude 0,7 ct avec un entourage de douze diamants taille ancienne et deux opales.	1 600
45.	Ornée d'un diamant taille rose 0,8 ct épaulé de 2 x trois rubis.	1 600
46.	Ornée d'une améthyste claire 2 cts épaulée de 2 x deux perles.	1 500
47.	Ornée d'un diamant taille rose 0,35 ct épaulé de 2 x deux turquoises.	1 300
48.	Ornée d'un rubis 0,9 ct épaulé de 2 x deux diamants taille rose.	1 000
49.	Ornée d'un dimant taille rose carré 0,7 ct épaulé de 2 x deux turquoises.	1 400
50.	Ornée d'une améthyste 1,7 cts épaulée de 2 x deux perles.	1 500
51.	Ornée d'un diamant taille rose 0,50 ct épaulé de 2 x d'un cabochon de grenat.	1 300
52.	Ornée d'un saphir de Ceylan 3,5 cts épaulé de 2 x deux roses.	7 000
53.	Orné d'un diamant taille rose 0,7 cts épaulé de deux cabochons de rubis 0,3 ct.	1 200

Page 6 de 9

54.	Ornée d'un doublet épaulé de 2 x deux perles.	600
55.	Ornée d'un diamant taille rose 1 ct épaulé de deux turquoises.	1 700
56.	Ornée d'un rubis 1,4 cts épaulé de deux diamants taille ancienne 0,5 ct.	3 000
57.	Orné d'un diamant taille rose 1 ct épaulé de 1 x deux turquoises.	1 500
58.	Ornée d'un doublet épaulé de quatre perles.	600
59.	Ornée d'un diamant taille ancienne 1,5 ct épaulé de 3 x deux rubis.	1 900
60.	POIDS TOTAL BRUT : 4 050 grammes d'or	240 000
61.	B - NIMBE	
62.	Nimbe en forme de bandeau en croix grcques réuni par un cercle, en or massif pesant 700 grammes, poinçon de premier titre au médecin grec, bureau de garantie de Lyon (11) et poinçon du maître orfèvre Louis-Armand CAILLAT (les deux poinçons sont apposés sur les huit éléments du nimbe qui sont démontable). Il est décoré en émail en champlevé et cloisonné polychrome de motifs végétaux et sertie de pierres précieuses et fines tele que diamant ( ) rubis ( ) et grenats ( ). Le nimbe est décrit comme suit : d'abord les quatre branches de la croix grecque (A, B, C, D) puis la fleur central et enfin les quatre segments de cercle les reliants (AB, BC, CD, DA).	
63.	I - BRANCHES	
72.	A	
64.	Branche ornée d'un diamant taille ancienne pour 2,75 cts, piqué couleur I.	10 000
65.	Branche ornée de trois diamants taille ancienne pour 2,5 cts en tout , piqué couleur I.	8 000
66.	Branche ornée de quatre diamants taille ancienne pour 0,90 cts.	2 800
67.	Branche ornée de cinq diamants taille ancienne pour 2 cts, piqués couleur I.	4 000
68.	Branche ornée de dix diamants taille ancienne pour 0,75 ct, piqués couleur J.	2 600
69.	Branches ornée de trois rubis pour 0,50 ct égrisés et un grenat taille ancienne.	1 500
70.	В	
71.	Branche ornée d'un diamant taille ancienne pour 2,30 cts couleur VSII.	9 000

74.	Branche ornée de trois diamants taille ancienne pour 2,50 cts ent tout couleur VSI.	7 500
75.	Branche ornée de quatre diamants taille ancienne pour 2 cts en tout couleur VS.	2 600
76.	Branche ornée de quinze diamants taille ancienne pour 2 cts en tout.	5 200
77.	Branche ornée de trois rubis dont un de 0,30 ct et deux de 0,60 cts, égrisés.	1 500
78.	С	
79.	Branche ornée d'un diamant taille ancienne pour 2,30 cts, couleur VS.	8 600
80.	Branche ornée de trois diamants taille ancienne pour 2,50 cts en tout couleur VS.	7 300
81.	Branche ornée de quatre diamants taille ancienne pour 2 cts en tout, couleur VS.	2 800
82.	Branche ornée de quinze diamants taille ancienne (égrisures) pour 2 cts en tout.	5 200
83.	Branche ornée de deux rubis, un grenat dont un de 0,20 ct.	1 000
84.	D	
85.	Branche ornée d'un diamant taille ancienne pour 1,10 cts, couleur VSI	4 000
86.	Branche ornée de trois diamants taille ancienne pour 2 cts en tout, couleur VS.	6 700
87.	Branche ornée de quatre diamants taille ancienne pour 1,50 cts en tout, couleur VS.	2 000
88.	Branche ornée de quinze diamants taille ancienne pour 2 cts en tout.	5 000
89.	Branche ornée de deux grenats et un rubis.	800
90.	II - MILIEU DE LA FLEUR	
91.	Milieu orné d'un diamant taille ancienne (égrisures) pour 1,20 cts.	4 500
92.	Milieu orné de 35 diamants taille ancienne sur pétales, de 35 diamants taille roses, 21 diamants taille roses et pistils et 15 diamants et palmettes pour 5 cts (égrisures) couleur SI.	3 000
93.	III - SEGMENT DE CERCLE	
94.	AB - Cercle orné d'un diamant taille ancienne pour 1,70 cts, couleur VS, de deux diamants poire pour 2 cts, couleur VS, de douze diamants pour 3 cts et dix-neuf diamans 3 carats, couleurs SI.	5 000

Page 8 de 9

95.	BC - Cercle orné d'un diamant taille ancienne pour 2 cts, couleur VS et de deux diamants pour taille ancienne, couleur SI, douze diamants taille ancienne pour 2,8 cts, de dix-neuf diamants taille ancienne pour 2,9 cts et une pierre (verre) SI.	5 200
96.	CD - Cercle orné d'un diamant taille ancienne pour 1 ct, couleur SI, de deux diamants taille ancienne pour 1 ct, couleur SI, de treize diamants taille ancienne pour 2,5 ct, couleur SI et de dix-neuf diamants taille ancienne pour 2,30 cts, couleur SI.	4 000
97.	DA - Cercle orné d'un diamant taille ancienne pour 1,30 cts, couleur VS, de deux diamants taille ancienne pour 1,20 ct, couleur VS, de treize diamants taille ancienne pour 2,80 cts, couleur VS et de dix-huit diamants taille ancienne pour 2,30 cts, couleur VS.	4 600

TOTAL GENERAL	896 850
---------------	---------

# ANNEXE 3 VISUELS COMPLEMENTAIRES DE LA COURONNE



Figure 69 : Partie chérubin A1









Figure 72 : Fleur de lys du cimier vue de la partie G



Figure 73 : Signature d'Armand-Calliat gravée à l'intérieur de la Couronne



Figure 74 : Vue de l'intérieur du sommet de la Couronne Figure 75 : Vis d'assemblage à l'intérieur de la Couronne



Figure 76 : Poinçon de titrage or médecin grec apposé trois fois et poinçon de maître d'A-C (à droite) sur la ceinture frontale. Prise de vue grossissement 10x

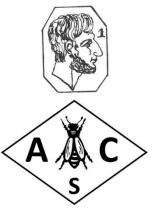
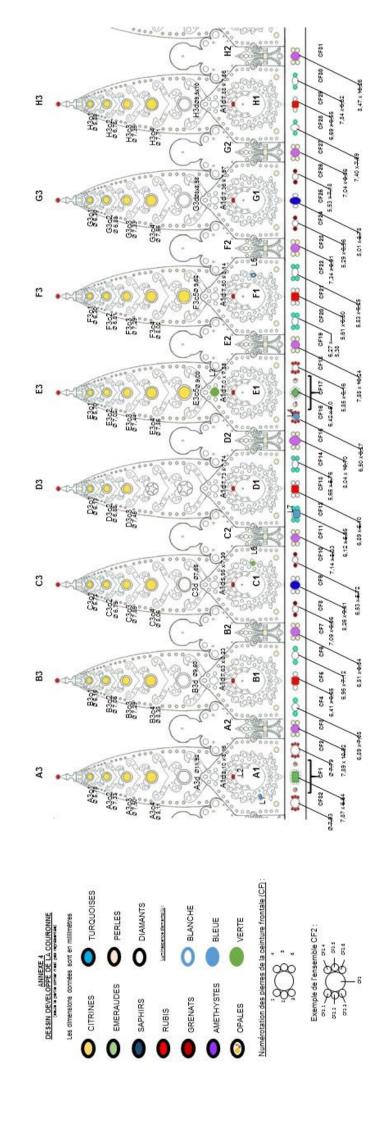


Figure 77 : Poinçon de maître de T.J Armand-Calliat de 1853 à 1901, et tête de médecin grec



# ANNEXE 5 TAILLES HISTORIQUES DU DIAMANT (de la plus ancienne à la plus récente)

(source: http://www.diamants-infos.com/taille/forme\_taille.php#anciennes)

TAILLE ROSE XVIII <sup>e</sup> / XIX <sup>e</sup>	
TAILLE COUSSIN XVIII <sup>e</sup> / XIX <sup>e</sup>	
TAILLE ANCIENNE Début XX <sup>e</sup>	
DEMI TAILLE 1930	
TAILLE BRILLANT / MODERNE	

# **ANNEXE 6**

# TABLEAU COMPARATIF DIAMANTS DES DIFFERENTES EXPERTISES

		Expertise 2016	Expertise 2012	Expertise 1996
	A3d	Diamant demi-taille 6,20 cts, pureté VVS2, couleur H	Diamant demi-taille 4,90 cts, pureté VVS2, couleur H	Brillant 4,60 cts demi-taille, pureté VVS, couleur H
	B3d	Diamant taile coussin 3,14 cts, pureté SI1, couleur I	Diamant taille coussin 3,50 cts, pureté VS1, couleur I	Brillant 2 cts taille coussin (qualité non spécifiée)
	СЗФ	Diamant taile rose, (poids non spécifié) pureté SI2, couleur M-Z, cassure	Diamant taillé en rose 1,30 cts, pureté VS1, couleur M-Z, accident	Rose
	en D3	Fleur pavée de 11 d'amants	Diamant taillé en rose 1,30 cts, pureté VS1, couleur M-Z, accident	
BANDEAUX VERTICAUX	en E3	Pas de diamant mais une citrine	Diamant taillé en rose 1,30 cts, pureté VS1, couleur M-Z, accident	
	en F3	Pas de diamant mais une citrine	Diamant taillé en rose 1,30 cts, pureté VS1, couleur M-Z, accident	
	C3d	Diamant taile rose, (poids non spécifié) pureté SI2, couleur M-Z, cassures	Diamant taillé en rose 1 ct, pureté VS1, couleur M-Z, importante égrenure	Rose
	НЗФ	Diamant taile ancierne 3,41 cts , pureté VS2, couleur H $$	Diamant taille ancienne 3,20 cts, (pureté et couleur non spécifiés)	Brillant 3 cts demi-taille (qualité non spécifiée)
	A1d	Diamant taile coussin 1,97 cts, pureté SI1, couleur M-Z	Diamant taille ancienne 2,80 cts, pureté SI, couleur M-Z	Brillant 2,50 cts taille ancienne très teinté
	B1d	Diamant taile coussin 1,82 cts, pureté SI2, couleur I, petites cassures	Diamant taille ancienne 2,30 cts, pureté SI	Brillant 2 cts taille coussin (qualité non spécifiée)
	C1d	Diamant taille ancienne poire 1,07 cts, pureté P1, couleur J	Diamant taille ancienne 2,20 cts, pureté SI, couleur J	Brillant poire taille ancienne 1,30 cts (qualité non spécifiée)
	D1d	Diamant taile coussin 1,69 cts, pureté SI1, couleur J	Diamant taille coussin 2,20 cts, pureté SI, couleur J	Brillant taille ancienne 1,80 cts (qualité non spécifiée)
	E1d	Diamant taille ancienne ovale 1,50 cts, pureté SI1, couleur J	Diamant taille ancienne 1,50 cts, pureté SI, couleur I	Brillant ovale 1,60 cts (qualité non spécifiée)
	F1d	Diamant taile coussin 1,75 cts, pureté P1, couleur G	Diamant taille ancienne 1,80 cts, pureté SI, couleur H	Brillant 1,80 cts (qualité non spécifiée)
	G1d	Diamant taile coussin 1,65 cts, pureté P1, couleur I	Diamant taille ancienne 1,20 cts, pureté P, couleur H	Brillant taille ancienne 2 cts (qualité non spécifiée)
	H1d	Diamant taile coussin 1,78 cts, pureté SI2, couleur G	Diamant taille coussin (poids non spécifié), pureté SI, couleur G, égrisure	Diamant coussin 2,20 cts (qualité non spécifiée)

#### **ANNEXE 7**

#### SPECTRES RAMAN DES GRENATS ALUMINEUX PURS ET RHODOLITE

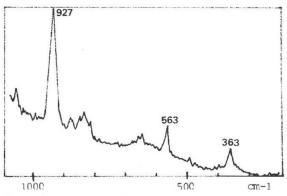
(source: La microsonde Raman en gemmologie, revue AFG hors-série 1992. M Pinet, D C. Smith, B Lasnier, p.38)

#### **PYROPE**

 $Mg_3Al_2(SiO_4)_3$ 

Raies caractéristiques :

1041 **927** 869 840 824 806 667 651 639 563 363 209

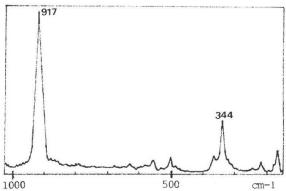


#### <u>ALMANDIN</u>

 $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$ 

Raies caractéristiques :

1040 **917** 865 635 558 501 372 344 217 168

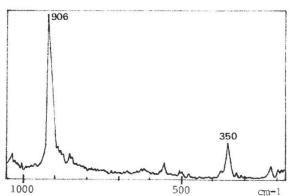


#### **SPESSARTITE**

 $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$ 

Raies caractéristiques :

1031 **906** 848 629 553 501 474 373 350 322 221 192 173 114



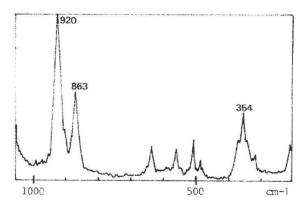
#### **RHODOLITE**

 $X_3AI_2(SiO_4)_3$ 

X = 56 % Mg et 44 % Fe

Raies caractéristiques :

1052 **920** 863 639 558 505 486 373 354 316 207



# ANNEXE 8 VISUELS COMPLEMENTAIRES DE L'ANNEAU EPISCOPAL A-C



Figure 78 : Anneau épiscopal A-C vu de profil.

Les motifs ciselés et émaillés du corps de bague sont caractéristiques du travail d'Armand-Calliat (*figure 1*).







Figure 79 : Poinçons de titrage or en bas de corps. Grossissement 10x.

En bas de corps sont apposés les poinçons de titrage suivants (figure 2) :

- Tête d'aigle titrage or 750/000 biffé (apposé à partir de 1838, toujours en usage)
- Tête de Mercure titrage or d'exportation (apposé de 1879 à 1994)
- Tête de lièvre titrage or de réimportation (apposé de 1887 à 1994)

Selon le bureau de la Garantie de Lyon, l'apposition de la tête d'aigle est une erreur, c'est pour cela qu'elle a été biffée, puis la tête de Mercure a été apposée afin que l'objet soit exporté. La tête de lièvre a été apposée postérieurement lors de la réimportation de l'objet en France (au plus tard en 1994).

Il n'y a pas de poinçon de maître. Il a certainement été effacé avec l'usure du corps de bague.

# ANNEXE 9 VISUELS COMPLEMENTAIRES DU CALICE A-C





Figure 80 : Calice A-C sous lumière blanche (à gauche) et sous illumination ultraviolette 365 nm (à droite).



Figure 81 : Détails du calice A-C. Perles et diamants. Grossissement 10x.









Figure 82 : Poinçon de maître Armand-Calliat et poinçon de titre argent tête de Minerve. Grossissement 10x.

# ANNEXE 10 VISUELS COMPLEMENTAIRES DU CIBOIRE A-C





Figure 83 : Décor émaillé sur le socle figurant les Noces de Cana sous lumière blanche et ultraviolette (365 nm).



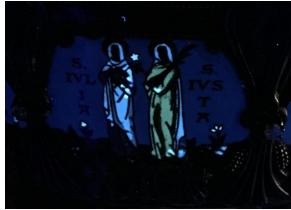


Figure 84 : Décor émaillé sur la coupe figurant deux saints en procession vers la Vierge sous lumière du jour et ultraviolette (365 nm).





Figure 85 : Décor émaillé abimé sur le socle figurant la Nativité sous lumière du jour et ultraviolette (365 nm) mettant en évidence la réparation avec colle réagissant blanc sous UV.



Figure 86 : Vues globale et détaillée sous illumination ultraviolette (365 nm).



Figure 87 : Poinçons : à gauche un poinçon non identifié, au centre la tête de Minerve apposée deux fois sur le socle. Le dessous de la coupe est poinçonné d'un crabe (à droite).

Les poinçons de titrage argent apposés sont la tête de Minerve et le crabe (*figure 5*). Aucun poinçon de maître n'a été repéré.



 $\textit{Figure 88 : Vis \`a l'int\'erieur du couvercle identiques \`a celles \`a l'int\'erieur de la Couronne de fabrication \textit{Armand-Calliat}.}$ 

# ANNEXE 11 VISUELS COMPLEMENTAIRES DE LA CROIX



Figure 89 : Croix vue de côté. évidence

Figure 90 : Croix sous UVC mettant en

les soudures réagissant jaune.



Figure 91 : Poinçons tête de rhinocéros et tête d'aigle sur la bâte et poinçon tête d'aigle sur la bélière. Gross 10 et 20x. Le signe « Σ » sur le poinçon tête de rhinocéros signale que le bureau de Garantie l'ayant apposé est celui de Bayonne.



Figure 92 : Poinçon de maître avec les initiales "A S" figurant au centre une bouteille. L'orfèvre n'a pas été identifié. Gross 20x.

# ANNEXE 12 VISUELS COMPLEMENTAIRES DE L'ANNEAU EPISCOPAL B



Figure 93 : Anneau épiscopal B vu de face.

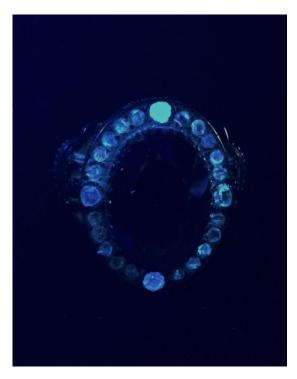


Figure 94 : Anneau B vu de face sous illumination UV (365 nm) montrant la fluorescence des diamants bleue plus ou moins intense des diamants d'entourage.

# ANNEXE 13 VISUELS COMPLEMENTAIRES DU CIBOIRE HN



Figure 95 : Vues globale et détaillée des citrines du ciboire HN.



Figure 96 : Coupe du ciboire HN sous lumière blanche et sous UVC montrant les soudures fluoresçant jaune.



Figure 97 : Poinçon de maître d'Henri Nesme avec les initiales "H N" figurant une torche, et poinçon de titrage argent tête de Minerve. Grossissement 10x.

