



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

\*\*\*\*\*

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

\*\*\*\*\*

MENTION INGENIERIE MINIERE

\*\*\*\*\*



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
MASTER EN MENTION INGENIERIE MINIERE, PARCOURS SCIENCES ET  
TECHNIQUES MINIERES

Intitulé



**PROGRAMMATION SUR MATLAB  
D'UNE TECHNIQUE  
D'IDENTIFICATION DES GEMMES  
FACETTEES**

PRESENTE PAR :

**RAZANADRATEFA Zotonokinendry**

**Le 10 Mai 2016**

**MCours.com**

Année Universitaire 2014-2015



UNIVERSITE D'ANTANANARIVO

\*\*\*\*\*

ECOLE SUPERIEURE POLYTECHNIQUE

\*\*\*\*\*

MENTION INGENIERIE MINIERE

\*\*\*\*\*



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
MASTER EN MENTION INGENIERIE MINIERE, PARCOURS SCIENCES ET  
TECHNIQUES MINIERES

Intitulé



**PROGRAMMATION SUR MATLAB  
D'UNE TECHNIQUE  
D'IDENTIFICATION DES GEMMES  
FACETTEES**

Présenté et soutenu publiquement le 10 Mai 2016 par :

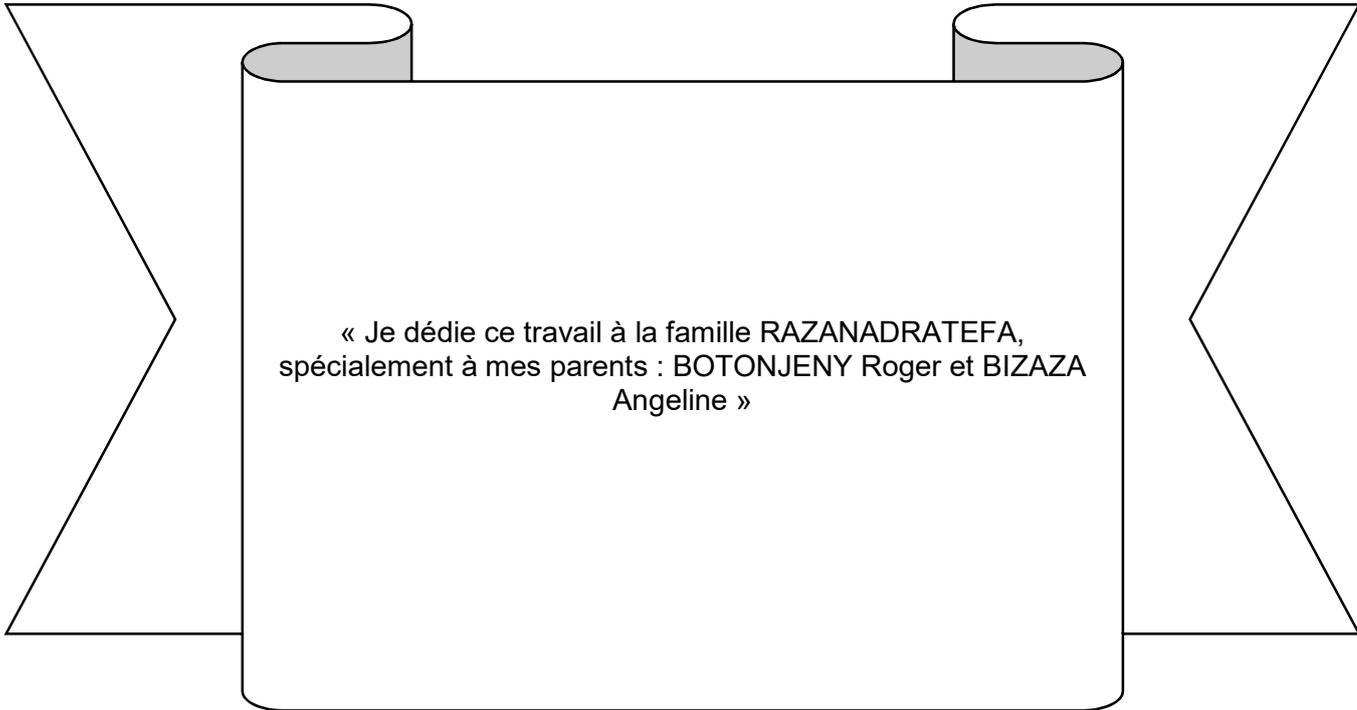
RAZANADRATEFA Zotonokinendry

Devant le Jury composé de :

- Président : Monsieur RANAIVOSON Léon Felix, Maitre des conférences, Responsable de la Mention ingénierie Minière, Enseignant chercheur à l'ESPA
- Rapporteur : Monsieur RAKOTONINDRAINY, Professeur titulaire
- Encadreur : Madame RAVAOARIMALALA V. Fanja, Enseignante en Gemmologie
- Examineurs : Monsieur RASOLOMANANA Eddy, Professeur titulaire  
Monsieur ANDRIATSITOMANARIVOMANJAKA R. Naina, Enseignant chercheur à l'ESPA

Année Universitaire 2014-2015

## DEDICACE



« Je dédie ce travail à la famille RAZANADRATEFA,  
spécialement à mes parents : BOTONJENY Roger et BIZAZA  
Angeline »

## REMERCIEMENTS

Les recherches pour la réalisation de ce travail ont été effectuées auprès de l'Institut de Gemmologie de Madagascar (**IGM**), sise à Ampandrianomby Antananarivo. Je tiens à remercier tous ceux qui, à divers titres ont rendu possible sa réalisation.

Mes sincères et chaleureux remerciements sont exprimés envers Monsieur **ANDRIANAHARISON Yvon**, Directeur de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo qui m'a permis de suivre la formation au sein de son école ;

Ensuite, je suis heureux d'exprimer toute ma reconnaissance envers Monsieur **RANAIVOSON Léon Felix**, Maître des Conférences, Responsable de la Mention Ingénierie Minière à l'Ecole Supérieure Polytechnique d' Antananarivo, qui a déjà contribué à ma formation dans cette école au sein du Département de Mines et d'avoir accepté de faire partie des membres du jury de mémoire.

J'adresse aussi mes vifs remerciements à Monsieur **RASOLONJATOVO Andrianirina R.**, Directeur Général de l'**IGM**, pour la confiance qu'il m'a témoigné en m'accueillant dans son laboratoire.

Je remercie vivement ;

Monsieur **RAKOTONINDRAINY**, Professeur titulaire Directeur de l'Annexe de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo à Antsirabe qui a accepté d'encadrer ce travail, j'adresse mes sincères remerciements aux enseignants suivants ;

Madame **RAVAOARIMALALA V. Fanja**, Enseignante en Gemmologie au sein de l'Institut de Gemmologie de Madagascar, qui a accepté d'être un encadreur professionnel de ce mémoire ;

Monsieur **RASOLOMANANA Eddy**, Professeur titulaire à l'Ecole Supérieure Polytechnique d' Antananarivo Directeur Général de l'Observatoire Technique et des Opérations du Ministère auprès de la Présidence chargée des Mines et du Pétrole, et à Monsieur **ANDRIATSITOMANARIVOMANJAKA R. Naina**, Enseignant chercheur à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, qui a bien voulu examiner ce présent mémoire de fin d'études ;

Merci aussi à tous les Enseignants qui m'ont transmis leurs connaissances durant mes années d'études à l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo.

A tous nos amis de la promotion 2014 -2015 de la Mention Ingénierie Minière.

Je voudrais enfin remercier tous les membres de ma famille pour les soutiens moraux, matériels et financiers qu'ils m'ont apportés. Nous sommes reconnaissants envers toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce mémoire. Merci de nous avoir facilités les tâches; pour l'apport de connaissances et surtout pour la fraternité et la convivialité dans lesquelles se sont déroulées nos études et recherches.

# SOMMAIRE

DEDICACE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ANNEXES

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION

**Première partie : LES GEMMES ET LEURS TECHNIQUES D'IDENTIFICATION**

**I. Les Gemmes**

**I.1. Les différents types des gemmes**

**I.2. Critère d'évaluation des gemmes**

**I.3. Appellation**

**I.4. Les traitements des certaines gemmes à défauts**

**II. La procédure de l'identification des gemmes facettées**

**II.1. Observation à l'œil nu**

**II.2. Observation aux Matériels d'identification**

**Deuxième partie : LA CONCEPTION DE L'INTERFACE A L'AIDE DE L'OUTIL MATLAB**

**I. Présentation du logiciel Matlab**

**I.1. Matlab**

**II. Création de l'interface**

**II.1. Création de texte**

**II.2. Création de figure et de bouton**

**II.3. Script de calcul**

**II.4. Interface de recherche**

**Troisième partie : LE GUIDE D'UTILISATION DU LOGICIEL DANS LA RECHERCHE D'IDENTITE DES MATERIAUX GEMMES FACETTEES**

**I. Présentation Generale**

## **II. Guide d'utilisation**

### **II.1. Bouton aide**

### **II.2. Bouton PROGRAMME**

## **CONCLUSION**

## **BIBLIOGRAPHIES ET WEBGRAPHIE**

## **ANNEXES**

## **TABLE DES MATIERES**

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1.</b> Forme rond taillée en facette de style brillant.....	4
<b>Figure 2.</b> L'Observation d'une gemme au Polariscope.....	12
<b>Figure 3.</b> Test de matériaux gemmes au spectroscope.....	13
<b>Figure 4.</b> Refractomètre et résultat de mesure.....	14
<b>Figure 5.</b> Le pléochroïsme d'Alexandrite à la lumière de jour dans le dichroscope .....	15
<b>Figure 6.</b> L'observation de gemme au dichroscope.....	16
<b>Figure 7.</b> Loupe 10X.....	16
<b>Figure 8.</b> Observation à la loupe 10X.....	17
<b>Figure 9.</b> Le microscope gemmologique .....	18
<b>Figure 10.a)</b> Cristaux de tourmaline dans la topaze ; b) cristaux de rutile dans le Prasiolite .....	19
<b>Figure 11.</b> Givre de guérison dans le morganite, givre de guérison dans le saphir .....	19
<b>Figure 12.</b> Bulle d'air dans le verre fabriqué.....	20
<b>Figure 13.</b> Inclusion biphasée : « liquide et gaz » .....	20
<b>Figure 14.</b> L'inclusion typique des gemmes fabriquées.....	22
<b>Figure 15.</b> Inclusion typique dans le rubis, le saphir, le spinelle et l'Émeraude synthétique « Verneuil » .....	22
<b>Figure 16.</b> Balance hydrostatique .....	26
<b>Figure 17.</b> Utilisation du filtre de Chelsea.....	27
<b>Figure 18.</b> L'interface du démarrage de Matlab .....	31
<b>Figure 19.</b> L'interface de commande du Matlab .....	32
<b>Figure 20.</b> Création de l'interface .....	32
<b>Figure 21.</b> Première forme d'interface à créer.....	33
<b>Figure 22.</b> Le menu de création des objets sur l'interface .....	33
<b>Figure 23.</b> Insertion et modification de texte .....	34
<b>Figure 24.</b> La nature de l'interface à créer .....	35
<b>Figure 25.</b> Le script d'image et l'interface finale .....	36
<b>Figure 26.</b> La fermeture de programme d'interface .....	37
<b>Figure 27.</b> Finition de l'interface essai.....	37
<b>Figure 28.</b> Commande d'ouverture de l'interface Béryls.....	38
<b>Figure 29.</b> Interface de TOURMALINE .....	38
<b>Figure 30.</b> Titrage de bouton à partir de callback .....	39
<b>Figure 31.</b> Script de l'affichage d'image TOURMALINE.m.....	40
<b>Figure 32.</b> Interface de TOURMALINE .....	40
<b>Figure 33.</b> La forme de l'interface de calcul .....	41

<b>Figure 34.</b> Le script de calcul dans la fenêtre de code .....	41
<b>Figure 35.</b> L'interface de calcul de densité.....	43
<b>Figure 36.</b> Fenêtre de commande pour l'interface de recherche .....	43
<b>Figure 37.</b> Fenêtre de guide.....	44
<b>Figure 38.</b> Étape de création de l'interface de recherche .....	44
<b>Figure 39.</b> Processus de la création de l'interface de recherche .....	45
<b>Figure 40.</b> Script de l'interface RECHERCHE .....	45
<b>Figure 41.</b> Interface de RECHERCHE .....	46
<b>Figure 42.</b> Organigramme de base pour l'élaboration du programme .....	49
<b>Figure 43.</b> Icône de lancement de GemKin.....	50
<b>Figure 44.</b> Premier interface de commande .....	50
<b>Figure 45.</b> Interface d'identification de mot de passe .....	50
<b>Figure 46.</b> Page d'accueil .....	51
<b>Figure 47.</b> Interface de liste des gemmes .....	51
<b>Figure 48.</b> Interface bibliographique.....	52
<b>Figure 49.</b> Interface de la liste des programmes .....	52
<b>Figure 50.</b> Interface pour la mesure de la densité .....	53
<b>Figure 51.</b> Interface du choix de la mesure de la masse .....	54
<b>Figure 52.</b> Interface de la mesure de masse de gemme taille brillante.....	55
<b>Figure 53.</b> Interface d'identification de gemme facettée .....	59
<b>Figure 54.</b> Interface de réaction de gemme au polariscope .....	59
<b>Figure 55.</b> Organigramme de guide d'identification des gemmes.....	59
<b>Figure 56.</b> Organigramme de guide d'identification de gemme isotrope.....	61
<b>Figure 57.</b> Organigramme de guide d'identification de gemme Anisotrope .....	64
<b>Figure 58.</b> Organigramme de guide d'identification de gemme à extinction anormale.....	69
<b>Figure 59.</b> a) gemme dans la fiche n° : 01, b) fiche n° : 02, et c) fiche n° : 03 .....	70
<b>Figure 60.</b> Interface d'identification de gemme .....	71
<b>Figure 61.</b> L'interface de réaction au polariscope.....	71
<b>Figure 62.</b> L'interface de réaction au spectroscope.....	72
<b>Figure 63.</b> Interface de spectre typique des gemmes isotropes .....	72
<b>Figure 64.</b> Interface d'IR des gemmes isotropes contenant de spectre.....	73
<b>Figure 65.</b> L'interface des inclusions typiques de grenat démantôïde .....	73
<b>Figure 66.</b> L'interface de description de grenat démantôïde .....	74
<b>Figure 67.</b> L'interface de réaction au polariscope de gemme anisotrope .....	75
<b>Figure 68.</b> L'interface des réactions au spectroscope des gemmes anisotropes.....	75
<b>Figure 69.</b> L'interface de valeur de l'IR de gemme anisotrope .....	76
<b>Figure 70.</b> L'interface de famille de Tourmaline .....	76

<b>Figure 71.</b> L'interface des inclusions dans le Verdelite.....	77
<b>Figure 72.</b> Les trois interfaces majeures de la classification des gemmes .....	78
<b>Figure 73.</b> L'interface de gemme anisotrope présentant de spectre.....	79
<b>Figure 74.</b> L'interface de l'IR de gemme anisotrope présentant de spectre.....	79
<b>Figure 75.</b> L'interface des inclusions dans les émeraudes .....	80
<b>Figure 76.</b> L'interface de description des gemmes.....	80
<b>Figure 77.</b> L'interface de localisation de gîtes béryls à Madagascar .....	81

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1.</b> Types des gemmes.....	4
<b>Tableau 2.</b> Evaluation de beauté de gemme facettée .....	5
<b>Tableau 3.</b> L'évaluation de durabilité de gemme facettée .....	5
<b>Tableau 4.</b> Termes erronés employés dans le commerce et nomenclature correcte .....	6
<b>Tableau 5.</b> Traitement de gemme .....	7
<b>Tableau 6.</b> Sources des couleurs des gemmes .....	8
<b>Tableau 7.</b> La réaction de différentes natures de gemme au polariscope .....	11
<b>Tableau 8.</b> L'inclusion typique de quelques gemmes naturelles.....	20
<b>Tableau 9.</b> Les inclusions qui nécessitent quelques types de traitement de gemme facettée .....	23
<b>Tableau 10.</b> Echelle de Mohs.....	23
<b>Tableau 11.</b> Echelles des duretés relatives et absolues.....	24
<b>Tableau 12.</b> Formule de calcul de masse estimatif de gemme facettée taille Brillant .....	55
<b>Tableau 13.</b> Formule de calcul de masse estimatif de gemme taillé à Gradin .....	56
<b>Tableau 14.</b> Calcul de masse estimatif de diamant .....	58
<b>Tableau 15.</b> Facteur de correction pour le diamant .....	58
<b>Tableau 16.</b> Identification de gemme isotrope présentant de spectre.....	62
<b>Tableau 17.</b> L'indice de réfraction et la densité de gemme isotrope .....	63
<b>Tableau 18.</b> Matériaux gemmes anisotropes présentant de spectre .....	65
<b>Tableau 19.</b> L'IR et la densité de gemme anisotrope sans spectres.....	66

## LISTE DES ANNEXES

<b>ANNEXE I</b> : Les formes et les styles de taille des gemmes facettées.....	XIII
<b>ANNEXEII</b> : Organigramme d'identification des gemmes facettées au laboratoire .....	XIV
<b>ANNEXE III</b> : La localisation des gîtes des gemmes à Madagascar .....	XV
<b>ANNEXE IV</b> : Liste des gemmes identifiées par la programmation au laboratoire de l'IGM	XVI
<b>ANNEXE V</b> : Fiche simple d'identification de gemme .....	XXII
<b>ANNEXE VI</b> : L'inventaire des Matériels utilisées durant le stage.....	XXIII
<b>ANNEXE VII</b> : Fiche de test complet des gemmes au laboratoire .....	XXIV
<b>ANNEXE VIII</b> : Les spectres typiques des gemmes .....	XXVI
<b>ANNEXE IX</b> : Pléochroïsme des matériaux gemmes.....	XXVIII
<b>ANNEXE X</b> : Certaines réactions de matériaux gemme aux UV.....	XXIX
<b>ANNEXE XI</b> Liste de valeur d'indice de refraction de quelques gemmes.....	XXX
<b>ANNEXE XII</b> : Réaction de quelques pierres gemmes vertes et bleues à travers le filtre de Chelsea .....	XXXI
<b>ANNEXES XIII</b> : Programme d'installation du logiciel Matlab .....	XXXII

# LISTE DES ABREVIATIONS

Bir : Biréfringence

Ct : Carat

g : gramme

ESPA : Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo

GHVE : Gemme de Haute Valeur Economique

IGM : Institut de Gemmologie de Madagascar

IR : Indice de Réfraction

R : rouge

UV : lumière ultra-violet

UVC : lumière ultra-violet court

UVL : lumière ultra-violet long

V : violet

E : Epaisseur

L : longueur

I : largeur

d : densité

D : Diamètre

T : table

C : couronne

P : pavillon

Cm : centimètre

nm : nanomètre

# INTRODUCTION

Actuellement, il est difficile de distinguer les pierres de valeurs des pierres imitées dues au développement de la science de création des gemmes. De ce fait, leurs identifications nécessitent des études approfondies du point de vue physiques et optiques. De plus, la détermination d'une pierre naturelle et celle d'une pierre fabriquée demande beaucoup de temps.

De nos jours, l'informatique est un des outils qui s'applique presque dans tous les domaines d'activités tout en réduisant les travaux à accomplir mais aussi tout en donnant des résultats bien précis. A Madagascar, les apprentis intéressés de la gemmologie en matière d'identification de gemme ne trouvent aucuns apports sauf qu'à la consultation de divers documents pour la détermination d'une telle ou telle pierre.

Pour ces différents motifs et à l'aide de l'informatique, la compilation de diverses données pour la détermination de la nature de gemme faciliterait et minimiserait le temps de recherche. Ainsi, nous avons choisi le thème: « Programmation sur Matlab de la technique d'identification des gemmes facettées».

Il s'agit de créer un programme d'identification des gemmes à l'aide du logiciel Matlab : Matrix Laboratory qui est un logiciel de calcul numérique. Toutes les données de gemmes sont intégrées dans ce logiciel. C'est un outil d'identification des gemmes (plus de cent (100). Elle a été déjà vérifiée au sein du laboratoire de l'IGM durant le stage de mémoire.

De ce fait, le but du présent mémoire est de faciliter l'identification des telles ou telles gemmes; sans vouloir fouiller des informations au moment de l'analyse mais aussi de l'identification de la pierre, et surtout d'obtenir des résultats exacts.

Pour mieux rédiger le développement de cet œuvre, nous avons élaboré le plan comme suit:

- Dans la première partie, nous parlerons des gemmes et de leurs techniques d'identification.
- Dans la deuxième partie, nous évoquerons la conception de l'interface à l'aide de l'outil Matlab.
- Dans la troisième partie, nous entamerons le guide d'utilisation du logiciel dans la recherche d'identité des matériaux gemmes.

**Première partie : LES  
GEMMES ET LEURS  
TECHNIQUES  
D'IDENTIFICATION**

## I. Les Gemmes [11] [12] [13] [17]

Les gemmes sont des objets les plus rares et les plus recherchés dans le monde. Ils jouent un rôle important dans la vie politique, économique, culturelle et traditionnelle d'un pays. Les gens les collectionnent et en possèdent pour de multiples raisons : pour la décoration de leurs environs, pour l'exposition de leur richesse et pour la confection des bijoux. En général, les gemmes sont des matières minérales, et/ou organiques présentes dans la nature ; leurs valeurs sont caractérisées par leur beauté, leur rareté, leur durabilité et leur acceptabilité par le consommateur.

De nos jours, les gens utilisent d'autres moyens d'imiter n'importe quel type de gemme, qu'elle soit transparente ou opaque. Face à cela, les gemmologues se rendent compte qu'il ne leur était pas facile de séparer les imitations en verre ou les pierres de synthèse de leur aspect naturelle; tout en se basant sur ses propriétés optiques et physiques ainsi que sur l'observation au microscope. La présence d'inclusions est la seule preuve tangible permettant d'émettre un avis sûr, qu'il soit en faveur d'une origine naturelle ou bien synthétique.

D'autre part, la gemmologie est la science de description et d'identification des gemmes brutes et taillées tout en étudiant les propriétés physiques, chimiques et optiques de ces dernières. Chaque espèce présente des propriétés bien particulières, qui, comme leur habitus, font leur identité. Les minéraux possèdent des caractéristiques propres, qui sont le reflet de l'arrangement des atomes dans leur structure cristalline.

Les gemmologues déterminent des propriétés invariables pour chaque espèce minérale. Ce sont : la couleur, l'éclat, le clivage, la cassure, la dureté, la densité, le caractère optique, le spectre, l'indice de réfraction, la pléochroïsme, la dispersion, l'inclusion, etc ...

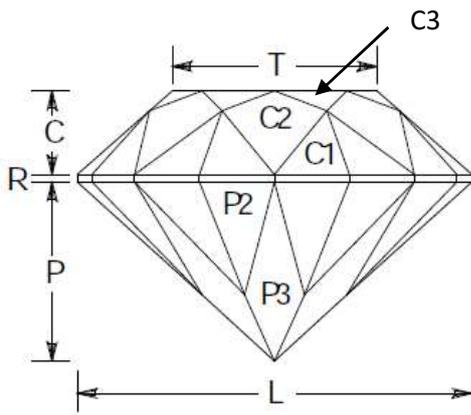
Les gemmes facettées sont des pierres qui possèdent des facettes qu'on peut obtenir soit :

- Naturellement pendant la formation de gemme dans la roche encaissante exemple : cristal de roche, béryl, péridot, grenat,...
- Par taillage pour valoriser et améliorer leur aspect visuel, c'est-à-dire il est nécessaire de tailler la pierre en facette afin de créer des petites surfaces planes et régulières dans toute la surface de la gemme.

Généralement, une pierre taillée en facette comporte trois parties :

- La couronne (C) : la partie supérieure
- Le rondiste (R) : la partie intermédiaire entre la couronne et le pavillon

- Le pavillon (P) : la partie inférieure



T : la table

L : la longueur de la gemme

C1 : la clôture de la couronne

C2 : la facette principale de la couronne

C3 : l'étoile

P2 : la clôture du pavillon

P3 : la facette principale du pavillon

**Figure 1.** Forme rond taillée en facette de style brillant [11]

Les différentes formes des gemmes facettées sont : ovale, rond, rectangle, triangle, carre, marquise, poire, cœur, etc. Le choix de la forme de gemme peut se faire selon le besoin du consommateur, la conservation de poids, la brillance et la couleur.

### I.1. Les différents types des gemmes [11] [13] [18]

Plusieurs matériaux sont utilisés comme gemmes. Ces matériaux peuvent être d'origines différentes qui sont récapitulées dans le tableau suivant :

**Tableau 1.** Types des gemmes

Origine	Types	Descriptions	Exemples
Naturelle	Inorganiques	Ces matériaux sont classés dans le règne minéral. Ce groupe désigne tous les éléments solides inertes, inorganiques et naturels de l'écorce terrestre.	Diamant, quartz, béryls, topaze, pyrope, etc.
	Organiques	Composés des matériaux d'origine biologique.	Perle, ambre, etc.
Humaine	Fabriqués	Les gemmes artificielles sont toutes des gemmes fabriquées n'ayant pas d'équivalence naturelle.	Cubique zirconia, le Moissanite synthétique,
	Synthèses	Ce sont des pierres semblables aux gemmes naturelles mais qui sont obtenues à partir des certaines techniques de synthèse.	Rubis, saphir, émeraude, Ametrine, alexandrite de synthèse

## I.2. Critères d'évaluations des gemmes

### I.2.1. La Beauté [13]

La beauté est l'apparence visuelle attirante de la gemme; la transparence, l'éclat et le phénomène optique la caractérise. Tous ces caractères sont mis en évidence par le taillage et le polissage; les gemmes opaques sont moins chères que celles des gemmes transparentes et translucides. Cette beauté définit sa valeur commerciale. Dans la législation française, les pierres de hautes valeurs économiques classées comme des pierres précieuses sont : Diamant, Émeraude, Saphir et Rubis. L'unité de mesure de leur masse est le carat (ct), et dont 1 ct est équivalent à 0,2 g.

. Voici un tableau de représentation de ces éléments d'indication de beauté.

**Tableau 2.** Evaluation de beauté de gemme facettée

Transparence	Nature	Evaluation de leur beauté	Nom de gemme
Gemmes Transparentes	Incolores	Dépendant du feu ou de la dispersion	Diamant, zircon, topaze,...
	Colorées	Dépendant de la pureté de la teinte, de l'éclat et de la dispersion	Rubis, saphir, alexandrite,...
Gemmes translucides	Incolore et colorée	Teinte et aspect extérieur sont importants, forme d'inclusion particulière, et effet lumineux	Pierre de lune, opale, orthose,...

### I.2.2. Durabilité ou inaltérabilité [11]

La durabilité ou inaltérabilité d'une gemme dépend de la résistance aux attaques mécaniques et chimiques auxquelles sont soumises la pierre. On peut résumer dans ce tableau les propriétés des gemmes selon les paramètres de durabilité suivantes : dureté, la ténacité, et la stabilité.

**Tableau 3.** L'évaluation de durabilité de gemme facettée

Paramètres de durabilité	Définition	Action	Résultats	Nom de gemme
Ténacité	La capacité d'un matériau de résister à la formation d'une fissure ou d'un clivage	Choc	Résistant à la fissure	Matériaux polycristallins, diamant, Quartz, péridot,...

Dureté	La Capacité d'un matériau de résister à la rayure ou abrasion	Rayure	Echelle de Mohs supérieure à 7	Diamant, saphir, topaze,...
Stabilité	La Capacité d'un matériau de résister aux changements d'ordre physique ou chimique	Acide	Insoluble	Diopside, Scapolite,...
		Chaleur et lumière	Pas de changement	Toutes les gemmes sauf les opales et l'améthyste

### I.2.3. Rareté

La rareté est le premier facteur influençant la valeur de la gemme, causée par la loi de l'offre et de la demande sur le marché. Elle est souvent due par la nature des conditions des formations géologiques de gisement particulières et du mode d'exploitation très difficile par rapport aux autres (exemple : l'extraction du diamant à ciel ouvert allant aux environs de 525 m de profondeur et avec un diamètre de 1,25 km pour le cas de la mine à Mirny). En outre, la gemme peut présenter des qualités et des caractères rarement trouvés chez d'autres espèces minérales très répandues (opale de feu, alexandrite, lolite, Tanzanite,...

### I.3. Appellation [18]

Toutefois, plusieurs matériaux utilisés pour la confection des bijoux sont considérés comme une gemme, on a des gemmes d'origine naturelle (inorganique, organique), et artificielle (synthétique, et fabriquée). Mais la gemme d'origine naturelle est la plus chère, due à sa rareté, sa beauté et sa durabilité. C'est pour cette raison que les hommes ont créé des pierres synthétiques et fabriquées pour imiter la véritable pierre (naturelle). Dans le domaine commercial, les vendeurs usent des appellations trompeuses ou des termes erronés aux gemmes naturelles moins chères ou des gemmes artificielles pour imiter les gemmes de valeur.

**Tableau 4.** Termes erronés employés dans le commerce et nomenclature correcte [18]

<b>Appellation commerciale</b>	<b>Véritable</b>
Rubis thaïlandaise	Rubis synthétique
Aigue – marine brésilienne	Topaze bleu
Emeraude simili	Hiddénite
Jade mexicain	Calcite vert
Rubis almandin	Spinelle rose rouge
Topaze royal	Corindon orange

Saphir du Brésil	Topaze bleu
Topaze quartz	Citrine
Diamant allemand	Cristal de roche
Diamant simili	verre fabrique

#### I.4. Les traitements des certaines gemmes à défauts [15] [5] [10]

Les gens utilisent des opérations de traitement de gemme pour modifier et améliorer artificiellement l'apparence et les caractéristiques des gemmes ; tout en appliquant une méthode traditionnelle ou une méthode de plus en plus sophistiquée. Elle a pour but de valoriser l'apparence visuelle de gemme en état plus ou moins parfaite. On a beaucoup de types de traitements. L'utilisation des différents appareils de laboratoire nous aident à détecter la nature et le traitement. Nous savons tous qu'une pierre non traitée a plus de valeur qu'une pierre traitée. De ce fait, il est important de savoir quel type de traitement est fait sur une gemme.

Pour les savoir, voici un tableau qui les montre:

**Tableau 5.** Traitement de gemme [5]

Traitements	Description
Teinture	C'est une opération d'imprégnation de teinture dans les parties poreuses pour leur faire modifier la couleur de certaine gemme à défaut.
Remplissage de fissure	L'opération de remplissage de fissure utilise de l'huile ou d'autres substances comme du verre ou résine pour améliorer l'apparence et la résistance pour donner de bons éclats et de transparence.
Blanchiment	C'est une opération d'élimination des taches de couleur ou de donner une couleur plus uniforme au gemme. On utilise de produits chimiques ou des acides pour dissoudre les éléments inutiles à l'extérieur de gemme
Revêtement de surface	Cette opération consiste à ajouter de couche de couleur à recouvrir la surface pour améliorer leur beauté.
Chauffage	C'est un style de traitement pour éliminer des substances inutiles (eau, aiguille de titane,...) dans la gemme et pour normaliser la couleur.
Traitement au laser	Ce traitement a pour objectif de diminuer l'inclusion foncée et de remonter sa transparence. On perce les diamants à l'aide d'un rayon laser de diamètre inférieur et de 0.020mm pour créer de voie d'accès à l'inclusion et ensuite injection d'acide fluorhydrique par exemple pour dissoudre les substances sombres

## II. La procédure d'identification des gemmes facettées [15] [11] [5] [12]

### II.1. Observation à l'œil nu

Chaque espèce minérale présente des propriétés bien particulières, qui, comme leur habitus, font leur identité. Les minéraux possèdent des caractéristiques propres qui sont le reflet de l'arrangement des atomes dans leur structure cristalline. Elles déterminent les propriétés invariables pour chaque espèce minérale. Ce sont : la couleur, l'éclat, la cassure, le phénomène optique, dispersion,...

#### II.1.1. La couleur [5]

Pour l'examen de la pierre, on pose toujours la question à propos de la couleur de la gemme. Or, cette couleur n'est pas toutefois un moyen d'identification puisque certaines d'entre elles ont les mêmes couleurs mais de natures différentes, comme le saphir, le spinelle bleu, l'indigolite, la tanzanite, sont tous de couleur bleue.

D'autre part, les gemmes de même groupe se présentent avec des couleurs variées comme la famille de béryls : goshénite (incolore), morganite(rose), héliodore (jaune), émeraude (vert), aigue marine(bleu), et bixbite (rouge). Les couleurs de la gemme peuvent varier pour plusieurs raisons, mais la majorité des modifications de couleurs sont associées à des phénomènes physiques plus complexes. Voici un tableau de récapitulation des différents phénomènes qui interviennent dans la couleur de la pierre gemme.

**Tableau 6.** Sources des couleurs des gemmes

Classe	Description		Exemples de gemme
Achromatique	Pierres gemmes incolores		Achroïte, Goshénite, cristal de roche, diamant incolore...
Chromatophore	La couleur des minéraux peut être produite par la présence d'éléments de transition dans le minéral comme constituants essentiels	Ti, V, Cr, Mn,	Émeraude, rubis, saphir, tourmaline, tsavorite,...
Idio-chromatique	Lorsque les éléments de transition sont inclus dans la formule chimique de la gemme,	Fe, Co, Cu, Ni,	Péridot, Sphène, Sinhalite, Vésuvianite, Clinohumite,...
Allochromatisme	La couleur est causée par des impuretés qui se trouvent dans la gemme.		Améthyste, citrine, émeraude, dématoïde, ...

## **II.1.2. L'Éclat et la transparence**

### **II.1.2.1. Éclat**

L'éclat est l'effet optique produit par la lumière réfléchiée à la surface de la pierre. L'intensité et le type d'éclat observés dépendent de l'indice de réfraction (IR) de la pierre : « plus l'IR de la pierre est élevée, plus son éclat est vif ». L'éclat d'une pierre gemme lui donne déjà une idée de ce qu'elle peut être. On rencontre 4 types d'éclat de la pierre gemme facettée :

- Adamantin: éclat caractéristique du diamant, rencontré parfois sur le zircon, le grenat démantôïde, le cubique zirconia, la sphalérite, la spéssartite, le Sphène, la scheelite, la cérusite, etc.
- Vitreux brillant : éclat caractéristique de gemme de pierre fine comme le : grenat, tourmaline, béryls, spinelle, saphir, rubis, bénitoïte, épidote, disthène, etc.
- Vitreux : l'éclat qui rappelle le verre et rencontré parfois sur le cristal de roche, lolite, béryllonite, Scapolite, Hambergite,
- Vitreux bas : l'éclat de gemme inférieur à l'éclat vitreux : calcite, pétalite, orthose, plastique, fluorite, opale de feu,...

### **II.1.2.2. Transparence**

La valeur de la plupart des pierres gemmes dépend en grande partie de leur transparence, qui est la propriété de laisser passer la lumière et permettant de distinguer les objets à leur intérieur comme : les inclusions solide, liquide, gazeux, la cavité, la fissure et la fracture.

La variation d'intensité de la transparence de pierre gemme sont :

- Transparente: une pierre gemme est dite transparente lorsque les objets sont clairement visibles à leur travers, comme le cas de verre, diamant, zircon, cubique zirconia, cristal de roche, etc.
- Translucidité: la pierre est dite translucide lorsque la lumière perd sa puissance au contact d'une pierre par exemple : orthose, pétalite, opale, etc.
- Opacité: une pierre est dite opaque lorsqu'aucune lumière n'est transmise à son travers.

### **II.1.3. La brillance [11]**

C'est la quantité de la lumière totale qui arrive à l'observateur. Elle se compose : de la lumière réfléchiée par les facettes de la couronne et de la lumière réfléchiée par les facettes du pavillon. L'angle que font les facettes entre elles est capital dans ce phénomène.

### **II.1.4. La dispersion [15]**

La lumière blanche est composée en ses couleurs spectrales lorsqu'elle traverse un prisme de matière incolore ou très légèrement colorée. Si la taille est faite convenablement, on observera les feux (éclairs de couleur) du diamant par les facettes de la couronne [9]. Pour faciliter l'observation des feux, on fait tourner la gemme incolore facettée sous une lampe blanche ou au soleil.

### **II.1.5. Le changement de couleur [12]**

C'est la caractéristique des matériaux gemmes qui change de couleur lorsqu'on les met devant deux sources de lumière différentes (cas de l'alexandrite : rougeâtre sous une lampe au tungstène et verte à la lumière du jour) ou si on regarde la gemme dans différentes directions, la couleur de gemme s'est modifiée par exemple le cas de l'iolite qui change de couleur suivant la sens de direction d'observation.

### **II.1.6. Poids dans la main [12]**

Ce système, est une mesure approximative des gemmes en se référant au poids de quartz comme la moyenne. Toutes les gemmes de densité strictement supérieure à ce poids sont classées comme des gemmes lourdes, pour la densité au voisinage de quartz sont classées moyennes, et pour les densités inférieures sont légères.

## **II.2. Observation aux Matériels d'identification [11]**

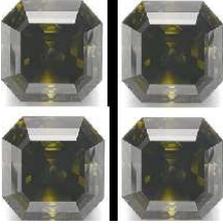
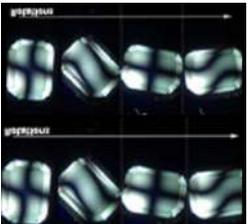
Les méthodes d'identification de gemmes sont basées principalement sur leurs propriétés physiques et optiques. Avant l'utilisation de matériel, il faut noter tous les éléments d'identification obtenus à l'observation visuelle, comme la couleur, forme et style de taille, transparence, éclat, phénomène optique, dispersion et poids dans la main.

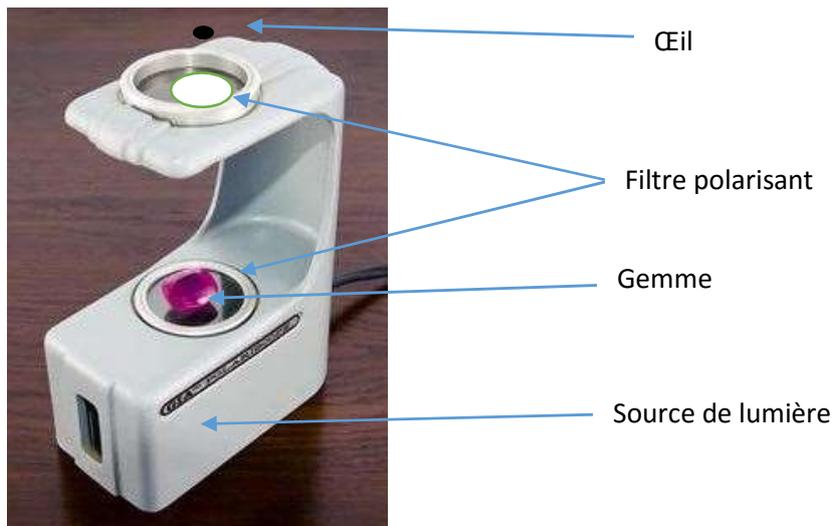
### **II.2.1. Polariscope [15]**

Le polariscope est le premier instrument d'identification utilisé au laboratoire de gemme, il permet d'observer les gemmes transparentes et certains matériaux translucides. Il comporte deux filtres polarisants et une lampe ; il polarise la lumière dans toutes les directions perpendiculairement à sa trajectoire à l'aide d'une filtre polaroïde qui va se comporter comme

une grille et qui transforme la vibration dans un même plan. Il est capable de séparer les gemmes mono réfringentes des gemmes biréfringentes.

**Tableau 7.** La réaction de différentes natures de gemme au polariscope [12]

Réactions	Explications	Signes optiques	Conclusion	Exemples des gemmes
	La gemme tournée à 360° reste sombre quel que soit son orientation	Isotrope	amorphe ou cristallisé dans le système cubique	Diamant, dématoïde, fluorite, verre, opale, plastiques, etc.
	La gemme passée du clair au foncé quatre fois lorsqu'on la tourne au 360 dans la plupart des orientations	Anisotrope	Cristallisé dans tout système quadratique, hexagonale, orthorhombique, rhomboédrique, Monoclinique, triclinique, sauf le système cubique	Béryl, tourmaline, cristal de roche, péridot, Scapolite, calcite, apatite, disthène, etc.
	La gemme tournée à 360° reste claire quelle que soit son orientation	polycristallin	Certains cristaux maclé, polycristallin, certains doublets et triplets	Cornaline, calcédoine, saphir maclé, doublets saphir,...
	La pierre présente un phénomène d'extinction anormale à chaque étape de rotation	Extinction anormale	Réaction d'anisotropie due à des tensions internes, s'observe souvent dans des matériaux normalement isotropes	Grenat almandin, diamant, verre, fabriqué, verre naturel, spinelle synthétique de Verneuil, plastique



**Figure 2.** L'Observation d'une gemme au Polariscope

Pour l'observation de la réaction des gemmes au polariscope,

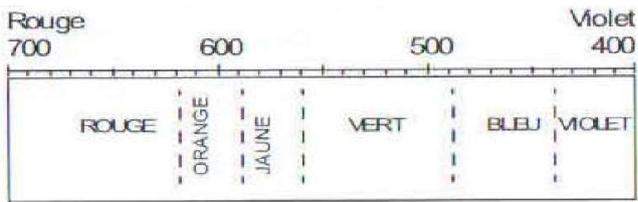
On allume l'appareil, puis on met la gemme sur la plaque de verre au-dessus du polariseur ; après, on assure que les deux filtres polarisants sont perpendiculaires ou en position croisée, c'est-à-dire la lumière ne passe plus ; ensuite on fait tourner les matériaux dans toutes les directions.

### **II.2.2. Spectroscope [11] [12] [15]**

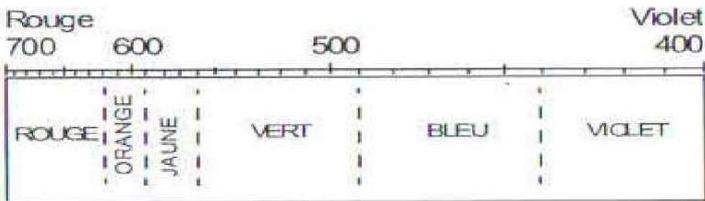
L'identification d'une gemme nécessite parfois l'observation de son spectre d'absorption. Pour ce faire, il existe plusieurs modèles de spectroscopes mais le plus utile en gemmologie est le spectroscope de poche. Ce genre de spectroscope permet d'observer les principales bandes d'absorption du spectre d'une gemme transparente ou translucide. On peut voir à travers cet appareil le spectre de la lumière du jour et le résultat va du rouge au violet. Certaines pierres gemmes modifient le spectre de la lumière blanche lorsqu'on le regardez dans le spectroscope. La position de ces bandes d'absorption et les raies permettent de détecter certains éléments chimiques au sein d'une gemme. Or ce ne sont pas toutes les gemmes qui présentent un spectre d'absorption.

Il existe deux types de spectroscope de poche :

Le spectroscope à réseau de diffraction : dans ce spectroscope, la distribution des longueurs d'onde est uniforme et linéaire [12]



Le spectroscopie à prisme : dans ce spectroscopie, la couleur du spectre de la lumière blanche semble tassée dans l'extrémité rouge tandis qu'elle s'était dans l'autre, vers le bleu et le violet [12]

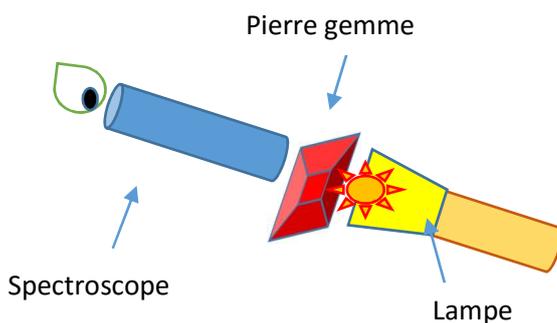


L'utilisation de ces appareils est facile, mais l'utilisation du spectroscopie à prisme est préférable.

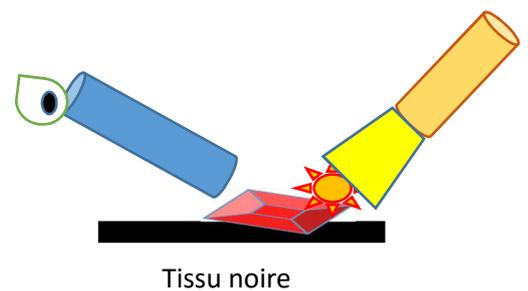
L'observation des matériaux gemmes au spectroscopie est faite dans l'environnement sombre en présence de source lumineuse forte d'intensité comme d'une lampe de poche, lampe de bureau et d'une fibre optique.

On a deux méthodes très utilisées pour les tests :

L'observation des matériaux gemme en lumière transmise et en lumière réfléchi



Pour les gemmes translucides

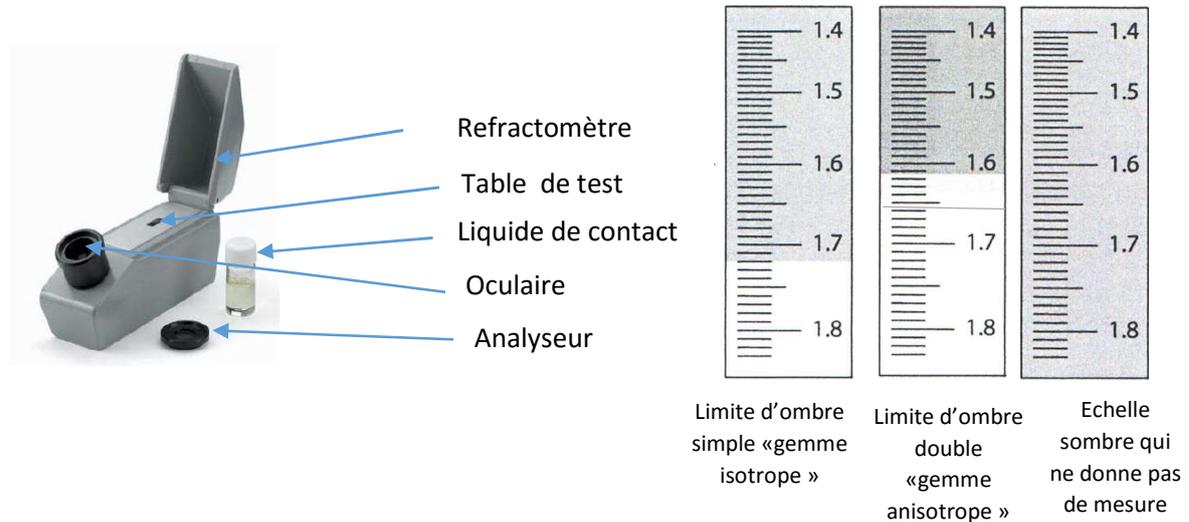


Pour les gemmes transparentes

**Figure 3.** Test de matériaux gemmes au spectroscopie

### II.2.3. Réfractomètre [5] [11] [15]

On utilise le réfractomètre pour mesurer la valeur de l'indice de réfraction (IR) de matériaux gemmes.



**Figure 4.** Réfractomètre et résultat de mesure

Pour la mesure de l'indice de réfraction, on met une goutte de liquide de contact (IR doit être plus élevée que des matériaux à observer) sur la table du réfractomètre, et on met au-dessus de la goutte la surface plane de matériaux gemmes facettée.

La source de lumière blanche est placée à l'arrière du réfractomètre ; son faisceau passe au travers d'une lame interférométrique qui sélectionne uniquement la longueur d'onde d'une lampe au sodium (589 nm). Cette lumière monochromatique pénètre dans le prisme, et vient frapper la gemme. Une partie des faisceaux est totalement réfléchi, car celle-ci est située à un angle d'incidence supérieur à l'angle limite ; par contre, les faisceaux dont l'angle d'incidence est inférieur à l'angle limite sont fortement réfractés. Ces faisceaux sont envoyés sur une échelle graduée, sur laquelle on voit clairement la limite entre la zone lumineuse où la réflexion est totale, et la zone plus sombre où la réfraction joue un rôle important. Cette limite fournit une lecture directe de l'indice de réfraction de la gemme. Signalons également que ces réfractomètres sont fournis avec un filtre polarisant, qui se place juste devant l'oculaire.

En appliquant une rotation au filtre, on observe un déplacement de la limite entre les deux zones d'intensité lumineuse différente. Ces deux lectures fournissent ainsi les deux valeurs d'indices de réfraction de l'ellipse de section lorsque la gemme étudiée est anisotrope. L'IR maximale de liquide de contact de l'usage en gemmologie est entre de 1.78 à 1.81. Par mesure de sécurité, il faudrait travailler dans un environnement bien aéré, éviter de respirer les vapeurs du liquide et laver les mains après en avoir utilisé.

## II.2.4. Dichroscope [11] [12] [15]

Le pléochroïsme des gemmes peut être observé directement au microscope polarisant. Toutefois, il existe un instrument de poche, capable d'identifier facilement les teintes de pléochroïsme : le dichroscope. La figure observée dans l'oculaire montre deux images de la gemme disposées côte à côte, et polarisées à 90° l'une de l'autre. Cet appareil est utilisé uniquement pour les gemmes colorées car les gemmes de couleur présentent un pléochroïsme. Il permet de distinguer la pierre de différentes natures, de mêmes critères de ressemblance surtout au niveau de la couleur, mais différentes du point de vue pléochroïsme comme le saphir (pléochroïque) et le spinelle (non pléochroïque),

Cette analyse a le même but que le polariscope qui sépare les pierres monoréfringentes et le biréfringentes. Mais, il y a toujours des exceptions, le cas des gemmes biréfringentes de très faible intensité de pléochroïsme comme l'améthyste, amblygonite, Brazillanite, ...

Le pléochroïsme a une classification selon l'intensité :

- Monochroïques : toutes les gemmes cubiques ne présentant aucun pléochroïsme (monoréfringentes).
- Dichroïques : tous les gemmes qui se cristallisent dans le système quadratique, hexagonal, et rhomboédrique
- Trichroïque : théoriquement, concerne tous les gemmes cristallisées dans le système orthorhombique, monocliniques, triclinique.

(NB :Mais pour le cas des gemmes déjà traitées, on peut dire qu'elle est dichroïque).

Voici un exemple de résultat d'observation d'Alexandrite dans le dichroscope

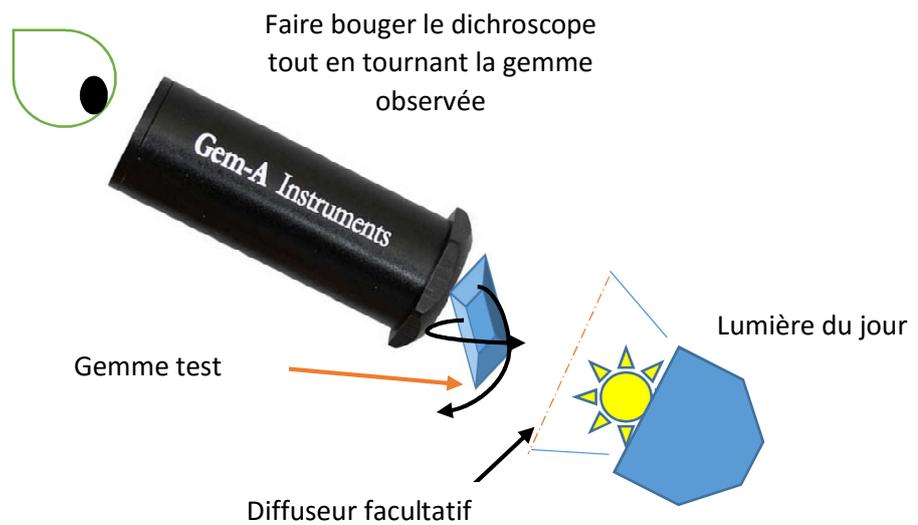


(rouge violet – jaunâtre)

(rouge violet- Vert)

**Figure 5.** Le pléochroïsme d'Alexandrite à la lumière de jour dans le dichroscope

Pour l'observation de gemme au dichroscope, on met bien la pierre contre la fenêtre d'observation du dichroscope ; on l'observe à partir d'une source lumineuse (fibre optique ou lumière du jour) et on fait l'observation deux par deux en changeant l'axe optique.



**Figure 6.** L'observation de gemme au dichroscope

## II.2.5. Appareil de grossissement

### II.2.5.1. Loupe 10X [10] [12]



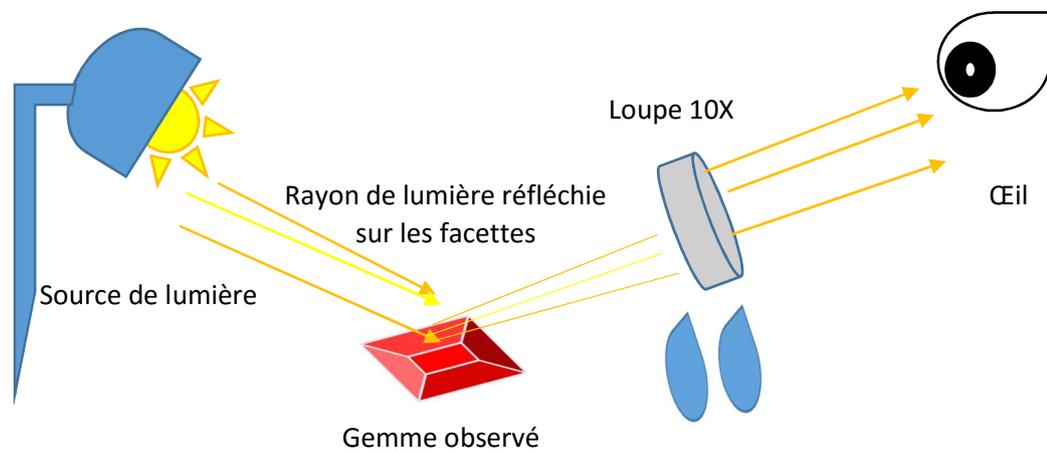
**Figure 7.** Loupe 10X

La loupe 10 x est un appareil de grossissement utilisé pour l'observation du caractère externe et interne des gemmes. Elle peut nous aider à déterminer l'identité et le test diagnostic sur la nature, état, traitement, synthèse, etc... d'une telle ou telle pierre. Ce matériel est facile à porter due à sa légèreté et son cout qui n'est cher. Et grâce à cette capacité, les observateurs des gemmes utilisent cet instrument.

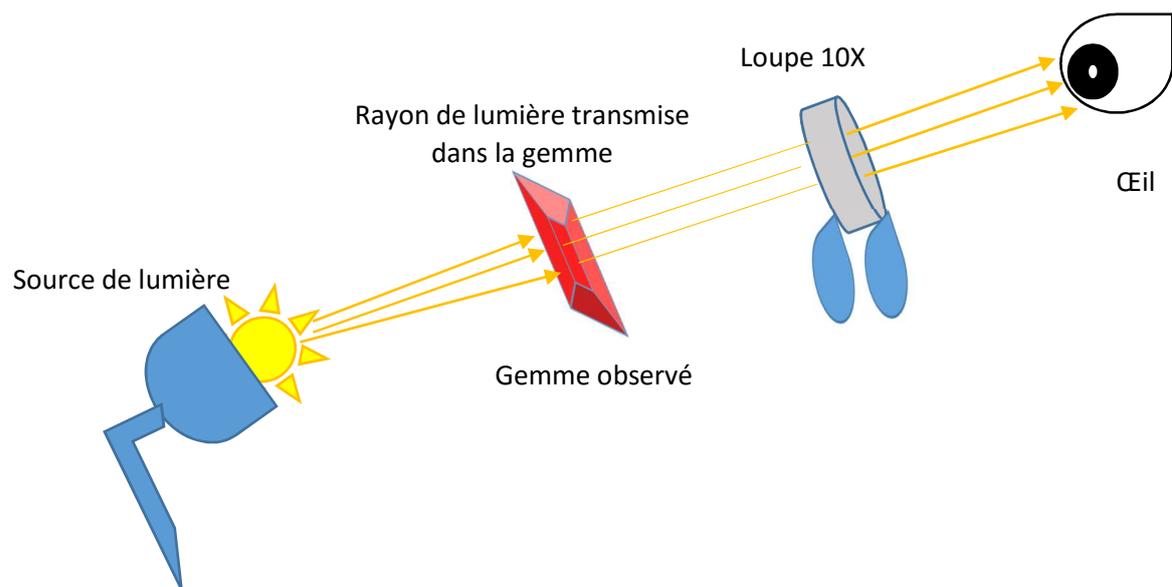
Voici quelques principes qu'on doit respecter pour l'observation à la loupe 10x :

- Nettoyer d'abord la gemme avant l'observation en utilisant du chiffon à pierre

- L'observation doit se faire dans un milieu bien éclairé
- Se mettre bien à l'aise, éviter tous types de traques, de contacts et bien se concentrer à l'observation.
- Laisser ouvert les yeux durant l'observation
- Tenir entre les doigts ou dans les brucelles, le spécimen à observer et elle devrait rester fixe par rapport à l'œil
- La distance de l'œil et la gemme par rapport à la loupe doit être la même
- Utiliser la lumière du jour, ou lumière blanche ou lampe abat-jour pour l'observation des caractéristiques externes et de lumière lampe de poche ou incandescence, ou lampe abat-jour pour la partie interne des matériaux gemmes.
- Observer la partie externe de gemme



- Observer la partie interne de gemme



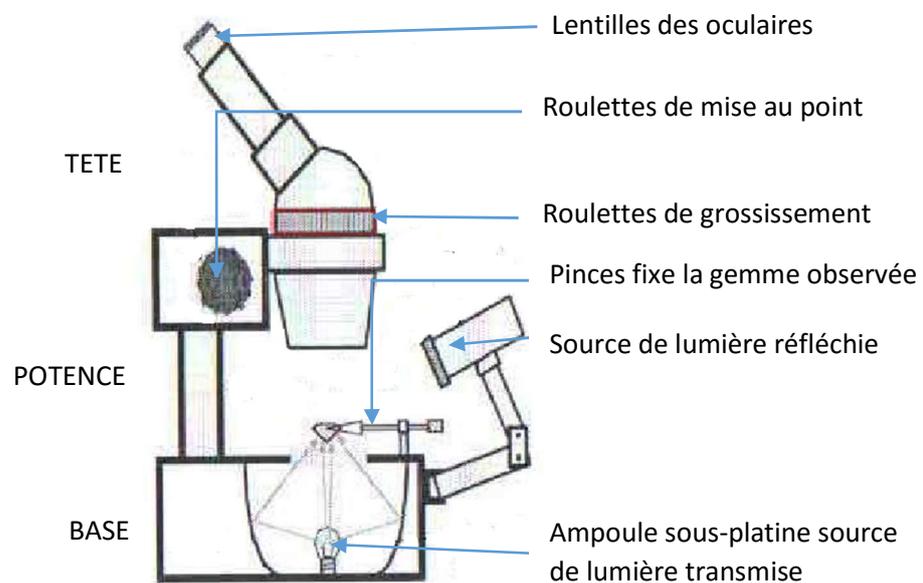
**Figure 8.** Observation à la loupe 10X

### II.2.5.2. Microscope [25] [15]

Le microscope est un appareil de grossissement le plus utilisé en laboratoire afin d'observer les objets microscopiques. Le microscope gemmologique est un peu différent à cause de la condition d'éclairage, et qui est caractérisé par la présence de :

- Une lumière transmise (lumière d'incandescence) et
- Une lumière réfléchie (lumière de jour).

Cet appareil est indispensable pour identifier les gemmes. Le grossissement le plus utilisé est situé entre 15X à 60X.



**Figure 9.** Le microscope gemmologique

Cet appareil est très utile pour l'évaluation et la vérification de la valeur d'une gemme et aussi de son origine. D'une manière simple, l'observation et l'analyse se font à partir de la partie externe mais aussi de la partie interne des gemmes.

#### a. L'observation de la partie externe [12]

La gemme peut présenter des défauts sur la facette, comme l'existence de rayure, de cassure ou de fissure et ébréchure. Tous ces critères peuvent nous aider à déterminer la durabilité (dureté, et ténacité) de la gemme. La surface de la facette peut contenir des signes de traitement comme : la présence de couche de couleur qui entoure une partie de la culasse et aussi la présence des différents éclats et/ou couleurs « peut nous renseigner que la gemme est reconstituée ».

## b. Observation de la partie interne [25]

La partie interne se concentre surtout à l'étude d'inclusion. Cette étude peut nous aider à évaluer leur beauté, l'identification de leur nom, l'origine de la pierre et le type du traitement. Les inclusions donnent aussi à la surface des gemmes des effets optiques exceptionnels qui mettent en valeur la pierre durant la taille telle que le phénomène optique (astérisme, chatoyante,...).

### i. Les inclusions

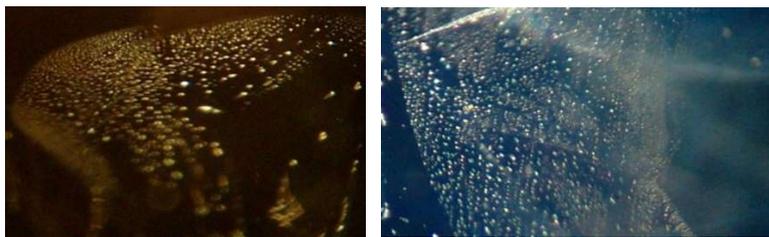
Ces inclusions peuvent se présenter en différents états :

- Etat solide : des cristaux de minéraux peuvent se présenter à l'intérieur des gemmes comme le minéral de rutile, chromite, tourmaline, calcite, ...



**Figure 10.**a) Cristaux de tourmaline dans la topaze ; b) cristaux de rutile dans le Prasiolite [21]

- Etat liquide : l'inclusion se présente à la phase liquide « l'eau », et dans le domaine de gemmologie, on appelle givre ces types d'inclusions. La présence de ce type d'inclusion dans la gemme peut nous aider à connaître que cette gemme est d'origine naturelle.



**Figure 11.** Givre de guérison dans le morganite (à gauche), givre de guérison dans le saphir (à droite) [21]

- Etat gazeux : l'inclusion à l'intérieur se présente sous forme de gaz. Elle se montre sous forme de bulle d'air.



**Figure 12.** Bulle d'air dans le verre fabriqué [21]

On peut rencontrer dans la gemme une même inclusion de combinaison de ces états, et si on a trouvé deux états différents, on parle de biphasé, et trois états on parle de triphasé.



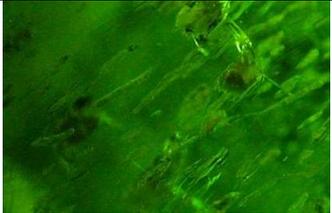
**Figure 13.** Inclusion biphasée : « liquide et gaz » [21]

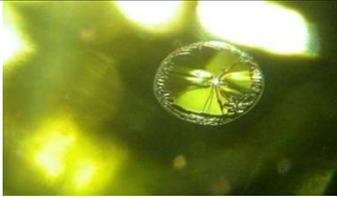
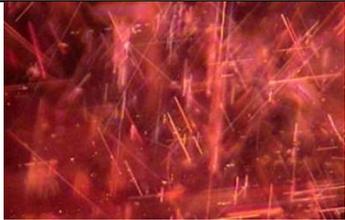
Les inclusions peuvent aussi nous aider à savoir le nom de la gemme, car certaines gemmes possèdent des inclusions typiques.

### 1. Les gemmes naturelles

Voici un tableau de récapitulation de quelques inclusions typiques de gemme naturelle

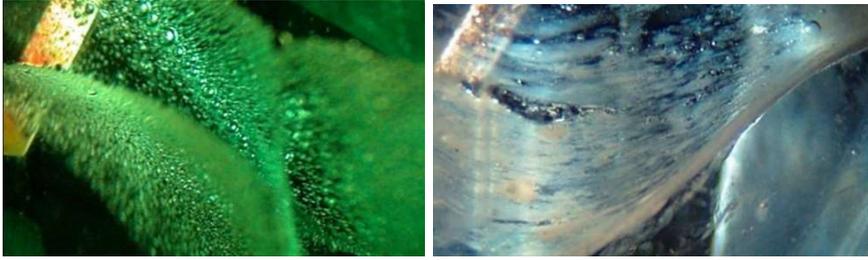
**Tableau 8.** L'inclusion typique de quelques gemmes naturelles [21]

Nom de gemme	Inclusion typique	Description
Grenat démantôïde		Inclusion solide, de nature : « fibres de chrysolite », à aspect : fibres courbes en « queue de cheval »
Diopside		Inclusion liquide et gaz, à aspect : « gouttes allongées »

Quartz		Inclusion liquide et gaz, de nature : « liquide et bulle de gaz dans cavité », à aspect « libelles ».
Aigue marine		Inclusion liquide, de nature « tubes de croissance », à aspect : « canaux parallèles aussi appelés « pluie ».
Péridot		Clivage, de nature : « clivage discoïde », à aspect ; « cerne de tension autour d'une petite chromite »
Rubis naturel		Inclusion solide, croissance de cristaux, à aspect : « zone de croissance »
Grenat almandin		Inclusion solide, de nature ; « rutile », à aspect : « courtes aiguilles dans le masse »
Tsavorite		Inclusion solide, de nature ; « peut-être apatite », à aspect : « voile de petits cristaux »
Diamant		Inclusion solide, de nature « macle trigon » ; à aspect : « triangle »

## 2. Les gemmes fabriquées

On peut reconnaître la gemme fabriquée en observant l'inclusion



(Bulle d'air)

(Bulles allongés)

**Figure 14.** L'inclusion typique des gemmes fabriquées [21]

## 3. Les gemmes synthétiques

On peut déterminer les gemmes synthétiques en observant l'inclusion à l'intérieur des gemmes. Les gemmes synthétiques les plus répandues sont du type Verneuil.

Inclusion typique dans la Gemme synthétique : « Verneuil » est illustré sur la figure suivante :



Zone de croissance, de nature : « forme courbe due au mode de synthèse », à aspect : « courbé »

Inclusion solide, de nature : « reliquat de fondant », à aspect « nuage, agrégat de poudre »

Inclusion solide, de nature : « platine », à l'aspect : « cristal, tablette hexagonale »

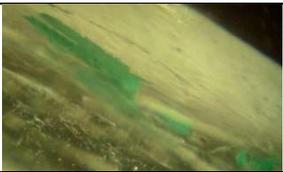
**Figure 15.** Inclusion typique dans le rubis, le saphir, le spinelle et l'Émeraude synthétique « Verneuil » [21]

## 4. Les gemmes traitées

Les gemmes traitées sont des gemmes à défaut naturel, qui sont traitées pour valoriser l'apparence de gemme en état parfait. L'observation dans la partie intérieure nous aide à

identifier le type de traitement dans les matériaux. Voici un tableau illustrant les différents types de traitements des gemmes.

**Tableau 9.** Les inclusions qui nécessitent quelques types de traitement de gemme facettée [21]

Types de Traitements	Inclusion	Explication	Exemple de gemme traitée
Remplissage de fracture par l'huile		« liquide », de nature : « effet de couleur dû à l'huile de remplissage de fractures à aspect : « décollement vert »	Émeraude traitée
Chauffage		« inclusion liquide », de nature : « givre de guérison », à aspect : « réseau, empreinte de doigt »	Saphir naturel traité
Remplissage de fissure par le verre		Inclusion « solide et couleur », de nature « givres partiellement remplis et interférences lumineuses provoquées par le verre de remplissage » à aspect givres ».	Rubis naturel traité
Au laser		Inclusion « gaz », de nature : « puits creusés, la rendre ainsi accessible à un traitement acide qui la supprimera », à aspect : « canaux ».	Diamant

### II.2.6. Mesure de dureté

La dureté est la capacité de matériaux gemmes de résister à l'abrasion. Les gemmologues utilisent l'échelle de dureté pour savoir la valeur de la dureté d'un matériau. L'échelle de Mohs est la plus populaire et universellement utilisée par les gemmologues et les minéralogues. Cette échelle comparative simplifiée est basée sur le principe que toutes substances d'une dureté donnée peuvent rayer toutes autres substances de moindre dureté et à son tour être rayée par une substance de dureté plus élevée.

Par ailleurs, un minéral de dureté identique à un autre peut rayer ou se rayer entre eux. L'échelle de Mohs est constituée par dix minéraux de différentes duretés qui sont classés en partant du moins dur (talc) pour aller au plus dur (diamant)

**Tableau 10.** Echelle de Mohs

Échelle de dureté de Mohs	Minéral
1	Talc

2	Gypse
3	Calcite
4	Fluorite
5	Apatite
6	Feldspath (orthose)
7	Quartz
8	Topaze
9	Corindon
10	Diamant

Il est aussi important de noter que l'échelle de Mohs est une échelle relative et non pas linéaire, on observe cette remarque à partir de la comparaison entre la dureté des minéraux à l'échelle de Mohs et leur valeur de la dureté absolue mesurée en laboratoire.

**Tableau 11.** Echelles des duretés relatives et absolues [13]

Duretés de Mohs	Minéral de référence	Moyens simples pour reconnaître le degré de dureté	Dureté absolue
1	Talc	Se laisse décaper à l'ongle	0.03
2	Gypse	Rayable à l'ongle	1.25
3	Calcite	Rayable à l'aide d'une pièce en cuivre	4.5
4	Fluorite	Facilement rayé au canif	5.0
5	Apatite	Rayable au canif	6.5
6	Feldspath	Rayable à l'aide d'une lime d'acier	37
7	Quartz	Raye le verre à vitre	120
8	Topaze		175
9	Corindon		1000
10	Diamant		140 000

Interprétation: la différence de dureté entre le corindon (9) et le diamant (10) est beaucoup plus grande qu'entre la topaze (8) et le corindon (9).

Pour mesurer la dureté de la pierre gemme, on utilise des stylos munis d'une pointe plus ou moins dure qui contient des références de valeur de dureté dans l'échelle de Mohs. Sur la surface de la gemme, il est interdit de faire un test de dureté sur la table ou dans la facette principale de la couronne ou dans la clôture de la couronne car cela risque

d'endommager les échantillons à étudier. Mais, c'est mieux de le faire dans la partie de la rondiste.

### **II.2.7. Balance hydrostatique [11] [10]**

La mesure de la masse spécifique de gemme est très importante en gemmologie. La masse spécifique est la masse par l'unité de volume ( $\text{g/cm}^3$ ).

Au laboratoire, la plus utilisée des balances est la balance électronique car elle donne une valeur précise jusqu'au millième de carat. Il faut faire bien attention durant l'utilisation des appareils car il peut y avoir des erreurs si on ne respecte pas toutes les conditions suivantes :

- Mettre la balance ordinaire sur un plan ou un endroit bien horizontal,
- Calme,
- Pas de vibration,
- Pas de ventilation et
- Pas de contamination de poussière.

Pour la conversion d'une balance ordinaire en balance hydrostatique:

- Mettre sur un plateau de la balance une petite potence qui est l'assemblage de pièces en métal utile pour suspendre la nacelle.
- Puis, placer un petit pont fabriqué en métal au-dessus du pied de la potence et du plateau de la pesée,
- Ensuite, poser un bécher contenant de l'eau distillée sur le pont ;
- Et enfin, accrocher la nacelle qui est un fil plongeant dans l'eau ou sur laquelle on fixe la pierre à tester. On utilise un fil le plus fin possible pour éliminer l'action de la tension superficielle de l'eau qui freine son mouvement ;

Pour la mesure de la densité de la pierre gemme :

- Nettoyer bien la pierre (pas de poussière et bien propre)
- Prendre la pierre à l'aide d'une pince et la placer au centre du plateau
- Fermer la porte de la balance et noter son poids dans l'air
- Ensuite, on ouvre la porte de la balance et on prend la pierre à l'aide d'une pince
- Mettre la pierre à peser sur la nacelle
- Fermer la porte de la balance et noter son poids dans l'eau

La valeur du poids de gemme dans l'eau doit être inférieure à celui dans l'air parce que la gemme plongée dans l'eau subit une diminution de poids égale au volume d'eau qu'elle déplace d'après le principe d'Archimède : « tous corps immergé dans un liquide reçoit une poussée d'une force égale au poids du volume du liquide déplacé ». Puisque cette poussée est égale au poids du volume d'eau correspondant au volume de la pierre, le rapport entre la masse de la pierre et cette poussée nous fournit la masse spécifique de l'échantillon.

On obtient ainsi :  $Densité = (Masse\ dans\ l'air / (Masse\ dans\ air - Masse\ dans\ l'eau)) \times densité\ de\ l'eau$

Densité de l'eau distillée est 1.



**Figure 16.** Balance hydrostatique [13]

### II.2.8. Ultraviolet (UV)

L'UV est une lumière ultraviolette utilisée pour détecter des effets de luminescence. La luminescence est une émission de lumière sans incandescence. Il faut faire attention car ce type de lumière est cancérigène pour la peau et peut aussi causer des dommages à la vue. Pour la prévention, ne pas mettre les mains sous la lampe UV lorsqu'elle est allumée et ne pas regarder directement les lampes UV mais utiliser des filtres qui absorbent l'énergie ou des lunettes protectrices pendant l'observation de la fluorescence. Pour l'observation d'un matériau gemme, le gemmologue utilise les deux séries d'ondes situées dans l'ultraviolet :

- Les ondes longues «UVL » dont la longueur principale est de 365nm
- Les ondes courtes « UVC » dont la longueur principale est de 254nm

Ces deux ondes sont très utiles pour le test diagnostic du matériau gemme car la réaction des pierres aux UVL et aux UVC peut être utile lors de l'identification.

Pour observer la réaction d'une pierre soumise aux rayonnements ultra-violet situés en dehors de la lumière visible, il faut la placer dans un environnement le plus sombre possible. Les étapes à suivre pour l'observation de la fluorescence aux UV sont :

- Mettre les gemmes en état bien propre et bien sec
- Placer la pierre sur un fond noir non réfléchissant
- Mettre l'objet ou matériel protecteur contre les UV
- Allumer soit les UVL, soit les UVC, et prendre note les réactions sur la couleur de la pierre.

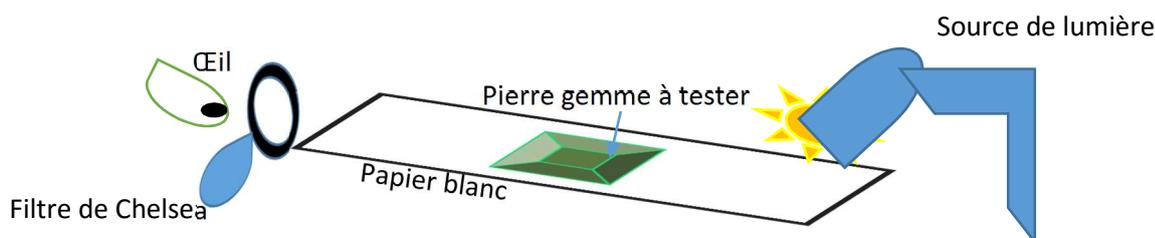
La réaction aux UV des matériaux naturels et synthétiques n'est pas la même, elle dépend de la quantité d'éléments en trace dans la composition chimique des matériaux. Par conséquent, toutes les réactions de luminescence devront être interprétées comme une indication plutôt qu'une preuve d'identité.

### II.2.9. Filtre de Chelsea

Le filtre de Chelsea est un appareil de séparation de gemme de même couleur (bleue, et verte) mais de différente nature ou de même nature mais de différentes composantes chimiques. Il est aussi appelé « filtre de l'émeraude ». Cet appareil est applicable seulement pour le cas des pierres gemmes de couleurs bleue et verte.

Cet appareil est constitué de deux filtres de gélatine et a pour rôle de ne transmettre que des rayons de lumière rouge mais absorbent la lumière jaune verte. Cet appareil a pour but de connaître la présence ou l'absence de chrome et de cobalt dans certaines gemmes bleues et vertes ; et d'identifier le vrai nom de deux gemmes de même couleur et de même groupe mais se différencient par la présence ou absence de cobalt et de chrome. Exemple : dans le groupe de béryl : il existe une variété de béryl vert qui donne une réaction rose, ou rougeâtre parfois inerte au filtre de Chelsea qu'on appelle Emeraude, grâce à la présence de chrome. Mais, il y a encore d'autres variétés de béryl vert qui donne la couleur verte à travers ce filtre de Chelsea, et on le nomme tout simplement « béryl vert ».

Pour l'utilisation du filtre, mettre la pierre gemme à étudier sur un papier blanc. Eclairer la pierre avec la lumière réfléchi. Placer le filtre de Chelsea près de votre œil pour voir la couleur de la pierre. Garder la distance (environ 25cm) entre le filtre de Chelsea et la gemme observée.



**Figure 17.** Utilisation du filtre de Chelsea

L'objectif de cette première partie est de nous apprendre à connaître les généralités sur l'étude des gemmes, le mode d'emploi des matériels, savoir distinguer les gemmes naturelles et fabriquées en utilisant les appareils d'identification.

Dans la partie suivante, nous allons parler de la conception de la programmation en utilisant le logiciel Matlab, et les démarches de création de l'interface.

**Deuxième partie : LA  
CONCEPTION DE  
L'INTERFACE A L'AIDE  
DE L'OUTIL MATLAB**

## I. Présentation du logiciel Matlab

### I.1. Matlab

Matlab est un logiciel de calcul numérique commercialisé par la société MathWorks<sup>1</sup>. Il a été initialement développé à la fin des années 70 par Cleve Moler, professeur des mathématiques à l'université du Nouveau-Mexique puis à Stanford, pour permettre aux étudiants de travailler à partir d'un outil de programmation de haut niveau et sans apprendre le Fortran ou le C.

Matlab signifie **Matrix laboratory**. Il est un langage pour le calcul scientifique, l'analyse de données, leur visualisation et le développement d'algorithmes. Son interface propose, d'une part, une fenêtre interactive type console pour l'exécution de commandes, et d'autre part, un environnement de développement intégré (IDE) pour la programmation d'applications.

Matlab trouve ses applications dans de nombreuses disciplines. Il constitue un outil numérique puissant pour la modélisation de systèmes physiques, la simulation de modèles mathématiques, la conception et la validation (tests en simulation et expérimentation) d'applications. Le logiciel de base peut être complété par de multiples *toolboxes*, c'est-à-dire des boîtes à outils. Celles-ci sont des bibliothèques de fonctions dédiées à des domaines particuliers. Nous pouvons citer par exemple : l'Automatique, le traitement du signal, l'analyse statistique, l'optimisation,... [17]

## II. Création de l'interface [2]

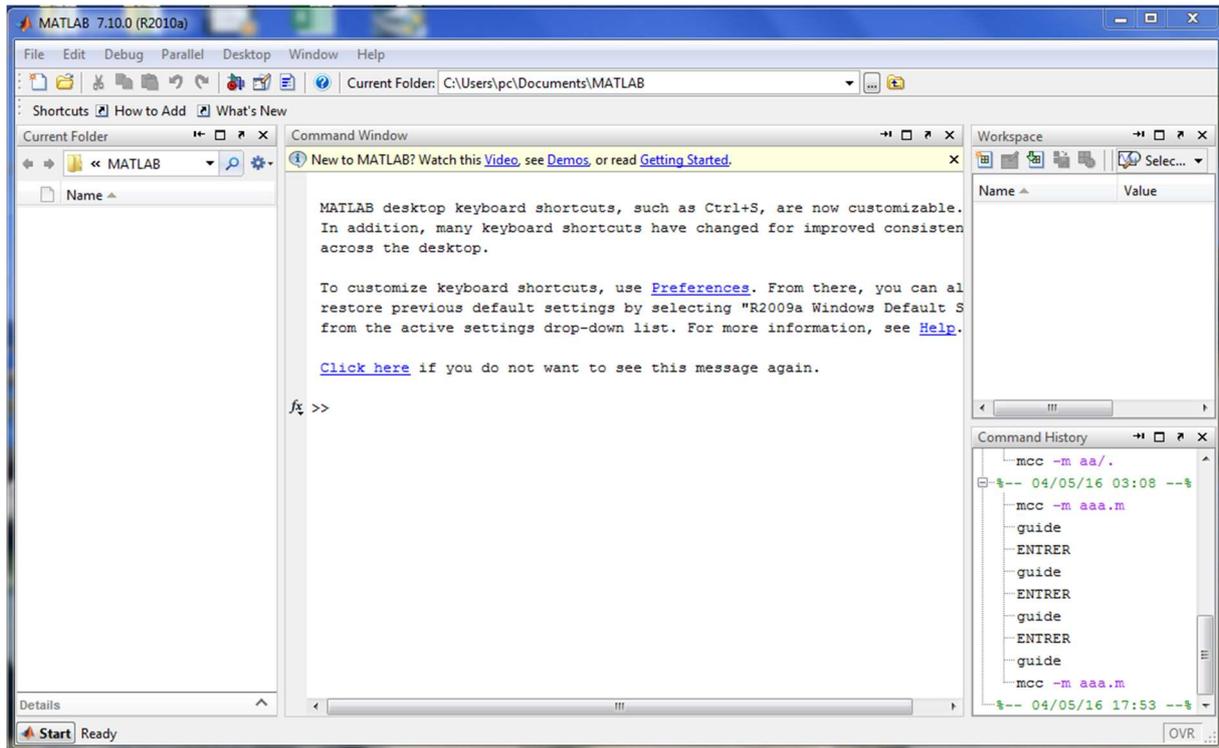
Pour la réalisation de cette programmation, nous avons créé l'interface Matlab avec le guide. Il y a deux types de scripts générés automatiquement:

- Un fichier avec extension **.fig**: crypté
- Un fichier avec extension **.m**: code Matlab pour le développement

Exemple : si le nom de l'interface est ENTRER, voici deux types de fichier ENTRER.m et ENTRER.fig

Pour la création de l'interface sur Matlab voici les démarches à suivre :

- Lancement de logiciel Matlab, et fenêtre suivante apparaît

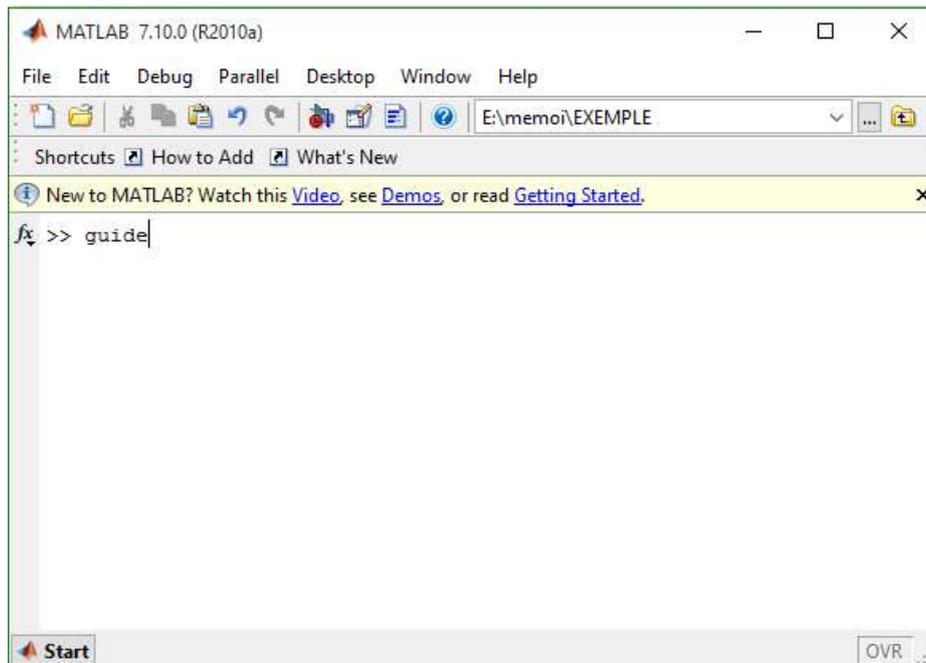


**Figure 18.** L'interface du démarrage de Matlab

Le logiciel propose un véritable environnement de travail composé de multiples fenêtres. Nous pouvons distinguer quatre blocs :

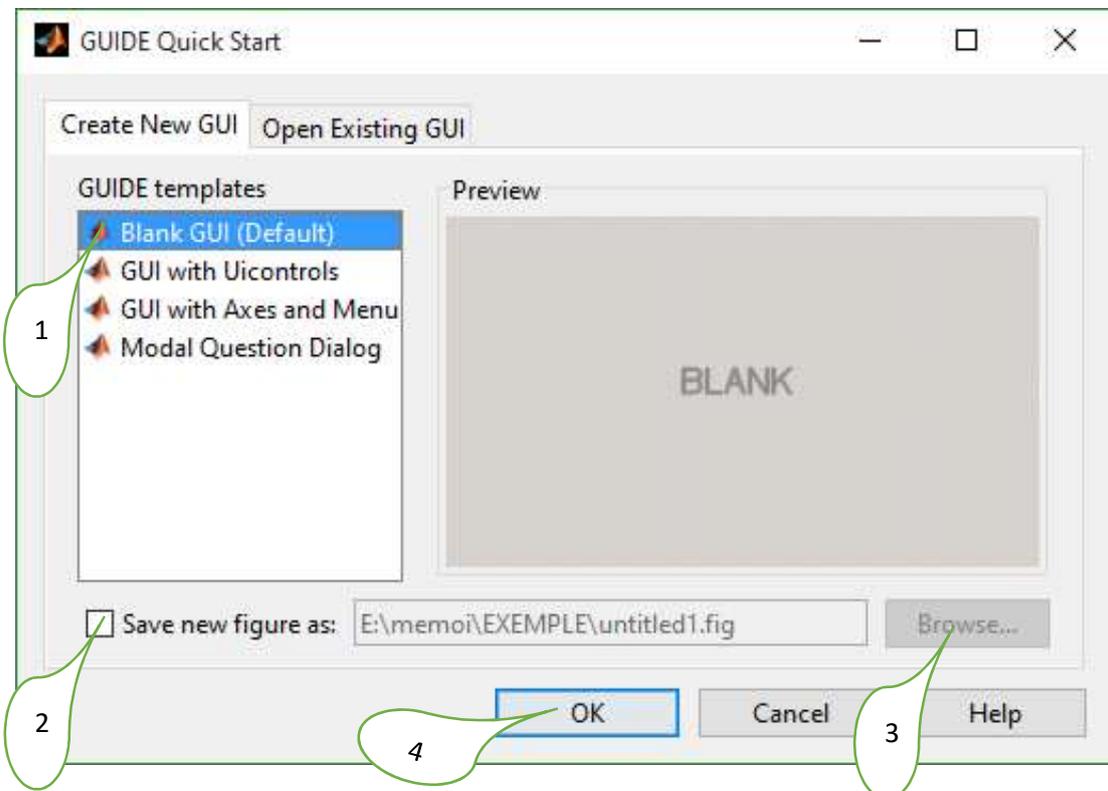
- Command Windows (console d'exécution) : à l'invite de commande « >> », l'utilisateur peut entrer les instructions à exécuter. Il s'agit de la fenêtre principale de l'interface.
- Current directory (répertoire courant) : permet de naviguer et de visualiser le contenu du répertoire courant de l'utilisateur. Les programmes de l'utilisateur doivent être situés dans ce répertoire pour être visible et donc exécutable.
- Workspace (espace de travail) : permet de visualiser les variables définies, leur type, la taille occupée en mémoire...
- Command history : historique des commandes que l'utilisateur a exécuté. Il est possible de faire glisser ces commandes vers la fenêtre de commande.

Dans la fenêtre de commande (command windows) taper : guide et après valider par la touche d'Entrée



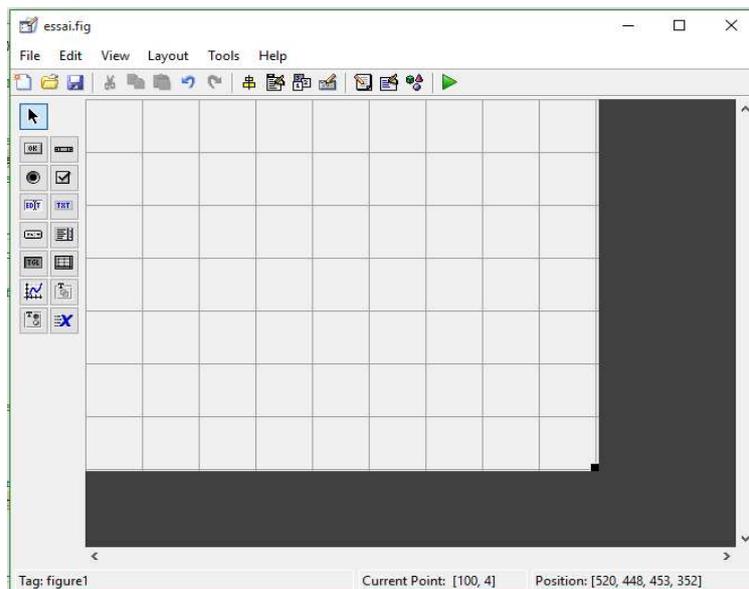
**Figure 19.** L'interface de commande du Matlab

Après la validation, une autre fenêtre va s'afficher ; cliquer le blank Guid (default) pour la création de nouveau interface, après cliquer « save new figure as » / « browse » pour mettre l'emplacement de fichier à créer, et ensuite taper le bouton d'entrer



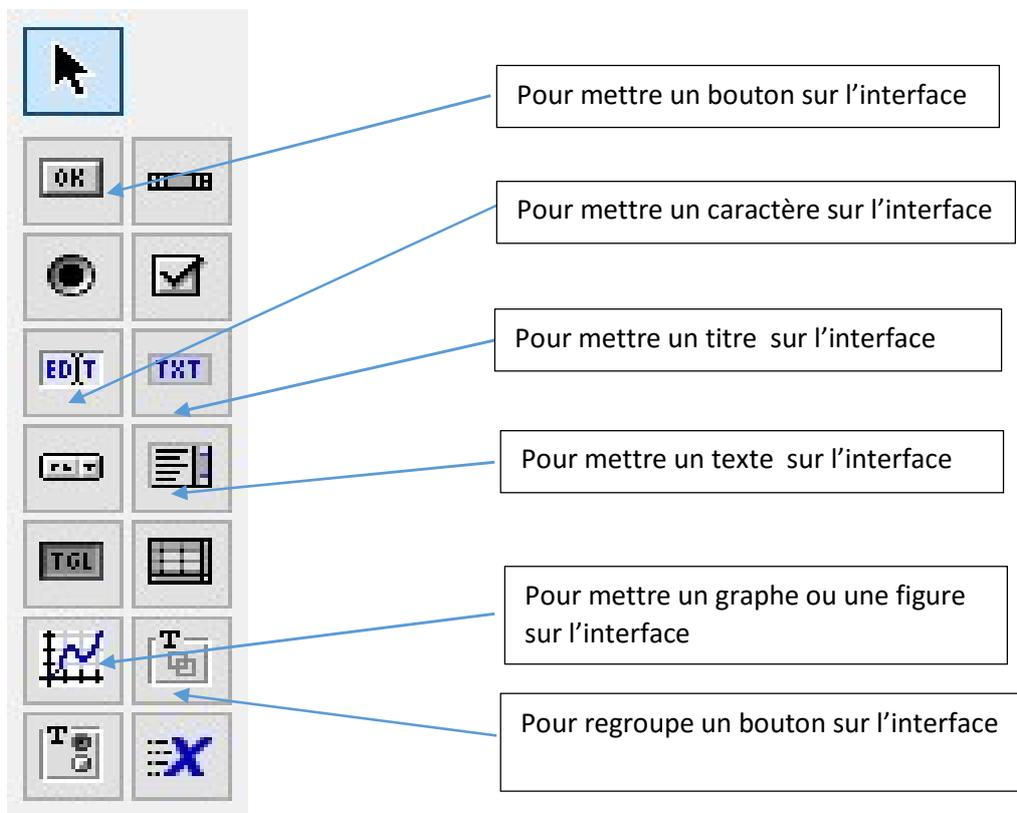
**Figure 20.** Création de l'interface

Nous sommes à la page de création de l'interface



**Figure 21.** Première forme d'interface à créer

Pour l'insertion des objets (texte, bouton,...) sur l'interface, voici quelques descriptions de commande qu'on peut rencontrer à la page de création.



**Figure 22.** Le menu de création des objets sur l'interface

## II.1. Création de texte

Cliquer dans l'icône de création de texte, puis déplacer le curseur et choisir un endroit où l'on a mis la phrase ; ensuite on clique deux fois dans cette zone et une autre interface de commande va s'afficher

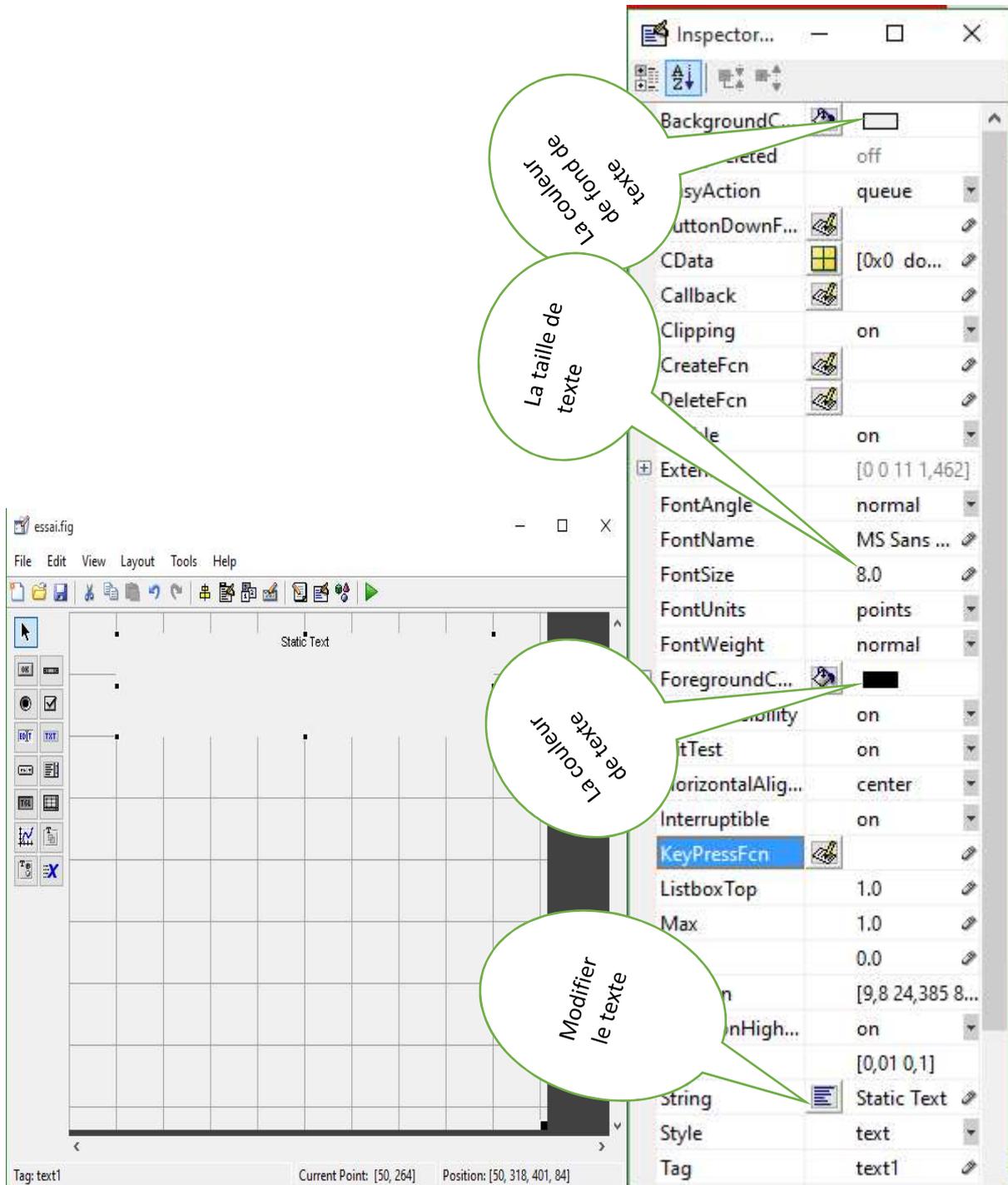


Figure 23. Insertion et modification de texte

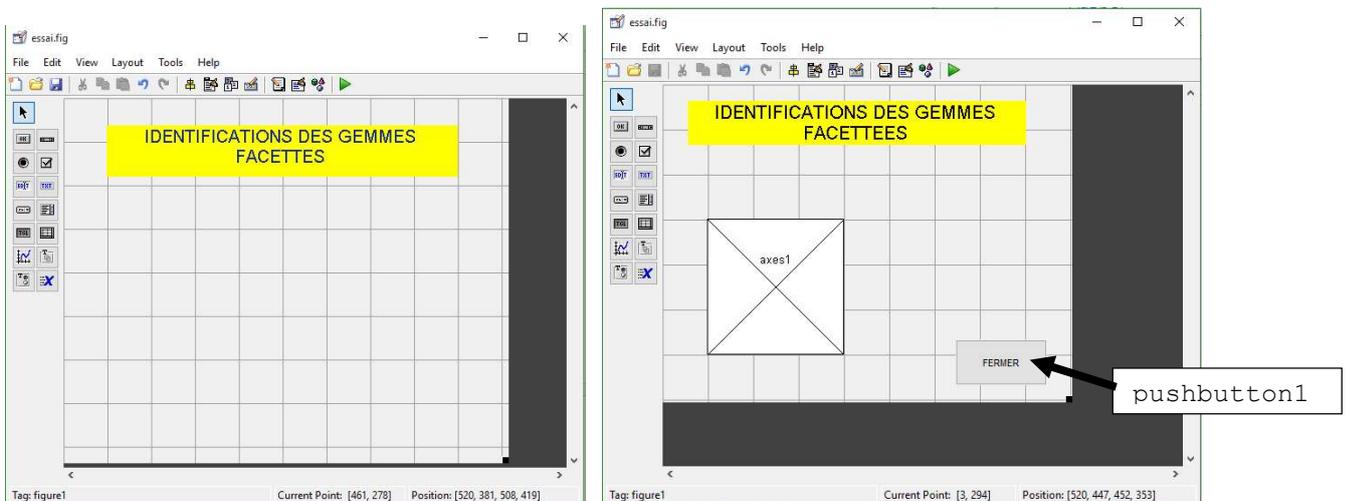
## II.2. Création de figure et de bouton

Cliquer sur l'icône d'addition de bouton, déplacer le curseur vers un endroit choisi et après on clique deux fois dans ce bouton nouvellement créé et suivre le processus précédemment cité (création de texte).

Pour l'addition de figure, nous avons deux méthodes à faire :

- La méthode « Gui » (guide)

Déplacer le curseur vers l'icône de figure, et après cela, créer la zone de figure dans l'interface à créer.



**Figure 24.** La nature de l'interface à créer

Avant d'entrer dans le fichier du script « `essai.m` », enregistrer l'interface créée.

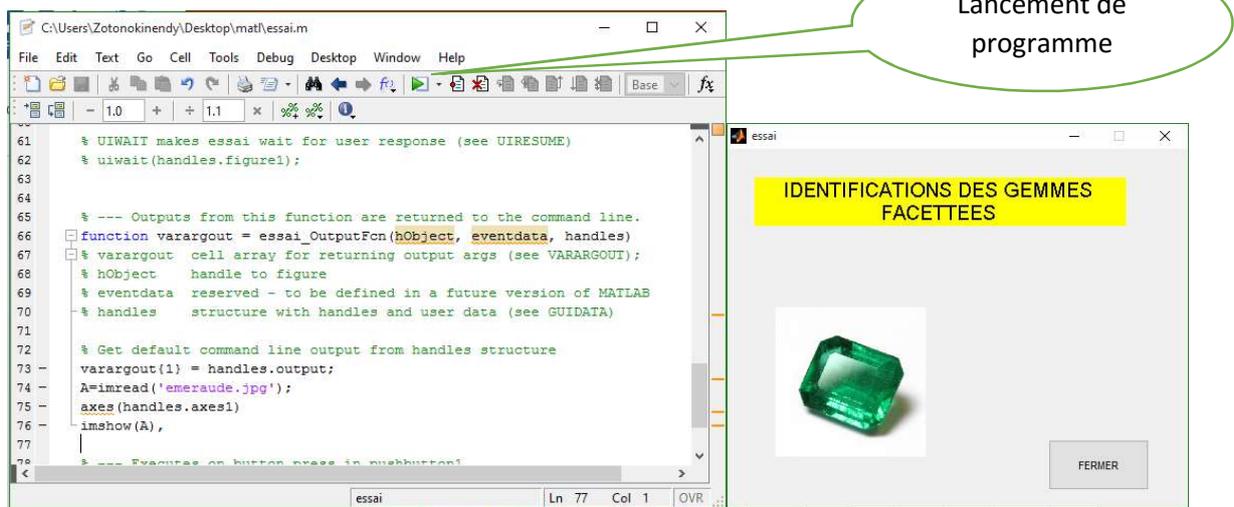
Pour le script d'image, c'est-à-dire le fait de mettre un figure dans l'interface, on devrait connaître tous ces critères :

- Le nom de l'image et leur extension (par exemple : `emeraude.jpg`)
- Le nom du champ d'emplacement de la figure (exemple : `axes 1`)
- Le script de création d'image sur l'interface

Ces trois critères réunis, entrer dans le fichier `essai.m`, et ensuite regarder le script automatique. Vérifier dans ces scripts le mot : « `varargout{1}=handles.output` » et mettre au-dessous le script suivant :

```
A = imread('emeraude.jpg');  
  
axes(handles.axes1)  
  
imshow(A),
```

## Enregistrer l'application, et lancer le programme



**Figure 25.** Le script d'image et l'interface finale

- Les méthodes « code »

Après la création de l'interface, ouvrir le fichier `essai.m` et mettre au-dessus de « `Varargout(1)=handles.output` » ce script suivant :

```
subplot('position',[0.05 0.10 0.20 0.35]);%composante1: X: composante 2 : y
%composante 3: longueur du côté suivant X; composante4: longueur suivant Y
%ces valeurs sont normalisées
kinendry=imread('emeraude.jpg');
image(kinendry)
axis off
```

Ensuite enregistrer l'application, après avoir lancé le programme, on obtient le même affichage.

Désormais, pour le bouton « fermer » on a aussi deux types de méthodes pour la fermeture de l'interface créée :

- l'utilisation du script ou code

Au-dessous de la phrase de script automatique «`function pushbutton1 Callback(hObject, eventdata, handles)`» on doit mettre le script suivant :

```
button = questdlg('voulez-vous quitter?', ...
    'Exit Dialog', 'Oui', 'Non', 'Non');
switch button
    case 'Oui',
        display goodbye
        close(handles.figure1)
        %Save variables to matlab.mat
```

```

case 'Non',
    quit cancel;
end

```

NB : Vous pouvez modifier la phrase entre guillemet dans le script

Voici l'affichage après l'addition de ce script dans l'essai.m, lancement de programme et exécutant le bouton « fermer »



Figure 26. La fermeture de programme d'interface

➤ Méthode Gui

On clique doublement dans le bouton crée pour ouvrir le paramètre, voir la partie de callback, effacer l'écriture dans cette case et écrire : « close » (fermeture de cette interface) ou «close all » (fermeture de toute l'interface ouverte). Enregistrer et lancer le programme, si vous cliquez le bouton FERMER, le programme va se fermer.

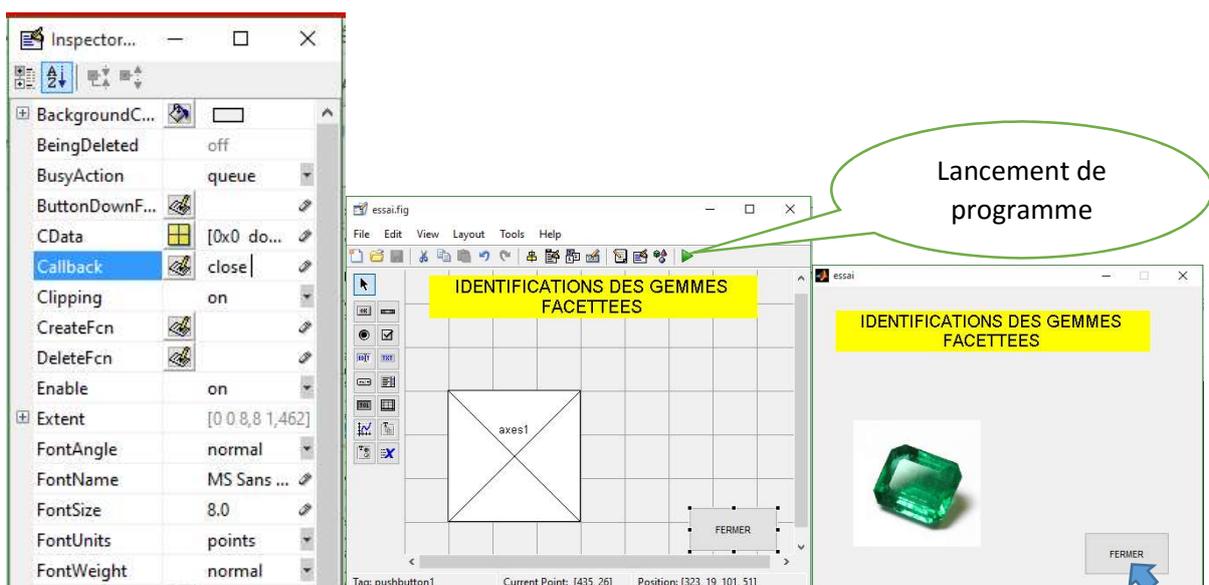
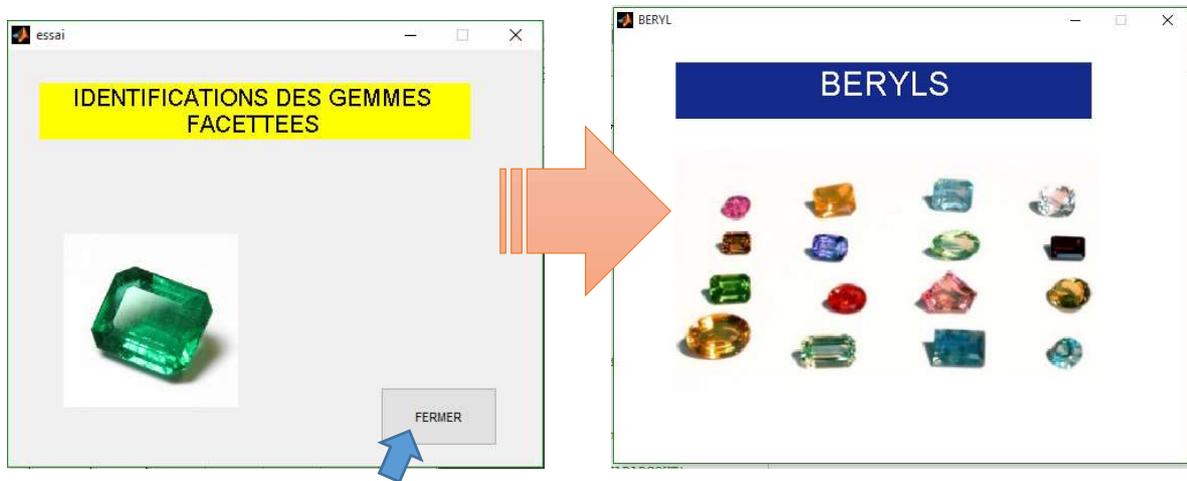


Figure 27. Finition de l'interface essai

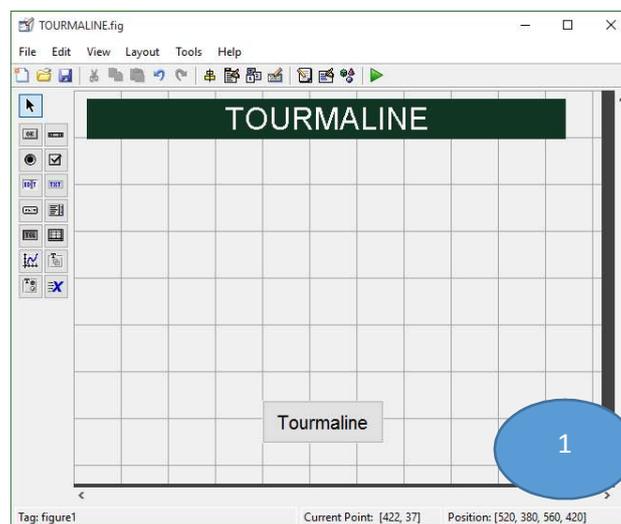
Mais on peut insérer une autre interface en ajoutant une virgule suivie du nom du fichier après le close ou close all. Exemple : « close, BERYL » ; et si on clique le bouton fermer l'interface ESSAI se fermera et l'interface de BERIL va s'afficher ;



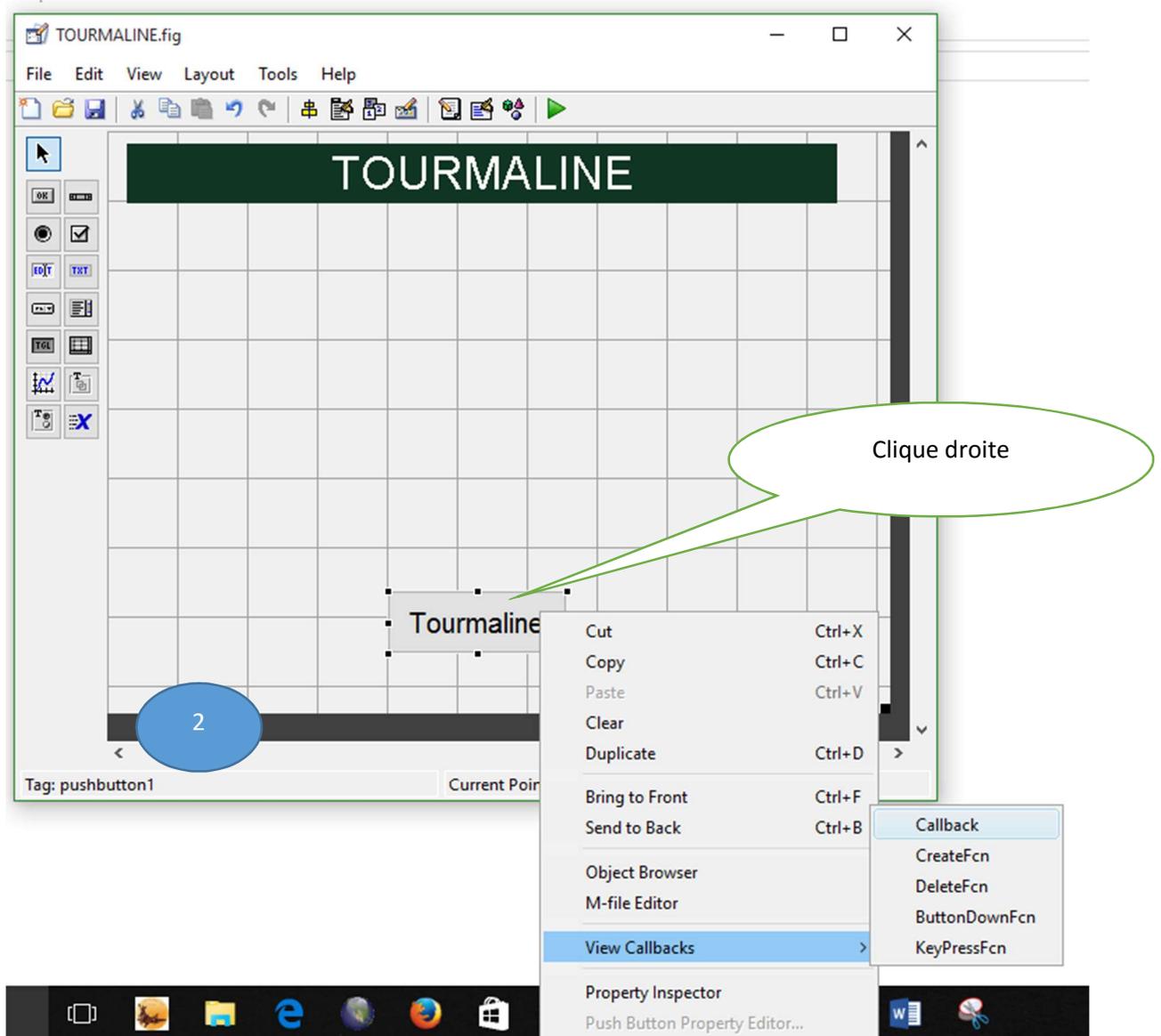
**Figure 28.** Commande d'ouverture de l'interface Béryls

Affichage d'image à partir d'un bouton:

Le bouton peut commander l'affichage d'image, c'est-à-dire en le cliquant, l'image va s'afficher. La démarche de création de ce paramètre se présente comme suit :



**Figure 29.** Interface de TOURMALINE



**Figure 30.** Titrage de bouton à partir de callback

La phase suivante est la commande de bouton de tourmaline : « fonction `Tourmaline_Callback(hObject, eventdata, handles)` » et au-dessus de cette phrase on place le script d'image :

```
subplot('position',[0 0 1 1]);%composante1: X: composante 2 : y
%composante 3: longueur du côté suivant X; composante4: longueur suivant Y
%ces valeurs sont normalisées
kinendry=imread('tourmaline1.jpg');
image(kinendry)
axis off
```

Ne pas oublier l'enregistrement de cette commande.

Après, cliquer l'icône de lancement du programme pour ouvrir l'interface de TOURMALINE.m

```

69 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
70 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
71
72 % Get default command line output from handles structure
73 varargout{1} = handles.output;
74
75
76 % --- Executes on button press in Tourmaline.
77 function Tourmaline_Callback(hObject, eventdata, handles)
78 % hObject handle to Tourmaline (see GCBO)
79 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
80 % handles structure with handles and user data (see GUIDATA)
81 subplot('position',[0 0 1 1]);%composante1: X: composante 2 : y
82 %composante 3: longueur du côté suivant X; composante4: longueur suivant
83 %ces valeurs sont normalisées
84 kinendry=imread('tourmaline1.jpg');
85 image(kinendry)
86 axis off
87

```

Figure 31. Script de l'affichage d'image TOURMALINE.m

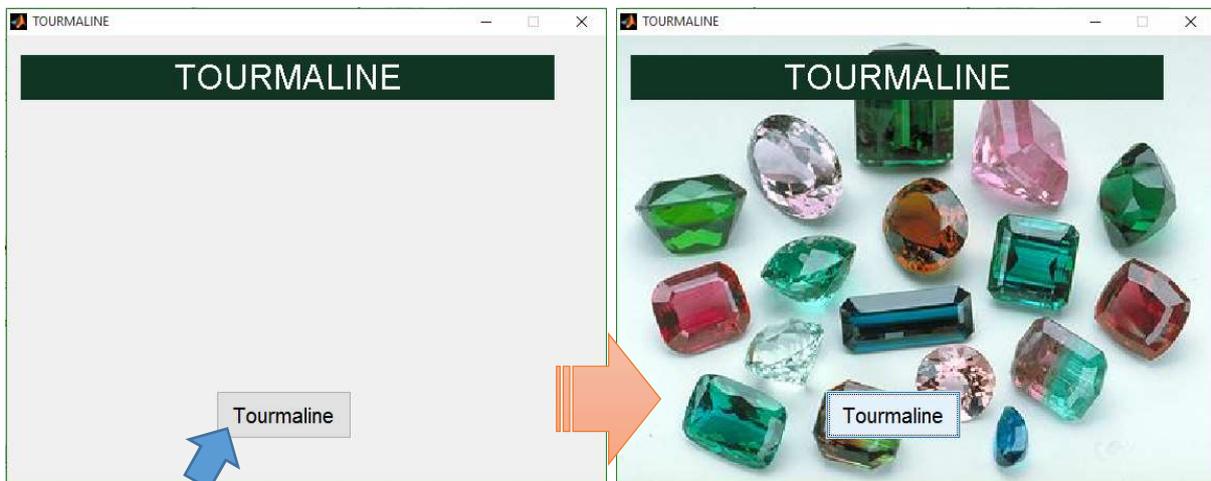
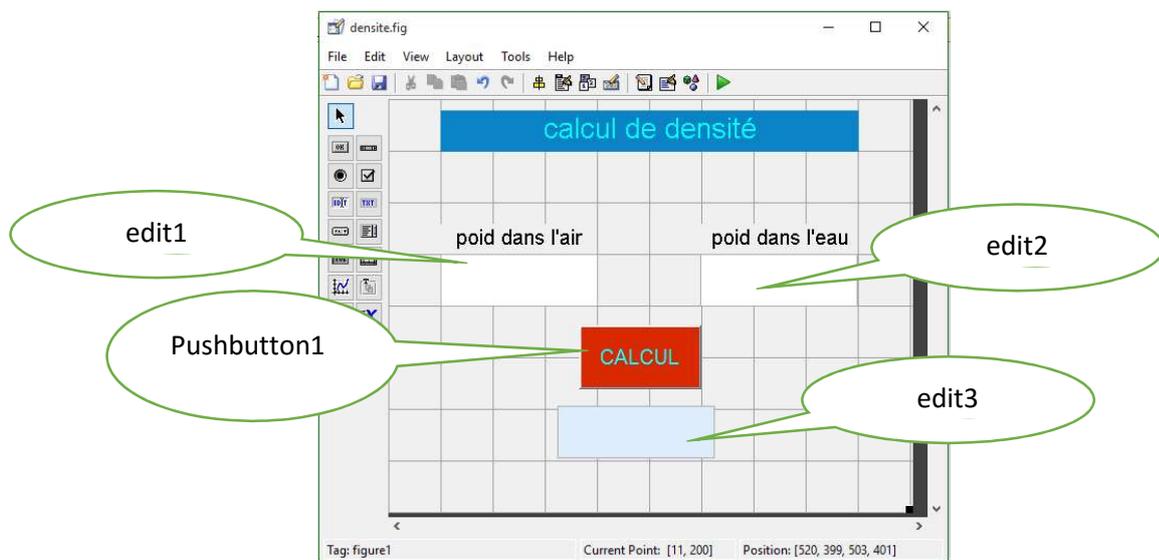


Figure 32. Interface de TOURMALINE

### II.3. Script de calcul

Le programme d'identification comporte divers types de calculs (calcul de mesure de densité de gemme). La démarche à faire pour ce programme est indiquée ci-dessous.

Création de l'interface de calcul (« densite.fig »)



**Figure 33.** La forme de l'interface de calcul

Elaboration de script de calcul :

Après la création de l'interface de calcul, on enregistre l'application et après, on entre dans le fichier « densite.m » pour écrire le script de Calcul.

```

72 % Get default command line output from handles structure
73 varargin{1} = handles.output;
74
75
76
77 function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
78 % hObject    handle to edit1 (see GCBO)
79 % eventdata reserved - to be defined in a future version of MATLAB
80 % handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
81
82 % Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as
83 %        str2double(get(hObject,'String')) returns contents
84 %        of text as double
85 A=str2double(get(hObject,'string'));
86 if isnan(A)
87     set(hObject,'string',0);
88 end
89 handles.metricdata.A=A;
90 guidata (hObject,handles)

```

**Figure 34.** Le script de calcul dans la fenêtre de code

On introduit le calcul dans le script suivant:

function edit1\_Callback(hObject, eventdata, handles) =>Pour la valeur de poids dans l'air « edit1 »

Et voici le script de l'edit1 :

```
A=str2double(get(hObject,'string'));  
if isnan(A)  
    set(hObject,'string',0);  
end  
handles.metricdata.A=A;  
guidata ((hObject,handles)
```

Cas du script de poids dans l'eau :

```
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)  
B=str2double(get(hObject,'string'));  
if isnan(B)  
    set(hObject,'string',0);  
end  
handles.metricdata.B=B;  
guidata ((hObject,handles)
```

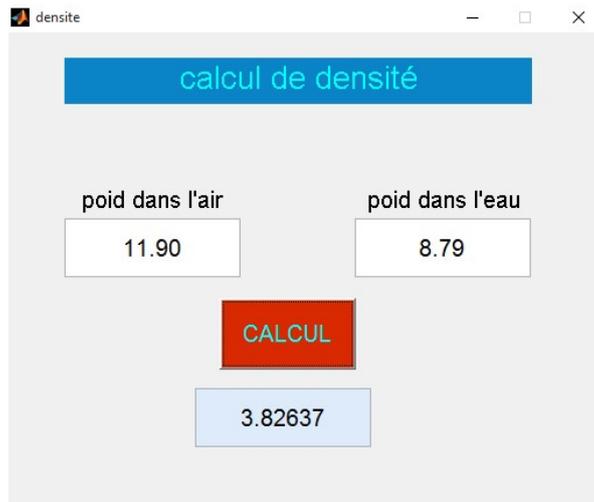
Calcul de la densité

La formule de densité = (poids dans l'air / ((poids dans l'air)-(poids dans l'eau))

Le script de calcul de densité :

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)  
Calcul=(handles.metricdata.A) / ((handles.metricdata.A) -  
(handles.metricdata.B))  
set (handles.edit3, 'string', Calcul);
```

Après la mesure de la valeur du poids de gemme dans l'air et dans l'eau, on introduit respectivement dans la case chaque valeur au titre ci-dessus.

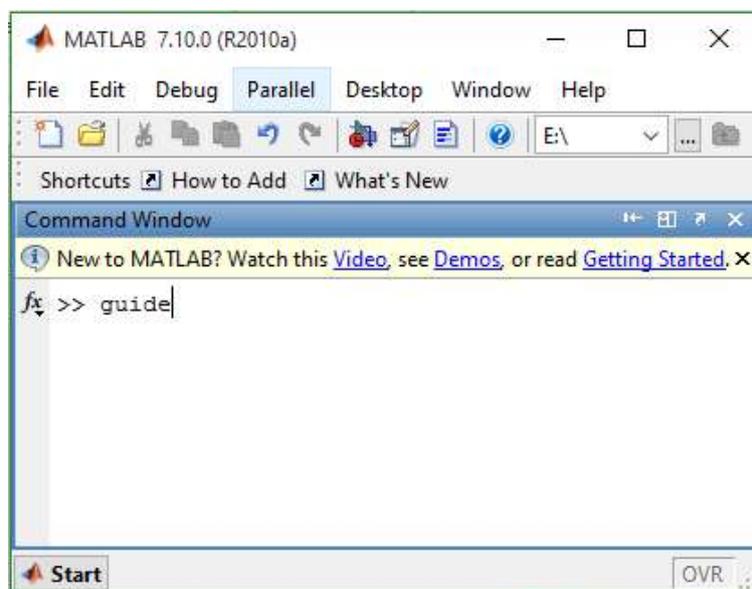


**Figure 35.** L'interface de calcul de densité

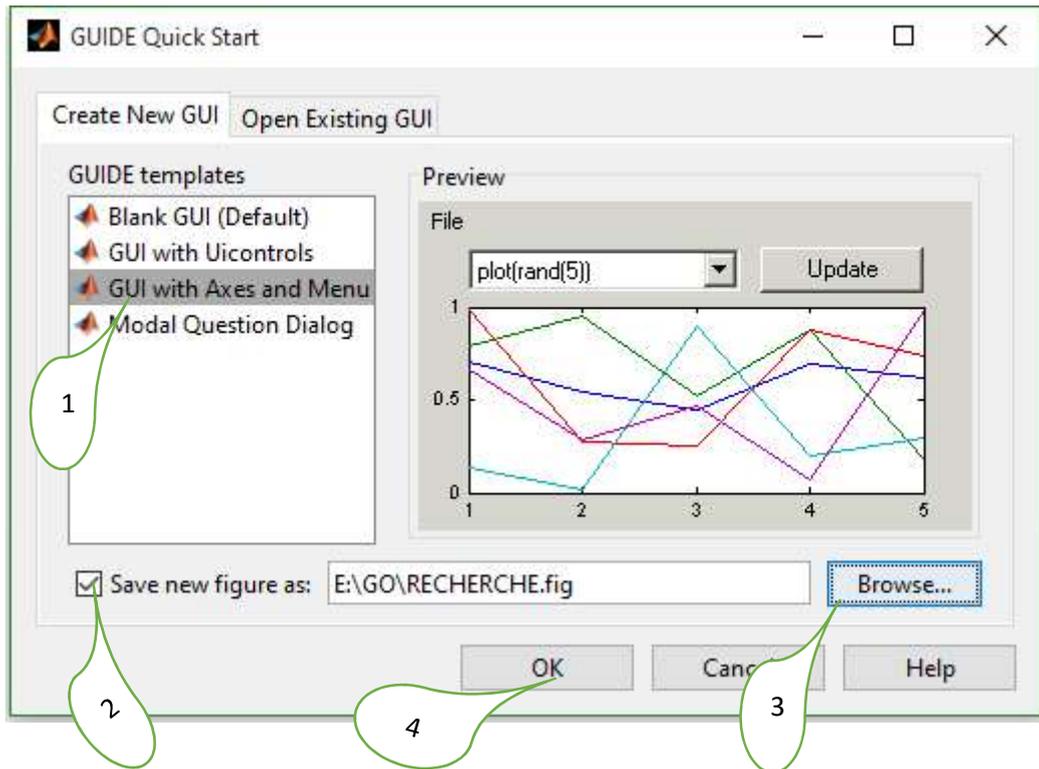
#### II.4. Interface de recherche

La démarche de création se déroule comme ceci :

- Ouvrir la fenêtre de commande
- Taper guide et valider
- Entrer dans le : « creat new guid »
- Cliquer dans le guide : « with axes and menu »
- Voir l'emplacement de l'interface et enregistrer

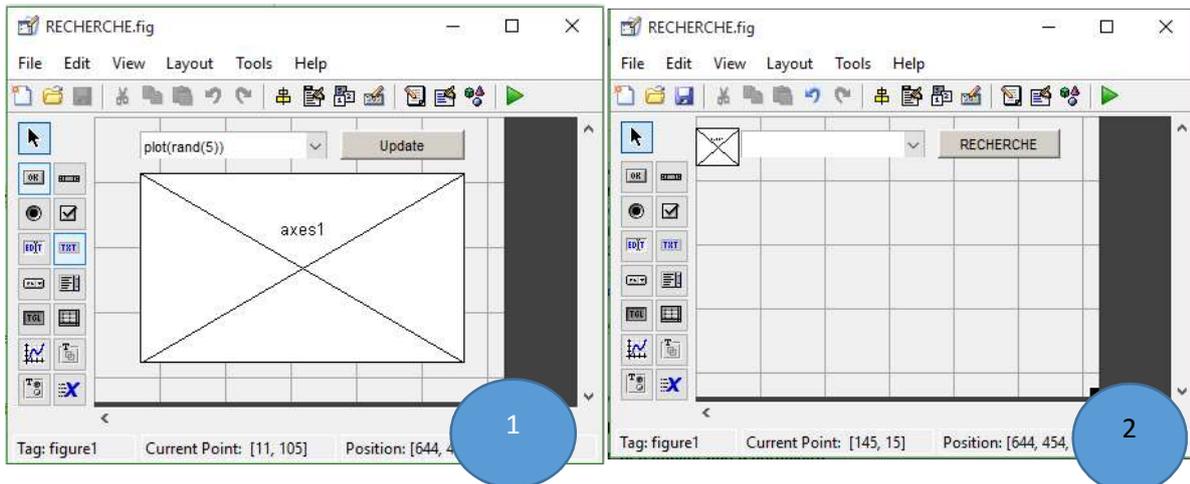


**Figure 36.** Fenêtre de commande pour l'interface de recherche



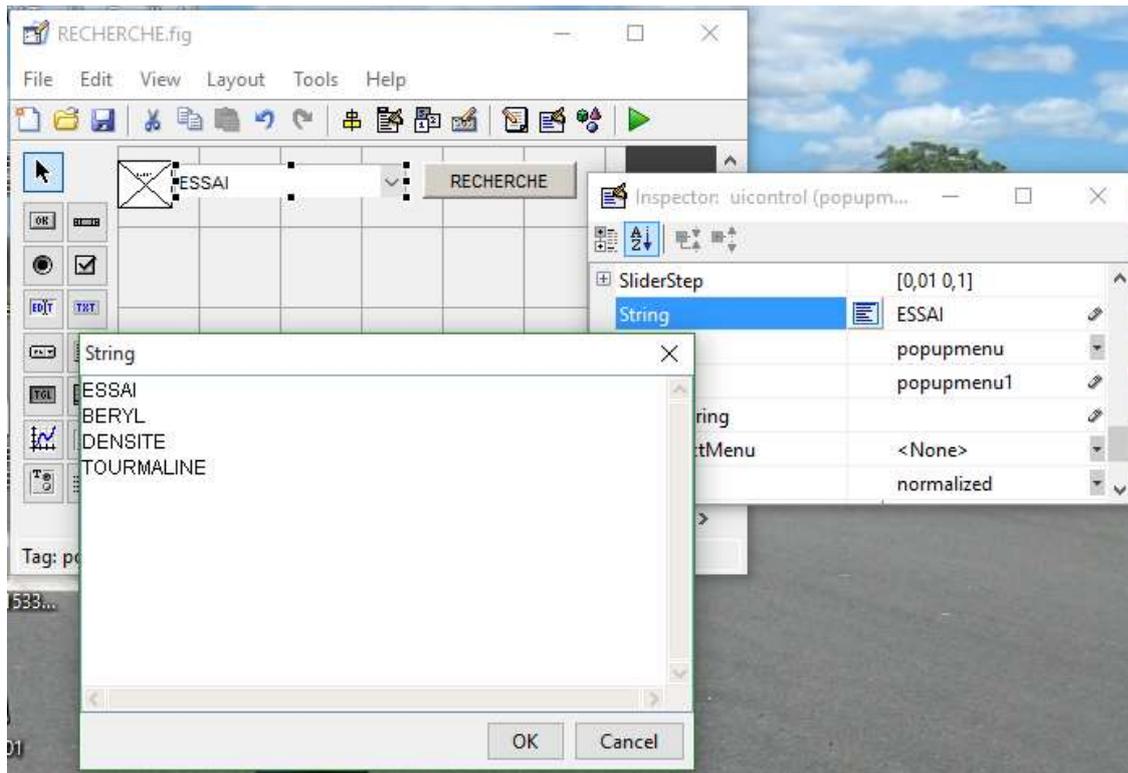
**Figure 37.** Fenêtre de guide

On arrive maintenant dans la fenêtre de création de l'interface, pour obtenir l'interface de recherche et on observe toutes les étapes de créations illustrées ci-dessous :



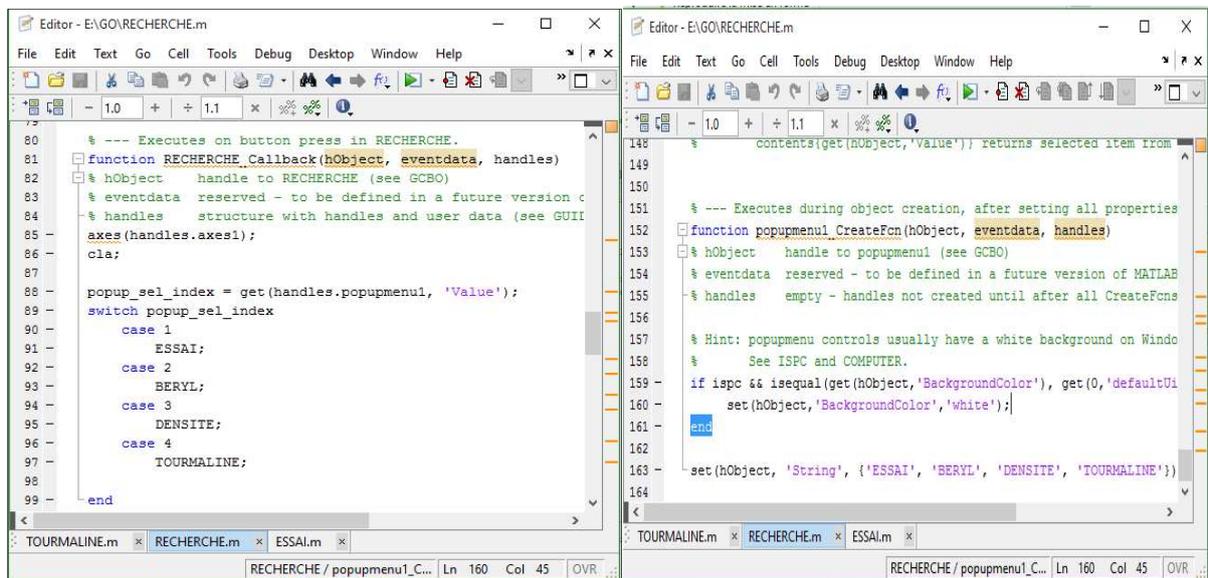
**Figure 38.** Étape de création de l'interface de recherche

Cliquer deux fois dans la case de recherche pour ouvrir son paramètre et écrire dans le string le nom des objets qui vous intéresse (nos exemples sont : ESSAI, BERYL, DENSITE, TOURMALINE), et ne jamais oublier d'enregistrer.

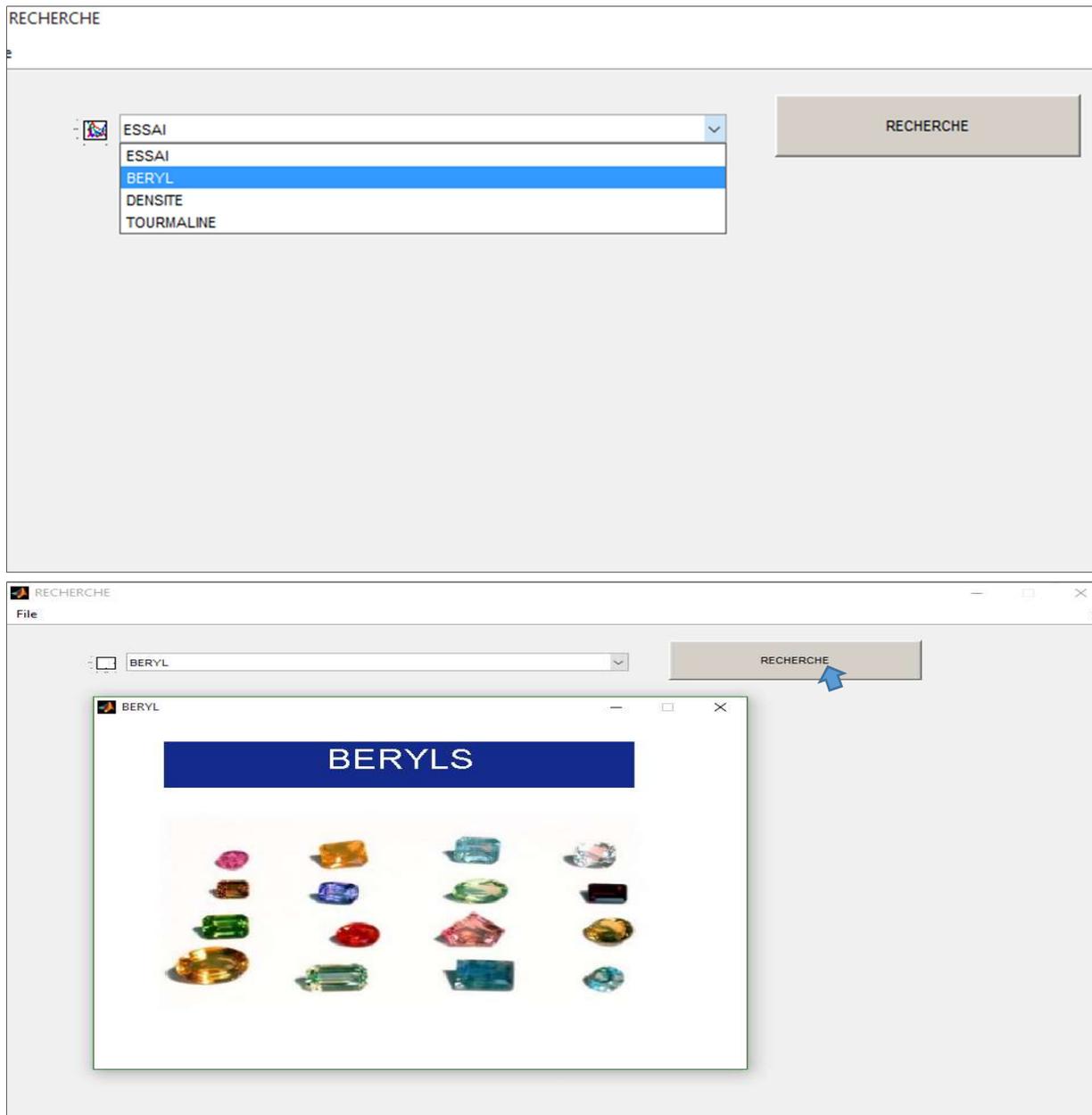


**Figure 39.** Processus de la création de l'interface de recherche

Ouvrir la fenêtre de RECHERCHE.m pour mettre le code de script.



**Figure 40.** Script de l'interface RECHERCHE



**Figure 41.** Interface de RECHERCHE

L'objectif de cette deuxième partie est de nous apprendre à connaître la démarche de la création d'interface Matlab, et de savoir les scripts utilisés pour l'affichage d'image, la commande de bouton et le programme de calcul. Tous ces types d'outils sont mis en œuvre en ajoutant la base de données de gemmes pour l'élaboration de programme d'identification de gemme sur Matlab.

Dans la dernière partie, nous allons parler du guide d'utilisation du logiciel dans la recherche d'identité de matériaux gemmes au laboratoire.

**Troisième partie : LE  
GUIDE D'UTILISATION DU  
LOGICIEL DANS LA  
RECHERCHE D'IDENTITE  
DES MATERIAUX  
GEMMES FACETTEES**

## I. Présentation Générale

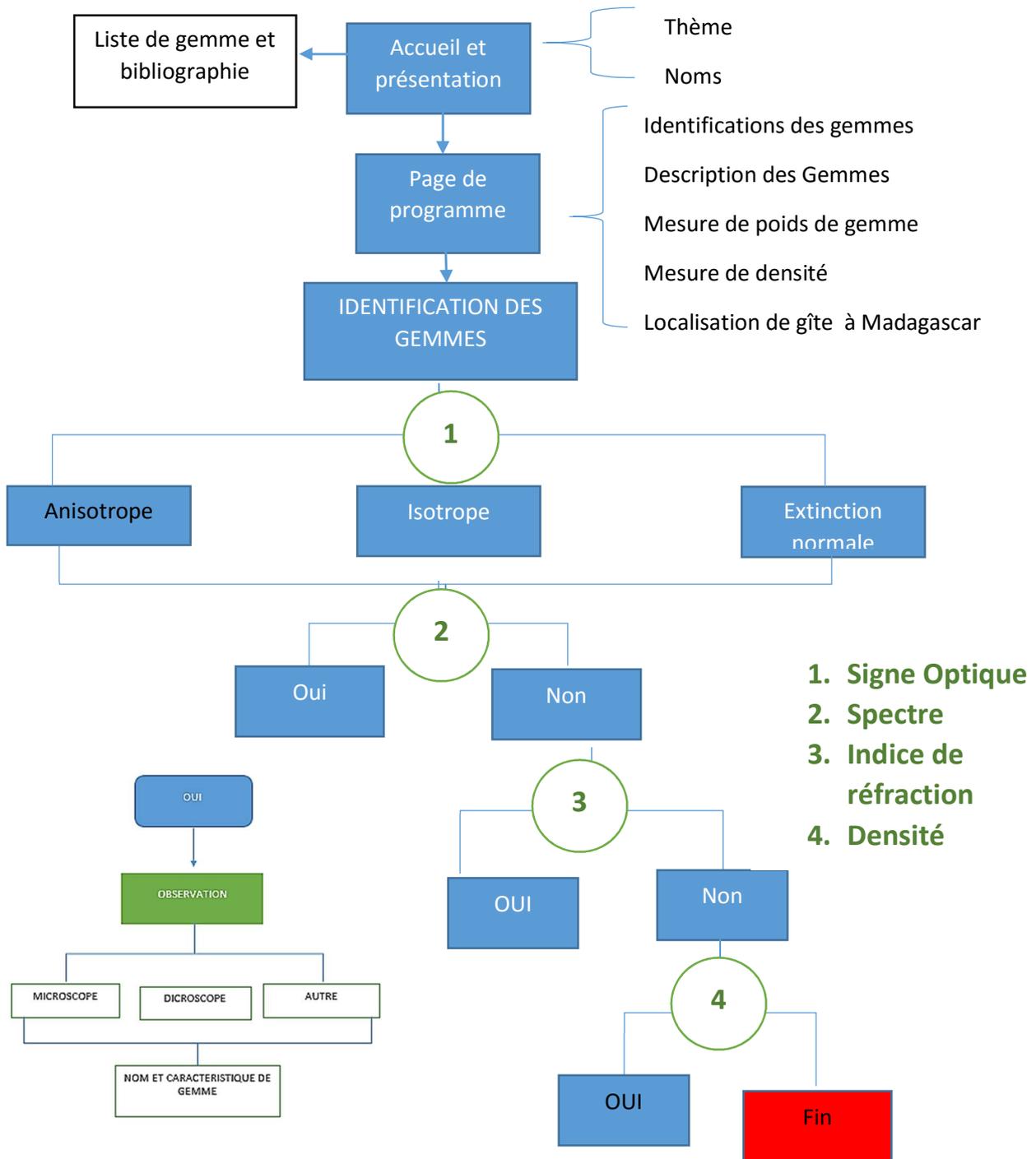
Ce programme a été créé pour aider le gemmologue à l'identification des gemmes facettées au laboratoire. Elle possède plus de 1700 fichiers « composés de : fichier.m, fichier.fig, et figures ». La majorité des images a été prise dans la base de données de Geminterest.com et d'autre dans les différentes parties du site web des gemmes.

La liste des noms des pierres gemmes facettées que nous identifierons dans ce programme figurent ci-après :

Achroïte, Aigue Marine, Alexandrite, Alexandrite Synthétique, Almandin, Amazonite, Amblygonite, Améthyste, Ametrine, Ametrine Synthétique, Andalousite, Apatite, Axinite, Bénitoïte, Béryls Rouge Synthétique, Béryllonite, Béryls, Bixbite, Brazilianite, Calcite, Célestite, Cérusite, Chrysobéryls, Citrine, Clinohumite, Corindon, Cristal De Roche, Cubique Zirconia, Danburite, Démantoïde, Diamant, Diaspore, Diopside, Diopside, Diopside, Disthène, Dravite, Ekanite, Émeraude, Émeraude Synthétique, Enstatite, Epidote, Euclase, Feldspath, Fluorite, Goshénite, Grandidierite, Grenat, Hambergite, Haüyne, Héliodore, Herdélite, Hessonite, Hiddénite, Indigolite, Iolite, Kornerupine, Kunzite, Moissanite Synthétique, Morganite, Opale Du Feu, Orthose, Péridot, Pétalite, Pezzottaite, Phénacite, Pierre De Lune, Pierre De Soleil, Plastique, Polychrome, Prasiolite, Préhnite, Pyrope, Quartz, Quartz Fume, Quartz Rose, Rhodolite, Rubellite, Rubis, Rubis Synthétique, Rutile, Saphir, Saphir Synthétique, Saphirine, Scapolite, Scheelite, Sillimanite, Sinhalite, Spéssartite, Sphalérite, Sphène, Spinelle, Spinelle Bleu, Spinelle Rouge, Spinelle Synthétique, Spodumène, Taafféite, Tanzanite, Topaze, Tourmaline, Tsavorite, Verdelite, Verre Bleu, Verre Fabrique, Verre Naturel, Verre Rouge, Verre Rubis, Vésuvianite, Yag, Zircon

Mais, on a d'autres paramètres inséparables pour l'identification des gemmes que nous avons ajouté dans ce programme ; comme la mesure de la densité, la mesure de la masse estimative, la description générale des gemmes et la localisation des gîtes à Madagascar.

Pour vous aider à connaître l'arbre général de cette programmation, nous avons élaboré un diagramme de base qui résume tous les paramètres existant dans la programmation



**Figure 42.** Organigramme de base pour l'élaboration du programme

## II. Guide d'utilisation

Pour ouvrir ce programme, cliquer deux fois l'icône GemKin ; ensuite, entrer le mot de passe et la page d'accueil s'affichera.

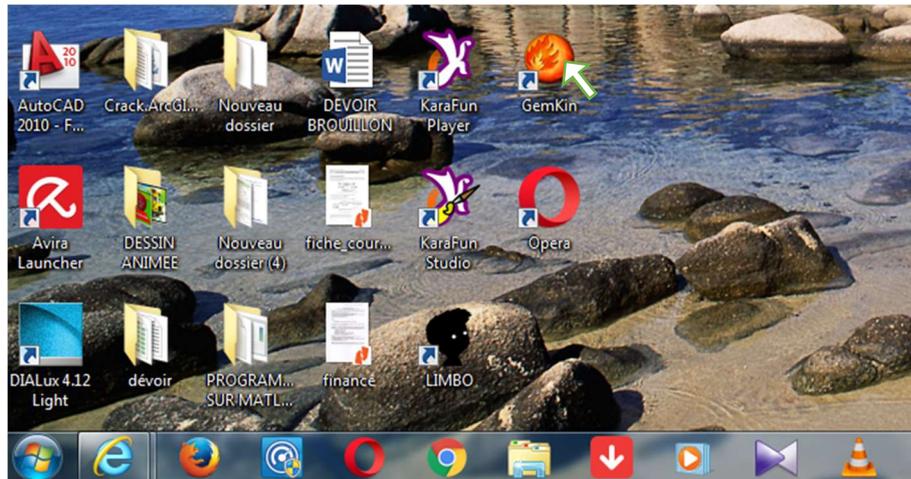


Figure 43. Icône de lancement de GemKin

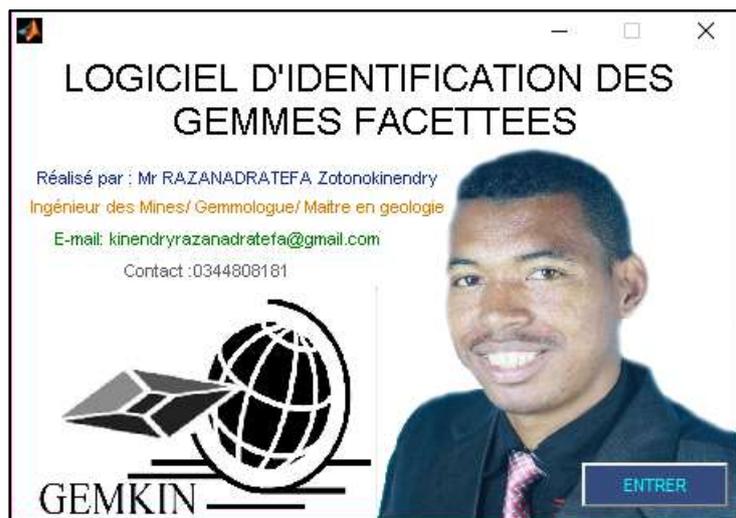


Figure 44. Premier interface de commande



Figure 45. Interface d'identification de mot de passe

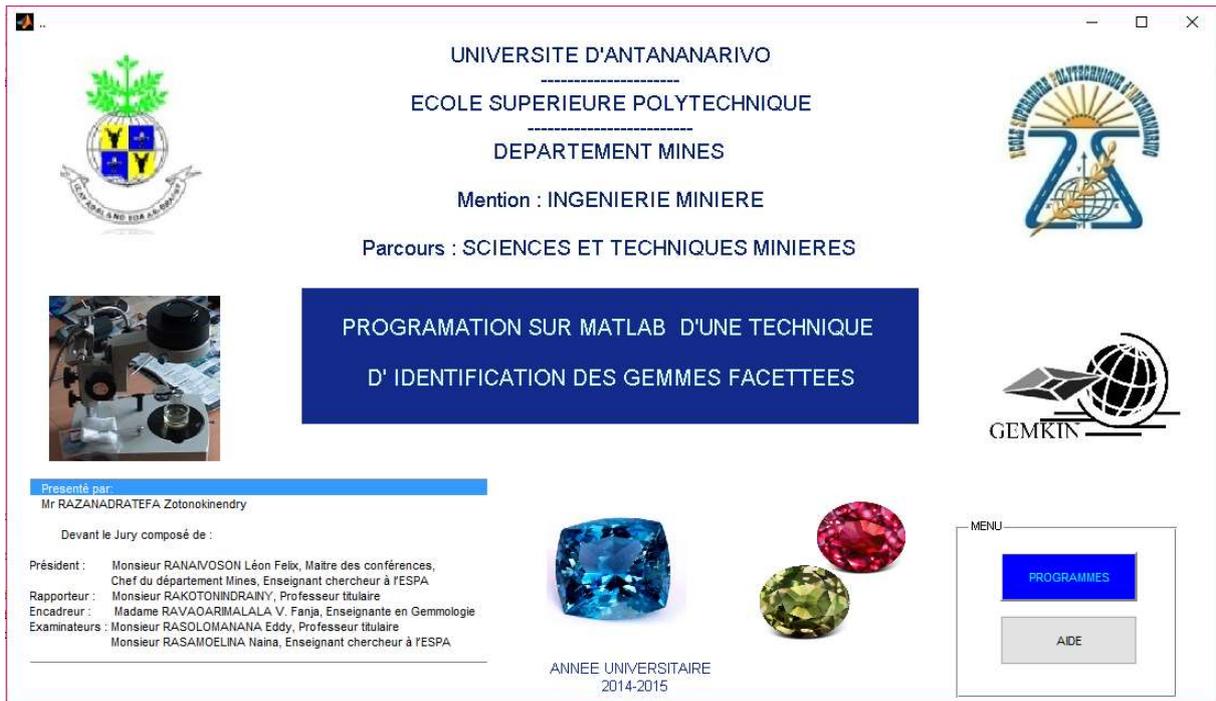


Figure 46. Page d'accueil

## II.1. Bouton aide

En cliquant sur le bouton aide, la dernière interface ouverte se ferme et l'interface de bibliographie ainsi que la liste de gemmes vont s'afficher

Et en cliquant sur « liste de gemme », nous obtenons l'interface suivante :

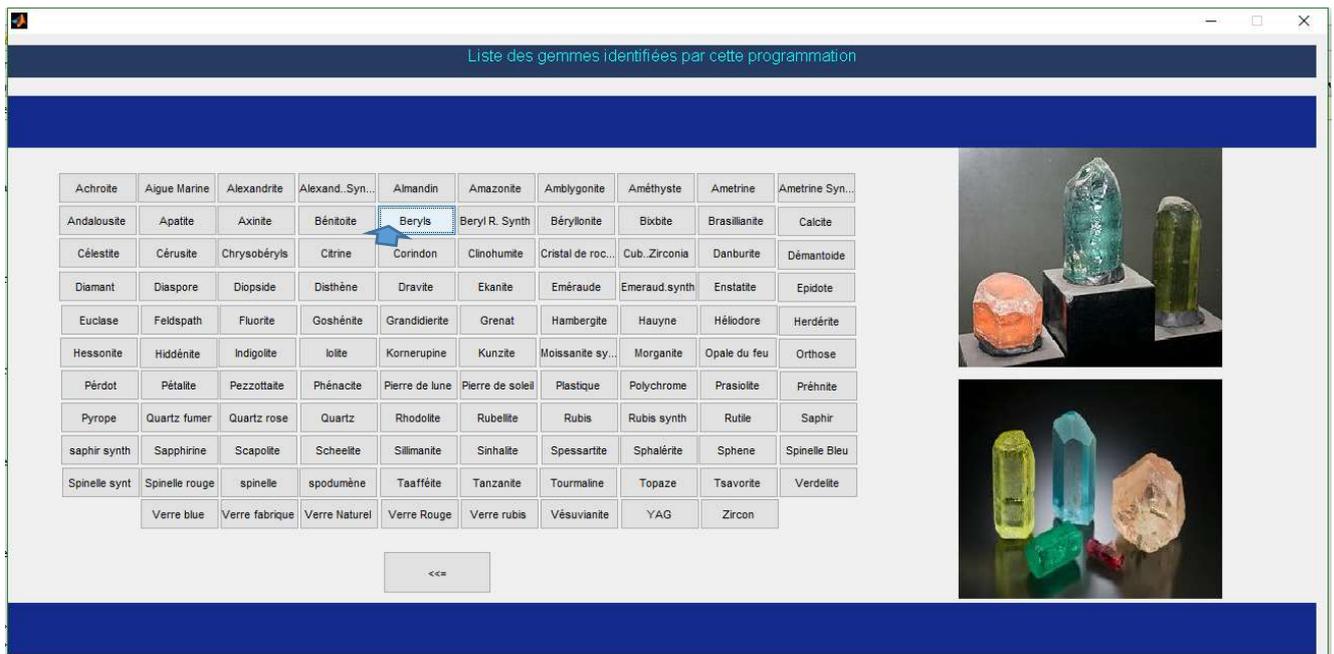


Figure 47. Interface de liste des gemmes

Pour l'affichage de la photo de cette gemme, cliquer sur le bouton indiquant son nom que vous souhaitez observer.

Pour retourner à la page d'accueil, cliquer sur le bouton retour (<<=).

Pour l'affichage de l'interface de bibliographie, cliquer une fois sur le bouton Bibliographie et webographie.



Figure 48. Interface bibliographique

## II.2. Bouton PROGRAMME

C'est un bouton qu'on doit cliquer pour accéder dans l'interface de programme. Cette interface comporte cinq types de menus très importants.

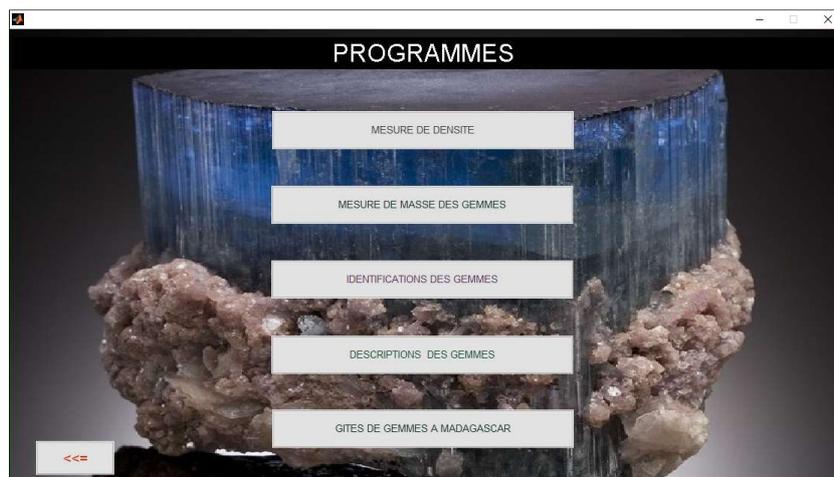
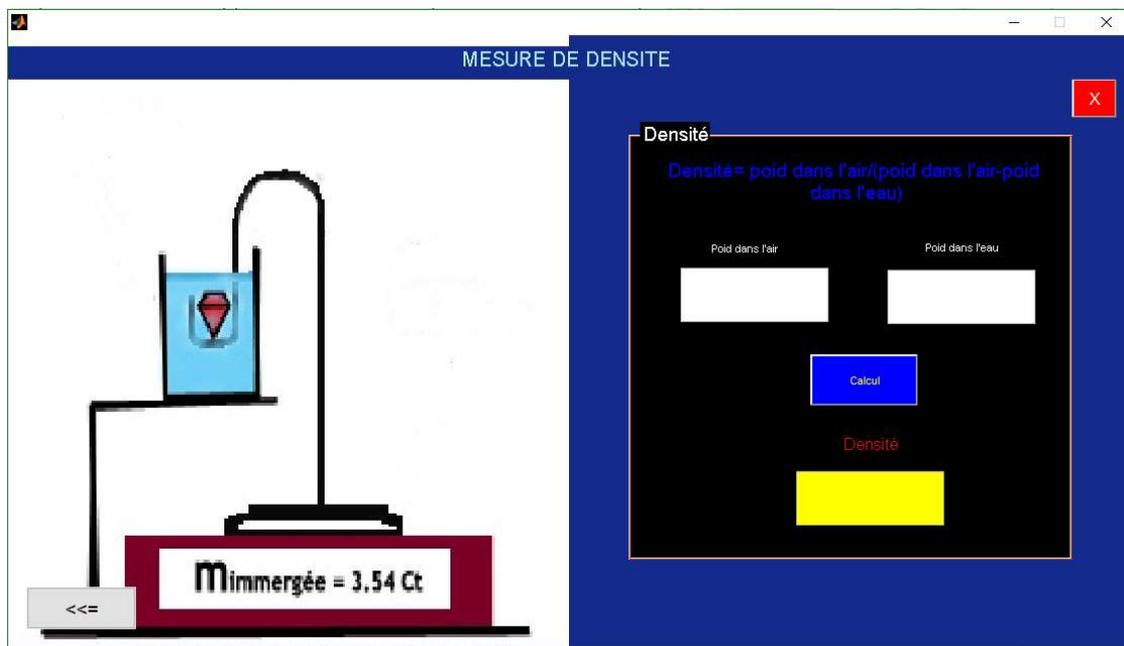


Figure 49. Interface de la liste des programmes

### II.2.1. Bouton Mesure de densité

Ce programme nous aide rapidement à calculer le poids spécifique des pierres gemmes au laboratoire. Pour entrer dans ce programme, on clique une seule fois sur « mesure de densité » et après on a l'interface de mesure de densité qui se présente comme suit :



**Figure 50.** Interface pour la mesure de la densité

La manipulation va être réalisée à partir d'une balance hydrostatique et les étapes pour l'obtention de la valeur finale de la densité vont se faire comme suit :

- Mesurer d'abord le poids dans l'eau et dans l'air de l'échantillon ;
- Puis, consulter le programme qui permet de calculer la densité et entrer la valeur du poids de la gemme dans l'air ainsi que la valeur du poids dans l'eau dans la case de l'interface correspondante.
- Enfin, cliquer le bouton « calcul » pour avoir la valeur de la densité.

Pour retourner à l'accueil, il suffit de cliquer sur le bouton retour « <<= ».

### **II.2.2. Bouton Mesure de la masse des gemmes**

Ce programme est utilisé pour deux raisons :

La première est pour prévoir la masse estimative de la pierre facettée en observant les pierres brutes. Et la seconde : pour mesurer la masse estimative de la pierre facettée déjà montée en bijoux.

Pour entrer dans ce programme, on clique une seule fois sur le bouton « mesure de la masse de gemme » et ensuite cette interface va s'afficher

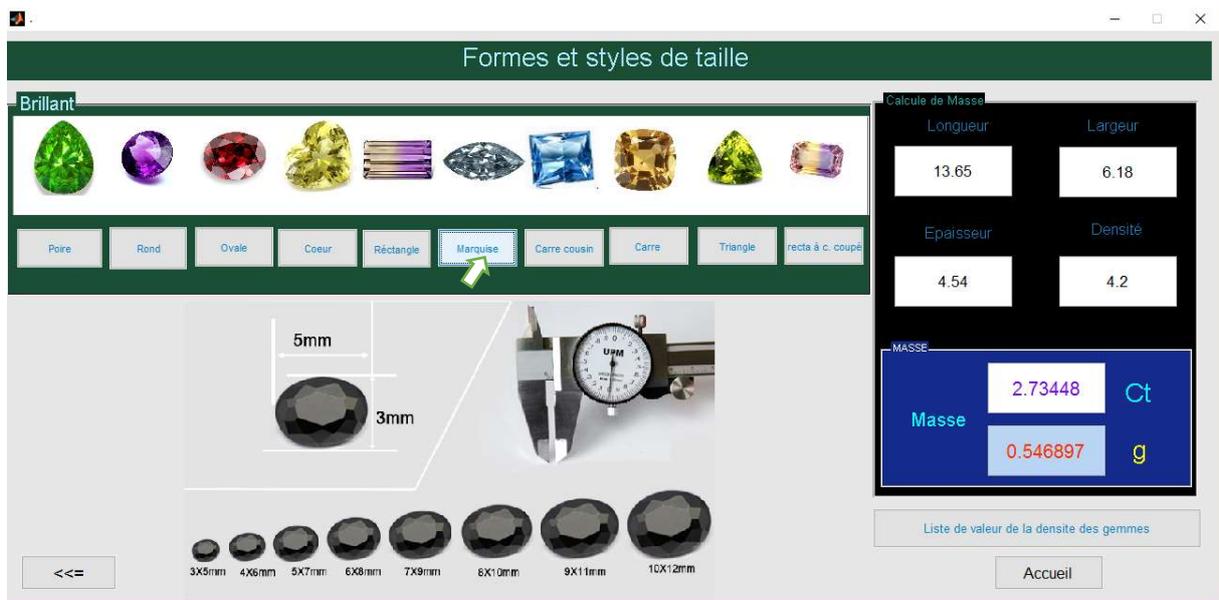


**Figure 51.** Interface du choix de la mesure de la masse

Après avoir observé le style (gradin et brillant) et la nature (diamant, tourmaline, rubis, saphir, apatite,...) de la gemme; on clique sur l'une des trois boutons sur l'interface correspondant aux caractéristiques de cette dernière.

Exemple, si nous choisissons le bouton « brillant » pour l'illustration, alors une autre interface s'affichera par la suite. En effet, nous allons prendre un micromètre pour mesurer la longueur, la largeur et l'épaisseur de la gemme ; mettre dans la case la valeur de chaque mesure qui correspond à l'indication dans l'interface. Pour la densité, cliquer sur le bouton « Liste de valeur de la densité de gemme » dans la partie droite en bas. En considérant la valeur correspondante au nom de notre gemme, il faut l'insérer dans la case de densité.

Pour le calcul de la masse, on clique sur le bouton qui indique la forme de gemme (par exemple, la forme de gemme est marquise : cliquons sur le bouton marquise) et dans un instant la valeur de la masse estimée en carat et en gramme va s'afficher dans la case de résultat.



**Figure 52.** Interface de la mesure de masse de gemme taille brillante

Afin de faciliter la compression de ces formules dans le programme qui mesure la masse estimative de la pierre facettée, taillée par la technique de taille Américaine, nous les avons illustrées dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 12.** Formule de calcul de masse estimatif de gemme facettée taille Brillant [4]

Forme de taille	Brillant	Image
Poire	$L * I * E * d * 0.0020$	
rond	$D^2 * E * d * 0.0020$	
Ovale	$L * I * E * d * 0.0021$	
Cœur	$L * I * E * d * 0.00195$	
Rectangle	$L * I * E * d * 0.0029$	
Marquise	$L * I * E * d * 0.0019$	
Rectangle coin coupé	$L * I * E * d * 0.0026$	
Carré coin coupé	$L * I * E * d * 0.00235$	

Carré coussin	$L * I * E * d * 0.0018$	
triangle	$L * I * E * d * 0.0018$	

**Tableau 13.** Formule de calcul de masse estimatif de gemme taillée à Gradin [4]

Formes	Formules	Images
Rectangle coin coupé	$L * I * E * d * 0.0027$	
Rectangle	$L * I * E * d * 0.0030$	
Carré coin coupé	$L * I * E * d * 0.0023$	
Triangle	$L * I * E * d * 0.0019$	
Triangle coin coupé	$L * I * E * d * 0.00210$	
Pentagonal	$L * I * E * d * 0.0018$	
Hexagonal	$L * I * E * d * 0.0022$	
Hexagonal long	$L * I * E * d * 0.00235$	
Hexagonal large	$L * I * E * d * 0.00190$	
Octogonal	$L * I * E * d * 0.0020$	
Octogonal large	$L * I * E * d * 0.0019$	
Cerf-volant	$L * I * E * d * 0.0028$	
Cerf-volant large	$L * I * E * d * 0.00135$	

Losange	$L * I * E * d * 0.0014$	
Profil de diamant	$L * I * E * d * 0.0017$	
Triangle coin coupé	$L * I * E * d * 0.0015$	
Tête de veau	$L * I * E * d * 0.0028$	
Trapèze	$L * I * E * d * 0.0024$	
Trapèze pentagonal	$L * I * E * d * 0.0023$	
Epaulette	$L * I * E * d * 0.0022$	
Bouclier	$L * I * E * d * 0.0021$	
Balle	$L * I * E * d * 0.0024$	
Fenêtre	$L * I * E * d * 0.0029$	
Sifflet	$L * I * E * d * 0.00225$	
Parallélogramme	$L * I * E * d * 0.0030$	
Ventilateur	$L * I * E * d * 0.00155$	
Triangle une face arrondie	$L * I * E * d * 0.0015$	

**Tableau 14.** Calcul de masse estimatif de diamant [12]

Forme et style de taille	Formule
Rond, brillant	$L * I * E * d * 0.0061$
Ovale, brillant	$((L+I)/2)^2 * E * d * 0.0062$
Cœur, brillant	$L * I * E * d * 0.0059$
Baguette	$L * I * E * d * 0.00915$
Taille émeraude	$L * I * E * d * \text{facteur de correction}$
Marquise	$L * I * E * d * \text{facteur de correction}$
Poire	$L * I * E * d * \text{facteur de correction}$

**Tableau 15.** Facteur de correction pour le diamant [12]

Rapport L/I	Marquise	Poire	Taille émeraude
1.0 :1.0	0.0057	0.0062	0.008
1.5 :1.0	0.0058	0.0060	0.009
2.0 :1.0	0.0059	0.0059	0.010
2.5 :1.0	0.0060	0.0058	0.011

Pour retourner au menu principal on clique sur le bouton « accueil » et pour le retour au style de taille, on clique sur « <<= ».

### **II.2.3. Bouton identification de gemme facettée**

Ce programme est un guide d'identification de gemme à l'aide d'utilisation de divers appareils. Le but est d'aider le gemmologue ou les connaisseurs à identifier rapidement la gemme sans utiliser de support de formation comme les livres, les revues, les magazines,... etc.

Les matériels d'identification les plus utilisés sont :

- Polariscope
- Spectroscope
- Refractomètre
- Balance hydrostatique
- Microscope

Pour ouvrir l'interface de processus d'identification, cliquer sur le bouton « identification des gemmes », et elle nous guide dans l'utilisation des appareils et l'exploitation

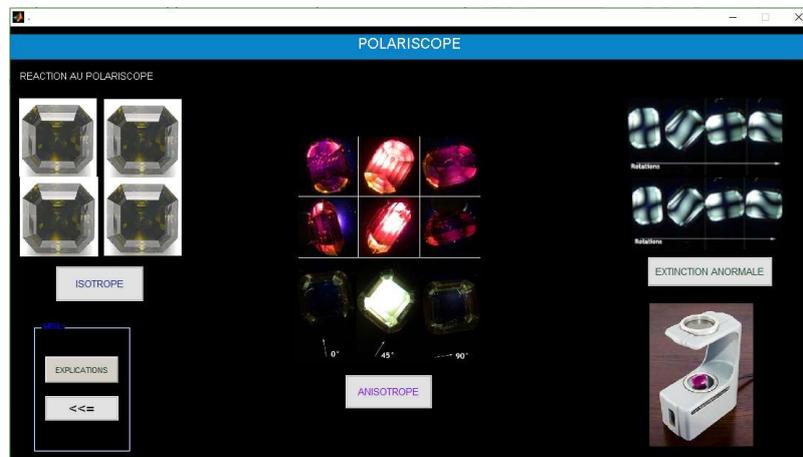
de données reçues. Pour avoir des éléments qui aident dans la décision de l'identité des gemmes et arriver dans le but d'avoir son nom et ses caractéristiques.

La première interface qui va s'afficher est l'interface de guide d'utilisation du polariscope qui nous aide à connaître le groupe de gemme.



**Figure 53.** Interface d'identification de gemme facettée

En cliquant sur le bouton « Réaction au polariscope », l'interface de groupe de gemme va apparaître tout en indiquant les trois réactions de gemme facettée en polariscope



**Figure 54.** Interface de réaction de gemme au polariscope

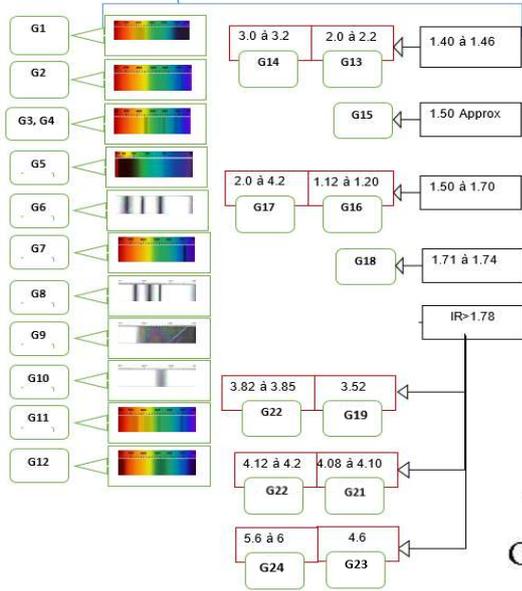
Après avoir connu le résultat du test de signe optique (isotrope, anisotrope, extinction anormale) des matériaux gemmes au polariscope ; nous devons suivre ces guides pour savoir l'identité de gemme, tout en se référant à l'organigramme ci-après :

**Figure 55.** Organigramme de guide d'identification des gemmes

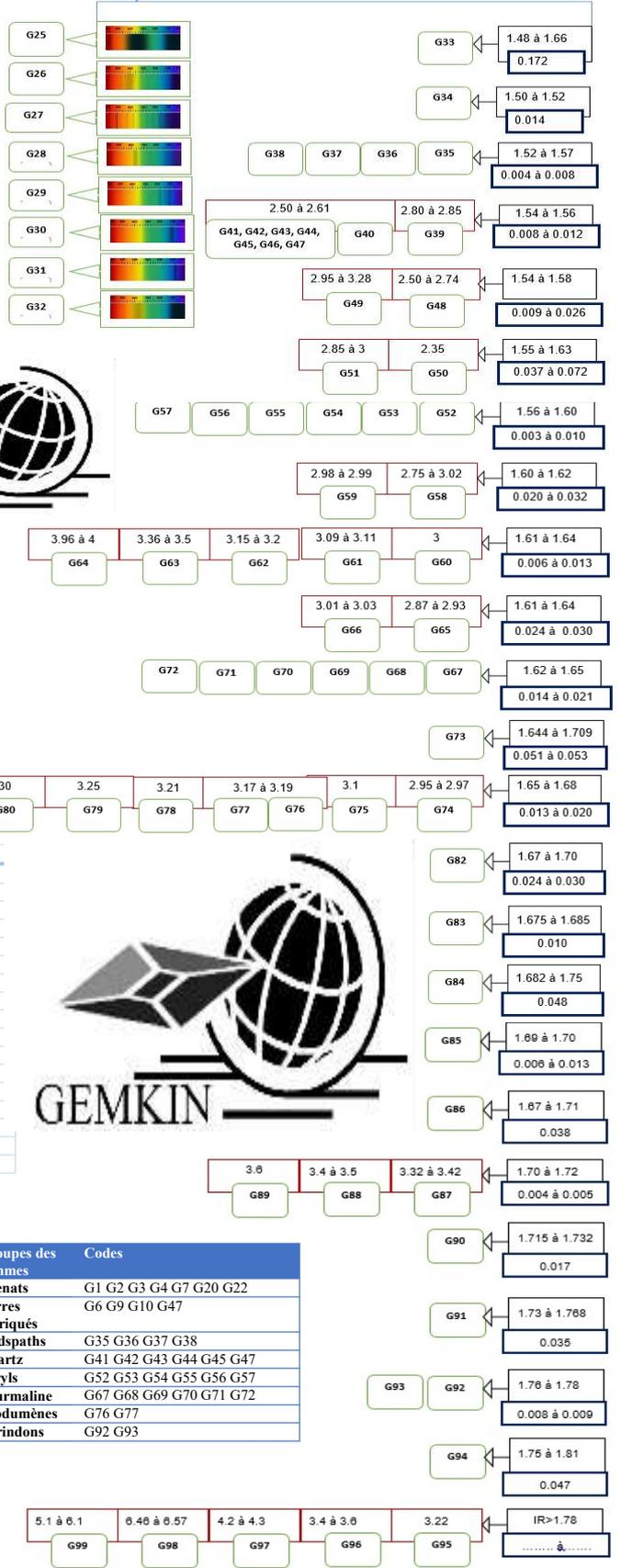
# Guide d'identification des gemmes facettées

## Echantillons

### Isotropes



### Anisotropes



N°	Noms des gemmes	
G1	Tsavorite	G31 Chrysobéryl
G2	Hessonite	G32 Alexandrite
G3	Almandin Pyrope	G33 Calcéite
G4	Rhodolite	G34 Pétalite
G5	Spinelles rouge synth.	G35 Orthose
G6	Verre bleu	G36 Pierre de lune
G7	Démantoïde	G37 Pierre de soleil
G8	Spinelles bleu synth.	G38 Amazonite
G9	Verre Rouge	G39 Beryllonite

G10	Verre Rubis	G40	Iolite	G61	Pezzottaite	G82	Diopside
G11	Spynelle bleu	G41	Quartz rose	G62	Andalousite	G83	Axinite
G12	Spynelle rouge	G42	Quartz fumé	G63	Topaze	G84	Diaspore
G13	Opale précieux	G43	Citrine	G64	Célestite	G85	Tanzanite
G14	Fluorite	G44	Améthiste	G65	Préhnite	G86	Sinhalite
G15	Verre Naturel	G45	Améthrine	G66	Amblygonite	G87	Vésuvianite
G16	Plastique	G46	Prasiolite	G67	Rubellite	G88	Saphirine
G17	Verre fabriqué	G47	Crystal de roche	G68	Verdelite	G89	Taaféite
G18	Spinelles	G48	Scapolite	G69	Achroïte	G90	Disthène
G19	Diamant	G49	Ekanite	G70	Indigolite	G91	Epidote
G20	Démantoïde	G50	Hambérgite	G71	Dravite	G92	Rubis
G21	Sphalérite	G51	Grandidierite	G72	Polychrome	G93	Saphir
G22	Spéssartite	G52	Goshénite	G73	Diophtase	G94	Bénitoïte
G23	YAG	G53	Bixbite	G74	Phénacite	G95	Moissanite
G24	CZ	G54	Aigue marine	G75	Euclase	G96	Spène
G25	Rubis	G55	Héliodore	G76	Hiddénite	G97	Rutile
G26	Émeraude	G56	Morganite	G77	Kunzite	G98	Cérusite
G27	Zircon	G57	Émeraude	G78	Clinohumite	G99	Sheelite
G28	Apatite	G58	Herdérite	G79	Sillimanite		
G29	Péridot	G59	Brazillianite	G80	Enstatite		
G30	Saphir bleu	G60	Danburite	G81	Kornerupine		

	Types	Images des inclusions typiques	
Gemmes synthétiques	Verneuil		
	Hydrothermal		
Gemmes naturelles	Traités		
	Non traités		

Groupes des gemmes	Codes
Grenats	G1 G2 G3 G4 G7 G20 G22
Verres fabriqués	G6 G9 G10 G47
Feldspaths	G35 G36 G37 G38
Quartz	G41 G42 G43 G44 G45 G47
Béryls	G52 G53 G54 G55 G56 G57
Tourmaline	G67 G68 G69 G70 G71 G72
Spodumènes	G76 G77
Corindons	G92 G93

### II.2.3.1. Isotropes

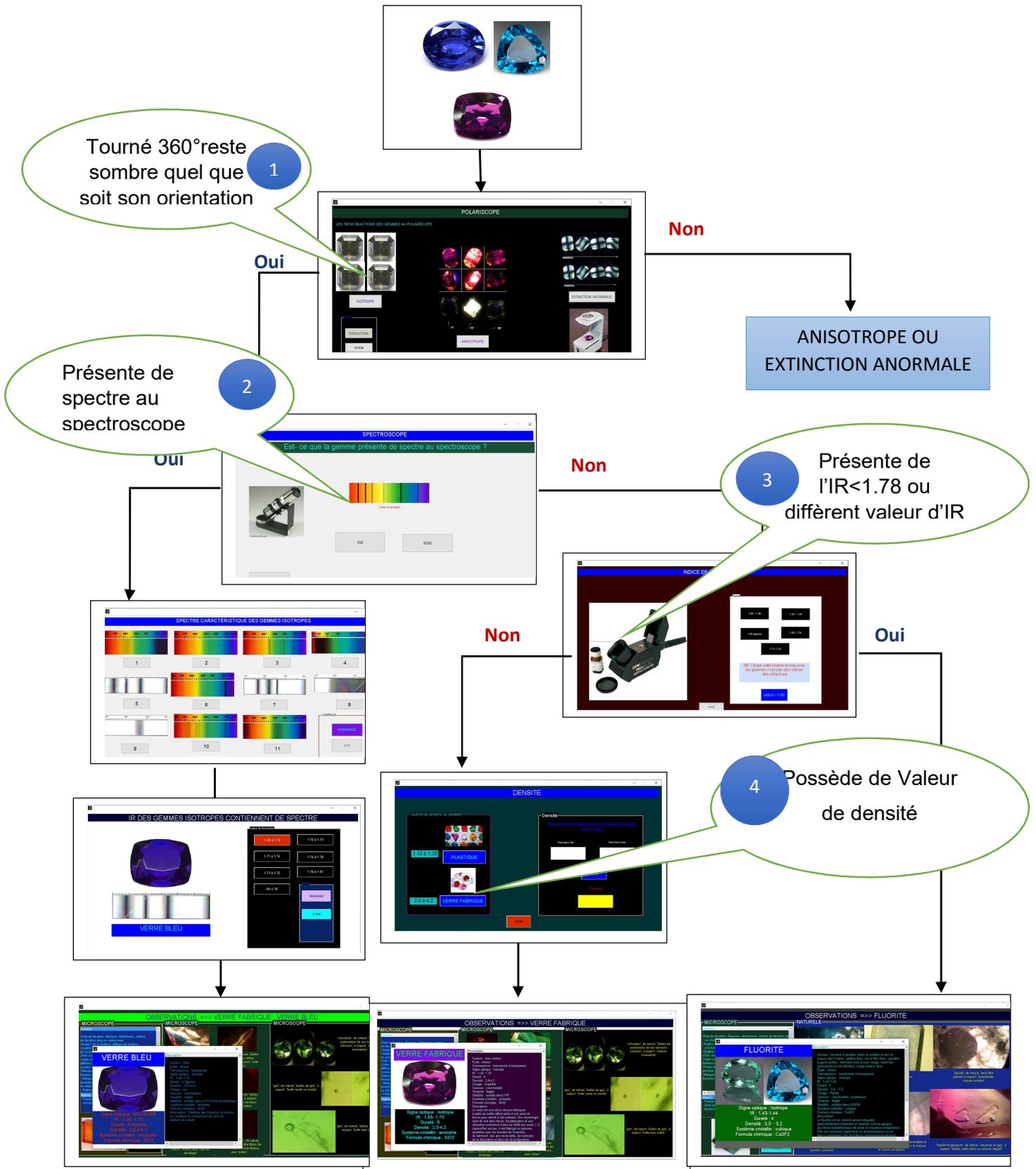
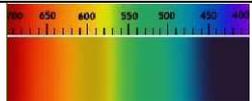
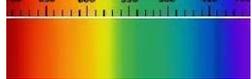
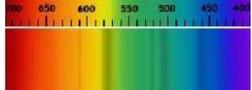
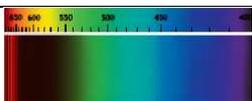
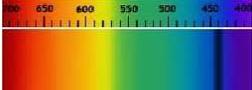
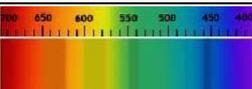


Figure 56. Organigramme de guide d'identification de gemme isotrope

Pour connaître l'identité des gemmes isotropes possédant un spectre typique, il faut vérifier les indications dans le tableau suivant.

**Tableau 16.** Identification de gemme isotrope présentant de spectre

Spectre	IR	Groupe de gemme	Nom de gemme
	1.73 à 1.75	Grenat grossulaire	Tsavorite
	1.73 à 1.75		Hessonite
	1.76 à 1.81	Grenat	Almandin,
	1.74 à 1.76		pyrope, Rhodolite
	1.72 à 1.73	Spinnelle synthétique	Spinnelle rouge synthétique
	1.50 à 1.70	Verre	Verre bleu
	IR>1.78	Grenat	Démantoïde
	1.72 à 1.73	Spinnelle synthétique	Spinnelle bleu synthétique
	1.50 à 1.70	Verre	Verre rouge
	1.50 à 1.70		Verre rubis
	1.71 à 1.74	Spinnelle naturel	Spinnelle bleu
	1.71 à 1.74		Spinnelle rouge

Si les gemmes isotropes n'ont pas de spectre, on passe aux conditions « 3 » et « 4 » pour la recherche de la valeur de l'indice de réfraction (IR) et la valeur de la densité. Voici un tableau qui montre la valeur d'indice de réfraction :

**Tableau 17.** L'indice de réfraction et la densité de gemme isotrope

Indice de réfraction	Densité	Nom de la gemme
1.40 à 1.46	2.0 à 2.2	Opale précieuse
	3.0 à 3.2	Fluorite
1.50 Approx	2.4	Verre naturel
1.50 à 1.70	1.12 à 1.20	Plastique
	2.0 à 4.2	Verre fabrique
1.71 à 1.74	3.58 à 3.61	Spinnelle
IR>1.78	3.52	Diamant
	3.82 à 3.85	Grenat Démantoïde
	4.08 à 4.10	Sphalérite
	4.12 à 4.2	Grenat spéssartite
	4.6	YAG
	5.6 à 6	Cubique zirconia

### II.2.3.2. Anisotropes

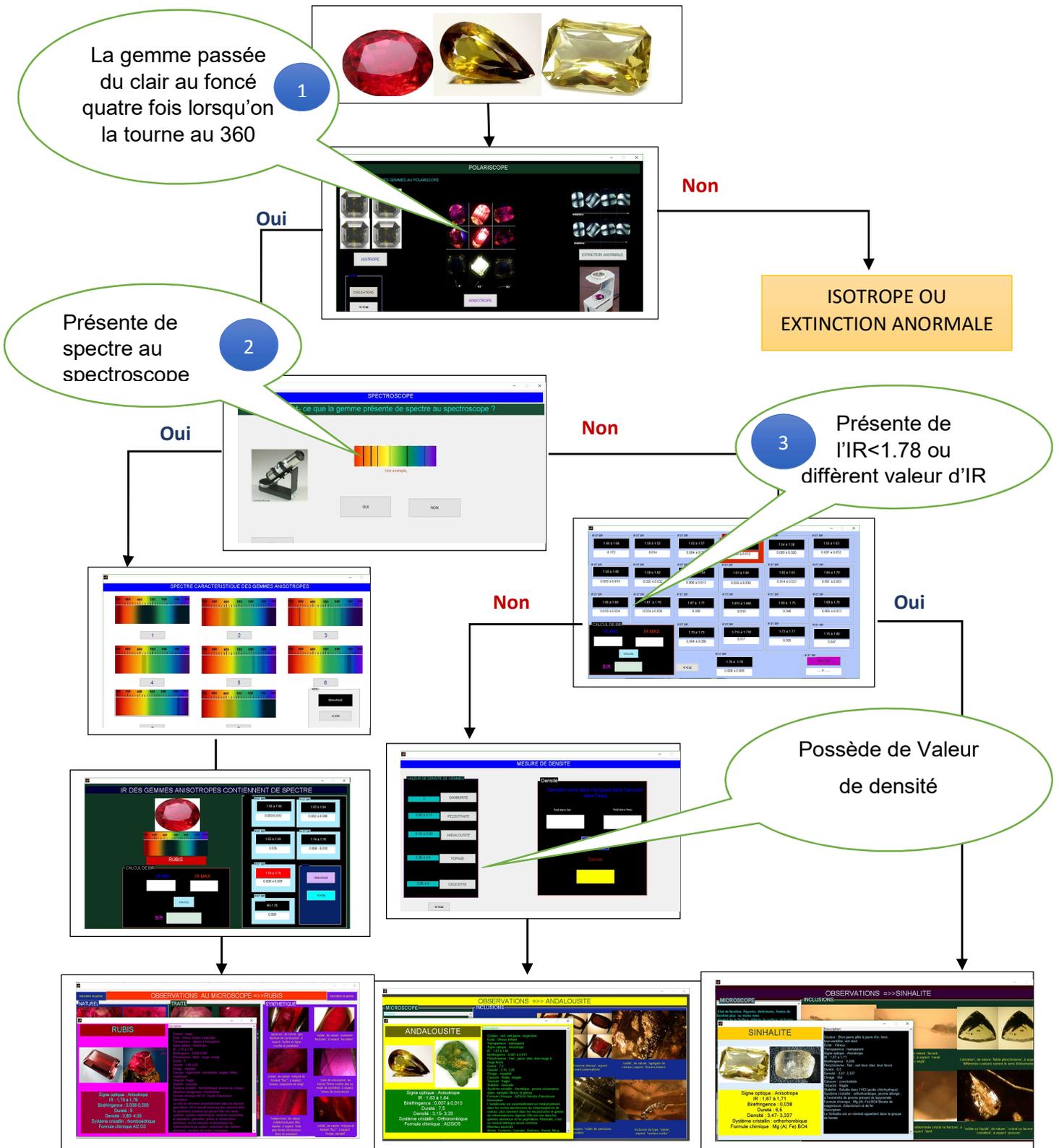
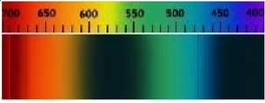
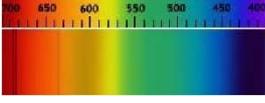
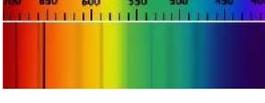
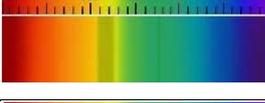
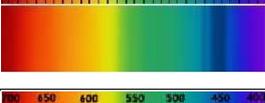
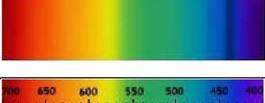


Figure 57. Organigramme de guide d'identification de gemme Anisotrope

Pour connaître les gemmes anisotropes représentant des spectres au spectroscope, joindre l'indication dans le tableau suivant :

**Tableau 18.** Matériaux gemmes anisotropes présentant de spectre

Spectre	Indice de réfraction	Biréfringence	Groupe	Nom de la gemme
	1.76 à 1.78	0.008 à 0.009	Corindon	Rubis
	1.56 à 1.60	0.003 à 0.010	Béryl	Emeraude
	IR>1.78	0.59		Zircon
	1.63 à 1.64	0.002 à 0.006		Apatite
	1.65 à 1.69	0.36		Péridot
	1.76 à 1.78	0.008 à 0.009	Corindon	Saphir bleu
	1.74 à 1.76	0.008 à 0.010	Chrysobéryls	Jaune
	1.74 à 1.76	0.008 à 0.010		Alexandrite

Si la gemme anisotrope ne présente pas de spectres voici un autre tableau qui montre la valeur de l'indice de réfraction

**Tableau 19.** L'IR et la densité de gemme anisotrope sans spectres

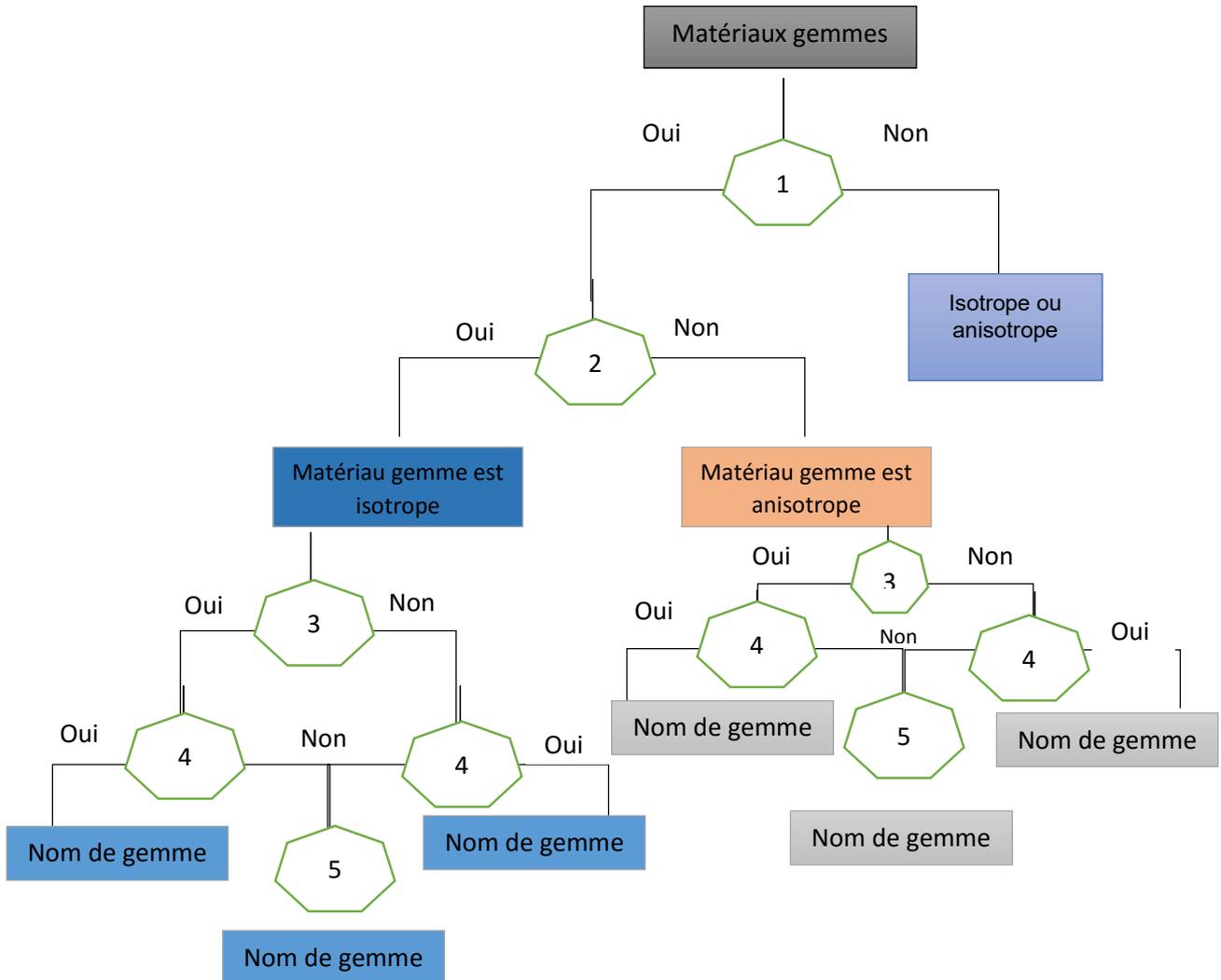
Indice de réfraction	Biréfringence	Densité	Groupe de gemme	Couleur	Nom de gemme
1.48 à 1.66	0.172	2.58 à 2.75		Incolore, blanche, jaune,	Calcite
1.50 à 1.52	0.014	2.4		Incolore, rose	Pétalite
1.52 à 1.57	0.004 à 0.008	2.56 à 2.75	Feldspath	Rose,	Orthose
				Incolore - Blue	Pierre de lune
				Rouge orangé	Pierre de soleil
				Verte	Amazonite
1.54 à 1.56	0.008 à 0.012	2.50 à 2.61	Quartz	Incolore	Cristal de roche
				Rose	Quartz rose
				Noir-gris	Quartz fumé
				Jaune-orangé	Citrine
				Violet	Améthyste
				Multicolore	Ametrine
		Vert	Prasiolite		
		2.80 à 2.85	Cordiérite	Bleue	Iolite
1.54 à 1.58	0.009 à 0.026	2.50 à 2.74		Jaune, rose, violet, incolore	Scapolite
		2.95 à 3.28		Tons de vert, jaune vert, brin	Ekanite
1.55 à 1.63	0.037 à 0.072	2.35		Incolore, blanche jaunâtre	Hambergite
		2.85 à 3		Vert émeraude	Grandidierite
1.56 à 1.60	0.003 à 0.010	2.65 à 2.80	Béryls	Incolore	Goshénite
				Rouge	Bixbite
				Bleu	Aigue marine
				Jaune	Héliodore
				Rose	Morganite

				Vert	Émeraude et ou béryl vert
1.60 à 1.62	0.020 à 0.032	2.75 à 3.02		Vert	Héridrite
		2.98 à 2.99		Jaune, jaune-vert	Brazillanite
1.61 à 1.64	0.006 à 0.013	3		Incolore, jaune, rose	Danburite
		3.09 à 3.11		Rouge framboise, orange-rose	Pezzottaite
		3.15 à 3.2		Vert, vert-jaune, rouge-brun	Andalousite
		3.36 à 3.5		Bleu, incolore, jaune, brun orange,	Topaze
		3.96 à 4		Bleu clair, incolore à blanc gris	Célestite
1.61 à 1.64	0.024 à 0.030	2.87 à 2.93		Vert jaunâtre	Préhnite
		3.01 à 3.03		Incolore à jaune d'or	Amblygonite
1.62 à 1.65	0.014 à 0.021	3.0 à 3.1	Tourmaline	Rouge, rose	Rubellite
				Vert	Verdelite
				Incolore	Achroïte
				Bleu	Indigolite
				Jaune orangé	Dravite
Multicolore	Polychrome				
1.644 à 1.709	0.051 à 0.053	2.28 à 2.33		Vert émeraude, vert foncé	Dioptase
1.65 à 1.68	0.013 à 0.020	2.95 à 2.97		Incolore, jaune pâle, rose	Phénacite
		3.1		Incolore, vert, bleu clair	Euclase
		3.17 à 3.19	Spodumène	Vert à incolore	Hiddénite
				Incolore à Rose	Kunzite
		3.21		Orange et rouge profond	Clinohumite
3.25		Blanc gris avec des nuances rosées	Sillimanite		

		3.30		Blanc gris à blanc jaunâtre	Enstatite
		3.96 à 4.0		Vert, brun-vert	Kornerupine
1.67 à 1.70	0.024 à 0.030	3.26 à 3.32		Vert	Diopside
1.675 à 1.685	0.010	3.27 à 3.29		Brun caramel, violet	Axinite
1.682 à 1.75	0.048	3.39		Incolore à blanc parfois jaunâtre	Diaspore
1.69 à 1.70	0.006 à 0.013	3.15 à 3.38		Bleu – violet	Tanzanite
1.67 à 1.71	0.038	3.33 à 3.47		Brun jaune pâle, jaune d'or	Sinhalite
1.70 à 1.72	0.004 à 0.005	3.32 à 3.42		Vert olive, brun-jaune	Vésuvianite
		3.4 à 3.5		Bleu clair, bleu verdâtre, bleu foncé	Saphirine
		3.6		Violet, violet verdâtre, rouge, vert	Taafféite
1.715 à 1.732	0.017	3.65 à 3.69		Incolore à Bleu, vert bleu	Disthène
1.73 à 1.768	0.035	3.4		Tons vert et de brun	Epidote
1.76 à 1.78	0.008 à 0.009	3.8 à 4.05	Corindon	Rouge	Rubis
				Autres	Saphir
1.75 à 1.81	0.047	3.65 à 3.68		Blue clair, bleu foncé	Bénoïte
IR>1.78	0.043	3.22		Incolore, Vert, rose	Moissanite synthétique
	0.105 à 0.135	3.4 à 3.6		Brun jaune, brun vert, brun rouge	Sphène
	0.287	4.2 à 4.3			Rutile
	0.274	6.46 à 6.57			Cérusite
	0.012	5.1 à 6.1			Scheelite

### II.2.3.3. Extinctions anormales

Voici un organigramme qui nous aide à comprendre le processus d'identification de gemme qui présente une extinction anormale



**Figure 58.** Organigramme de guide d'identification de gemme à extinction anormale

CONDITIONS :

1. La pierre présente un phénomène d'extinction anormale à chaque étape de rotation
2. La gemme présente un seul indice de réfraction ou  $IR > 1.78$
3. La gemme présente de spectre au spectroscopie
4. La gemme présente une  $IR < 1.78$
5. Possède une valeur de densité

Après avoir suivi la condition « 1 », prendre le refractomètre pour vérifier le nombre d'indice de réfraction (une IR ou double IR) ; si vous voyez que les matériaux présentent un seul indice de réfraction (condition « 2 »), la gemme est isotrope (voir le processus d'identification pour son identité). Pour le cas contraire, la gemme est anisotrope (voir aussi le processus d'identification pour son identité).

#### II.2.3.4. Exemples d'application

Nous procédons à l'illustration de l'identification de ces trois gemmes de couleur verte.



**Figure 59.** a) gemme dans la fiche n° : 01, b) fiche n° : 02, et c) fiche n° : 03

##### a. fiche N° : 01

Numéro de l'échantillon : 606

Couleur : Vert

Eclat : vitreux brillant

Transparence : transparent

Forme et style de taille : Ovale taille en mixte

Signe optique au polariscope : Isotropes

Spectre :



IR : >1.78

Bir : pas de biréfringence

Densité : 3.82

Observation au microscope :

Inclusion solide en forme de queue de cheval

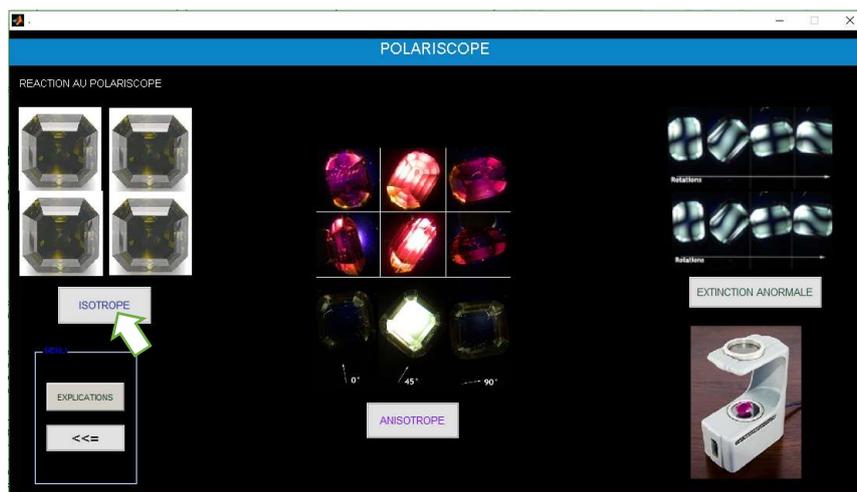
Nom de gemme : ???

L'objectif est de déterminer la nature de gemme à partir de cette fiche d'identification. Alors pour entrer dans le programme d'identification, on ouvre l'interface de programme et on clique sur le bouton « IDENTIFICATIONS DES GEMMES ». Ensuite, nous entrons à l'interface de processus de détermination de la nature de la gemme facettée en commençant par l'observation de la réaction de gemme au polariscope (signe optique)



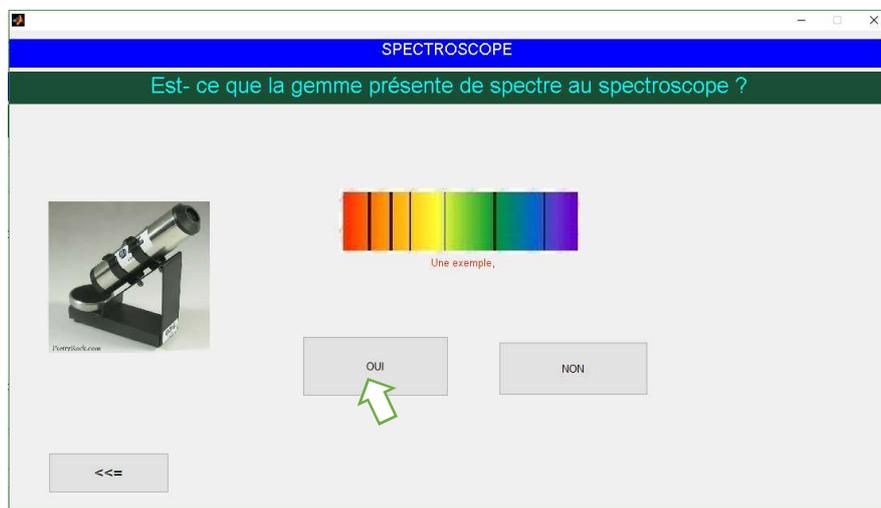
**Figure 60.** Interface d'identification de gemme

Après, cliquer sur le bouton de réaction de gemme au polariscope,



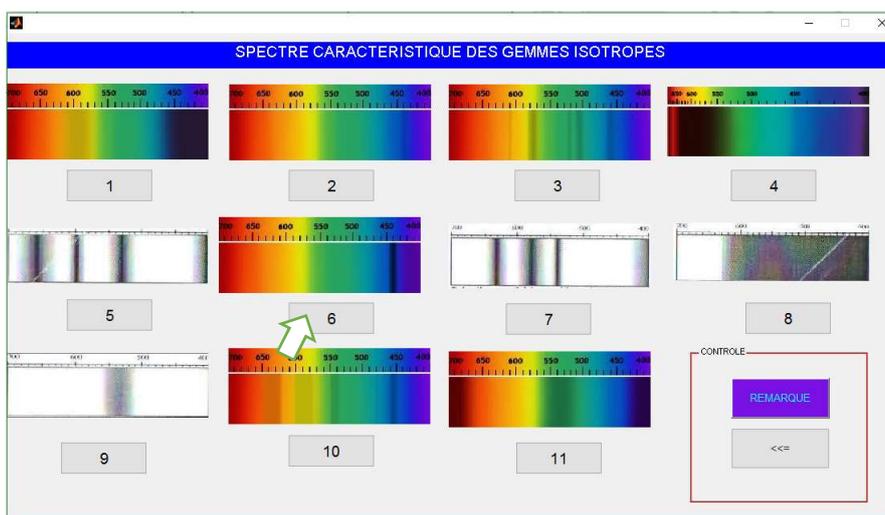
**Figure 61.** L'interface de réaction au polariscope

L'échantillon dans la fiche n° :01 est isotrope d'après l'observation au polariscope c'est-à-dire la pierre gemme tournée à 360° reste sombre au polariscope quelle que soit son orientation. Pour la continuation du chemin de l'identification on clique sur le bouton « isotrope » et une autre interface va s'afficher pour nous indiquer si la gemme présente de spectre ou non au spectroscope.



**Figure 62.** L'interface de réaction au spectroscope

Notre échantillon test contient de spectre alors on clique sur le bouton « OUI » pour voir le type de spectre typique de cet échantillon.



**Figure 63.** Interface de spectre typique des gemmes isotropes

Pendant l'observation, on a découvert que la gemme contient un spectre similaire au spectre du numéro 6 ; alors on doit cliquer sur ce bouton pour connaître l'identité de cette gemme et aussi entrer dans l'interface de valeur de l'IR.

L'IR de notre échantillon est supérieur à l'IR du liquide de contact c'est-à-dire supérieur à 1.78. Dans cette l'interface, ces valeurs sont déjà colorées en rouge pour nous montrer que c'est la valeur de l'IR de grenat démantoïde. Mais pour entrer à l'interface des inclusions typiques de cette échantillon observant au microscope, on clique sur le bouton « IR>1.78 »

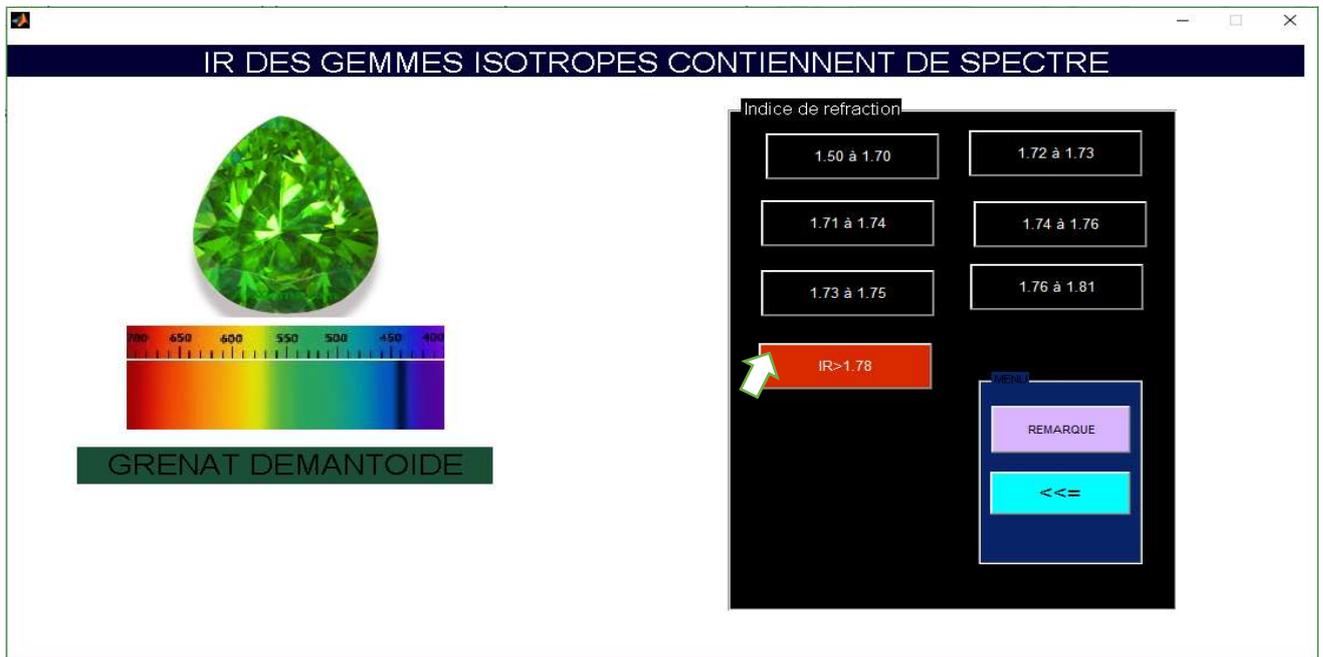
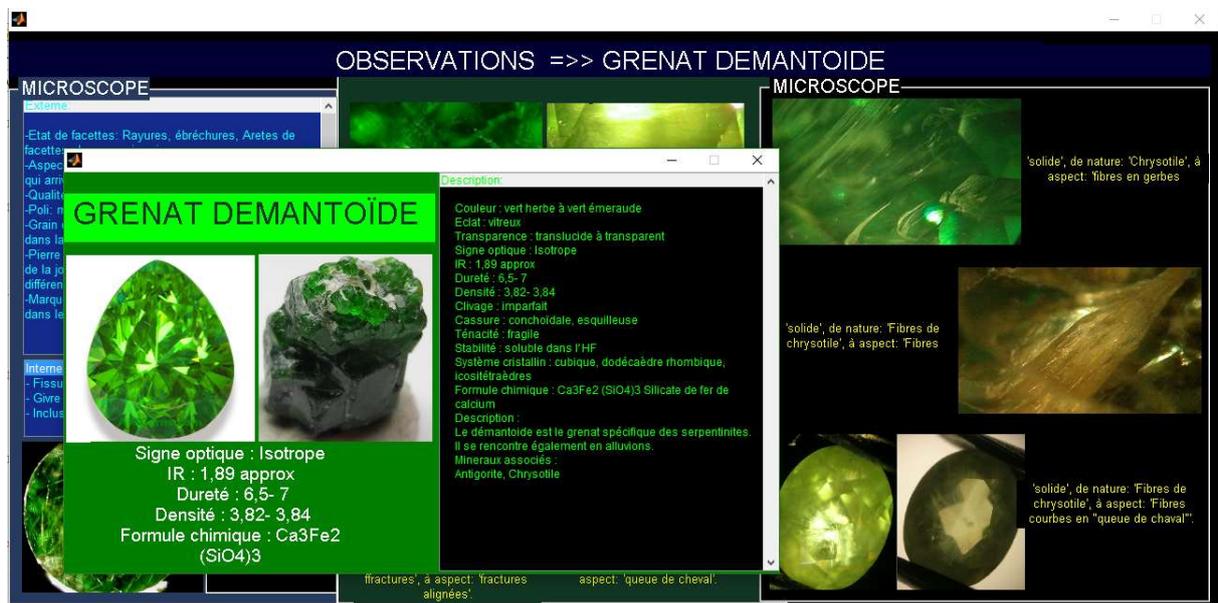


Figure 64. Interface d'IR des gemmes isotropes contenant de spectre



Figure 65. L'interface des inclusions typiques de grenat démantoïde

Cette étape de programme final nous montre sans doute l'identité de l'échantillon N°= 0606 dans la fiche n°1. Pour connaître les caractéristiques générales de ce matériau, on clique sur le bouton « description de gemme ».



**Figure 66.** L'interface de description de grenat démantoïde

La gemme appartient à la famille de grenat portant le nom : **Grenat démantoïde.**

Cliquer sur le signe croix pour fermer la description de gemme et on clique sur le « plan d'accueil » pour retourner au menu principal.

### b. Fiche n° : 2

Numéro de l'échantillon : 3418

Couleur : Vert foncé

Eclat : vitreux brillant

Transparence : transparent

Forme et style de taille : rectangle taille en mixte

Signe optique au polariscope : Anisotrope

Spectre :

R V

Pas de spectre

IR : 1.620 -1.641

Bir : 0.021

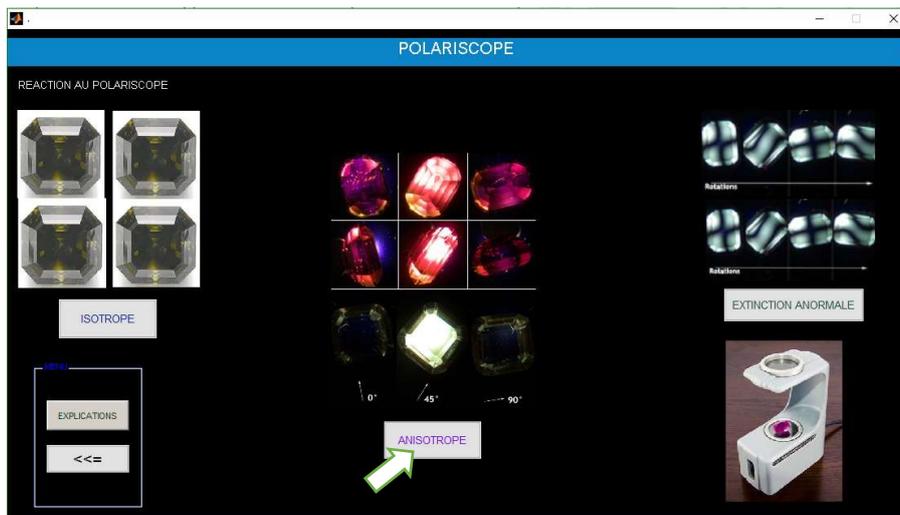
Densité : 3.09

Observation au microscope :

Givre de guérison et de cristaux indéterminé

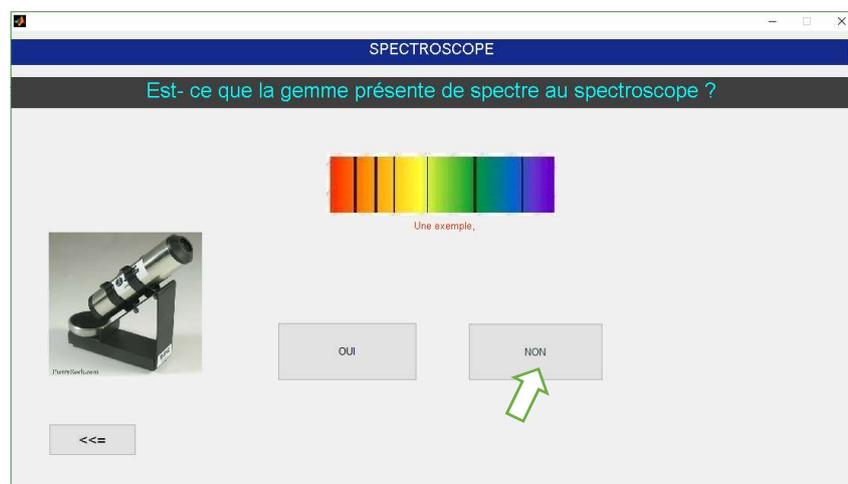
Nom de gemme : ???

Après avoir ouvert le menu principal, on clique sur le bouton « identification de gemme » pour entrer dans le programme d'identification. Et ensuite, on clique sur le bouton de « réaction au polariscope ». D'après le résultat du test au polariscope, on découvre que la gemme est anisotrope ; et on clique sur le bouton pour suivre la démarche d'identification de gemme.



**Figure 67.** L'interface de réaction au polariscope de gemme anisotrope

Puis, on fait le test au spectroscope et on remarque que notre échantillon ne présente pas de spectre alors on clique sur le bouton « NON »



**Figure 68.** L'interface des réactions au spectroscope des gemmes anisotropes

L'interface suivante montre la valeur de l'IR, nous allons mettre dans la case la valeur de l'IR Min et IR Max de l'échantillon et le bouton « calcul » calcule la différence de valeur donnant la biréfringence. Après cela, nous vérifierons avec différentes valeurs d'IR semblables à notre cas.



Figure 69. L'interface de valeur de l'IR de gemme anisotrope

L'échantillon appartient à la famille de tourmaline, elle est de couleur verte, alors on clique sur le bouton vert pour la vérification au microscope de la propriété extérieure ainsi que la propriété intérieure de la gemme.



Figure 70. L'interface de famille de Tourmaline



**Figure 71.** L'interface des inclusions dans le Verdelite

Au microscope nous avons trouvé comme type d'inclusion de cristaux, de givre de guérissant pour notre gemme à tester. Alors, nous savons tous que notre échantillon n° :3418 dans la fiche N° :2 appartient à la famille de tourmaline portant le nom **Verdelite**

On clique sur le bouton « description de gemme » pour la description et le bouton « plan d'accueil » pour retourner au menu principal.

### c. Fiche n° : 03

Numéro de l'échantillon : 2576

Couleur : Vert

Eclat : vitreux

Transparence : transparent

Forme et style de taille : rond taille en mixte

Signe optique au polariscope : Anisotrope

Spectre :



IR : 1.558 -1.561

Bir : 0.003

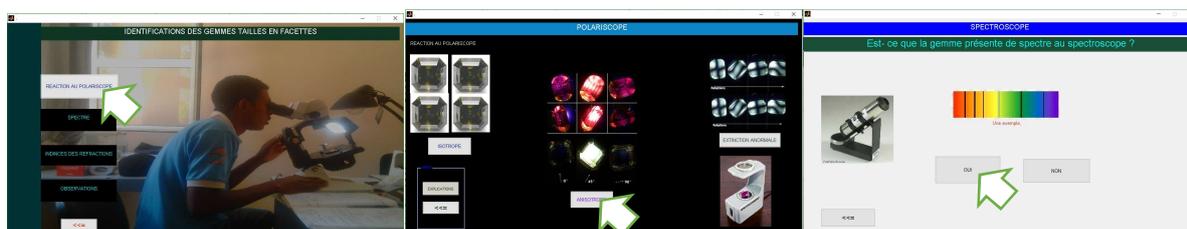
Densité : 2.652

Observation au microscope :

Résidus de fondant en forme de givre ayant comme aspect de voile, en réseau, en forme de plume ou ondulant

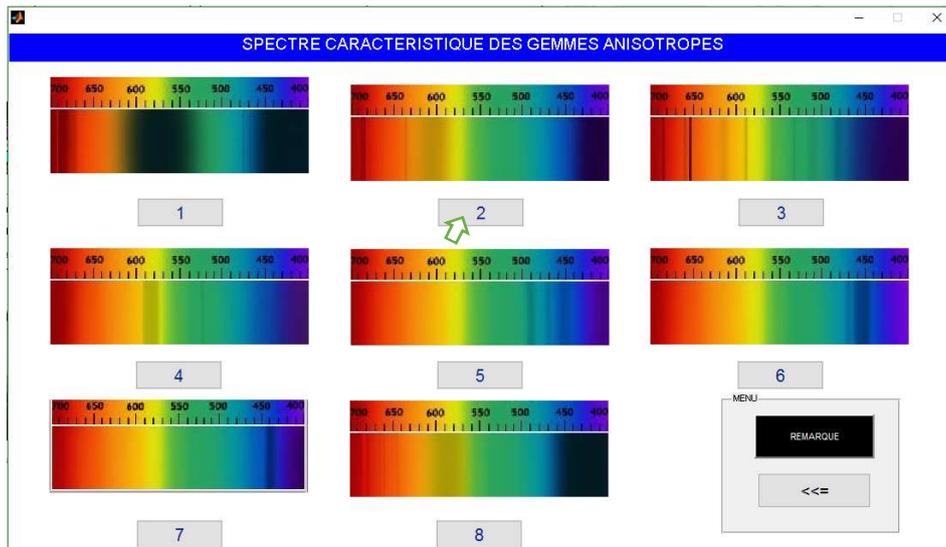
Nom de gemme : ???

Pour entrer dans le programme d'identification, on clique sur le bouton « IDENTIFICATIONS DES GEMMES ». Ensuite, une autre interface va s'afficher ;qui nous sert de guide pour l'utilisation de résultat de réaction au polariscope et au spectroscope.



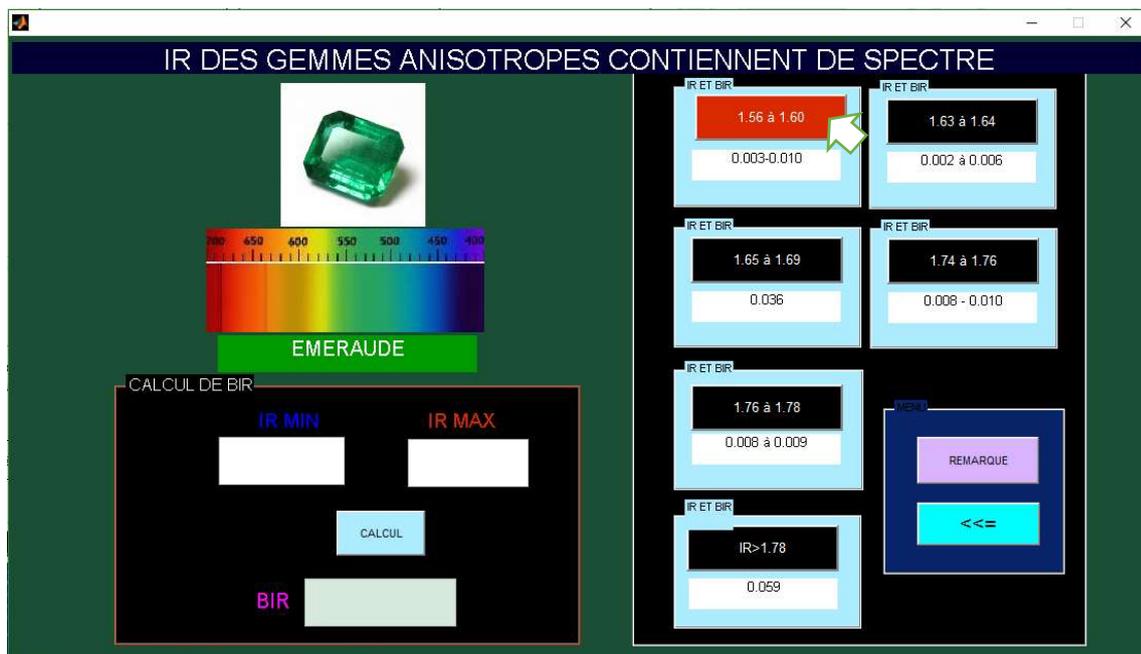
**Figure 72.** Les trois interfaces majeures de la classification des gemmes

Notre échantillon passait du clair au foncé quatre fois lorsqu'on la tourne de 360° dans la plupart des orientations, elle est anisotrope et au spectroscope, elle possède de spectre.



**Figure 73.** L'interface de gemme anisotrope présentant de spectre

On a ainsi découvert que la gemme contient de spectre similaire au spectre de numéro 2; alors on doit cliquer sur ce bouton pour connaître l'identité de cette gemme. L'interface d'indice de réfraction s'affiche après. Dans cette interface, il y a des programmes de calcul de biréfringence.



**Figure 74.** L'interface de l'IR de gemme anisotrope présentant de spectre

On utilise le refractomètre pour connaître la valeur de l'indice de réfraction. On a rencontré l'échantillon présentant deux indices de réfraction IR MIN : 1.558, IR MAX : 1.561 et la biréfringence est de 0.003. En fonction de ce résultat, on a pu vérifier l'identité de l'échantillon en cliquant sur le bouton « 1.56 à 1.60 de BIR : 0.003 à 0.010 » pour l'interface d'observation au microscope.



Figure 75. L'interface des inclusions dans les émeraudes

Dans la partie gauche, on a les inclusions de types naturelles ; dans la partie centrale de types traitées ; et dans la partie droite, de types synthétiques.

Concernant les résultats des inclusions sur notre échantillon et les autres résultats précédents, nous trouvons qu'elle appartient à la famille de bérils, portant le nom **Emeraude synthétique**.

#### II.2.4. Bouton Descriptions des gemmes

Cliquer sur le bouton « descriptions des gemmes ». Ecrire dans la case de recherche le nom de gemme qui nous intéresse et on clique sur le bouton « RECHERCHE » et le donnée concernant notre recherche va s'afficher



Figure 76. L'interface de description des gemmes

Pour la description, on donne les caractéristiques générales de la pierre gemme :

Couleur, éclat, transparence, signe optique, indice de réfraction, biréfringence, pléochroïsme, dureté, densité, clivage, cassure, ténacité, stabilité, système cristallin, formule chimique, description de l'origine, et aussi les minéraux associés.

### II.2.5. Bouton Gîtes des gemmes à Madagascar

Pour entrer à ce programme, on clique sur le bouton « Gîte des gemmes à Madagascar »

Pour l'observation de la localisation de gîte de gemme, on clique sur le bouton le nom de la gemme en question, exemple : « béryls » et un tableau va s'afficher et va montrer sa localisation.

BERYLS DE MADAGASCAR			
Nom de gemme	Province	Commune	Reference
Béryl –aigue marine, Héliodore, Morganite	Antananarivo	Ankazobe, Betafo, Anjanavonoina, Mahaiza, Tongafeno, Sozvinandriana, Antanetibe, Sabotsy Margarivotra, Marinkofeno, Ampandratrarana, Sahatany Valley, Ibity, Marjaka, Tsilaizina, Marazary	Pezzotta(1999)
	Antsiranana	Andapa	Pezzotta (1999)
	Fianarantsoa	Ambositra, Lac Itahy, Vondrozo, Ambatovita, Abalavato, Fiadanana, Morarano Toby, Marovalo,	
	Mahajanga	Berere, Boriziny, Tsaratanana, Andriamena, Brieville	Henn e: al, (1999)
	To iara	Tolanaro, Andranondambo, Ianakafy, Kiramena, Dabo'ava, Miandrivazo, Amboasary	Pezzotta(1999)

Figure 77. L'interface de localisation de gîtes béryls à Madagascar

Cette interface des gîtes de gemmes à Madagascar contient des données de localisation des gemmes citées ci-dessous :

Emeraude, béryls, rubis, quartz, tourmaline, zircon, chrysobéryl ,spinelle, grenat, saphir, orthose, célestite, fluorite, lolite, disthène, apatite, spodumène, Sphène, opale, orthose, topaze.

## CONCLUSION

Pour conclure, nous avons élaboré un logiciel pour faciliter l'identification des gemmes en utilisant l'outil Matlab. En tous, Ils possèdent cinq programmes dépendant l'une de l'autre : le programme de mesure de la densité, le programme d'identification, le programme de mesure de la masse estimative, le programme de description et le programme de localisation de gîte des gemmes à Madagascar ; les trois premiers programmes cités précédemment nécessitent l'utilisation d'appareil de gemmologie. La mesure de la densité s'obtient seulement en connaissant la masse de la gemme à l'air et dans l'eau. Pour celui de l'identification des gemmes, elle s'obtient à partir de diverses analyses de critères hiérarchiques (signe optique, spectre, Indice de réfraction, densité, et inclusions) ; ce procédé est spécialement réservé aux pierres laissant passer la lumière et présentant une surface plane bien polie. La mesure de la masse estimative des gemmes facettées prévoit la masse de la pierre taillée d'une telle ou telle pierre brute mais aussi pour la détermination de la masse de la pierre facettée déjà montée en bijoux et ne pouvant pas se procéder qu'au style de taille Américaine. Pour la description des gemmes, cette dernière contient toutes les bases de données (couleur, éclat, transparence, signe optiques, indice de réfraction, biréfringence, pléochroïsme, dureté, densité, clivage, cassure, ténacité, stabilité, système cristallin, formule chimique, description de l'origine et les minéraux associée). Pour la localisation de gîtes à Madagascar, elle permet seulement de situer les gemmes qu'à Madagascar.

Ce logiciel nous a permis d'identifier la gemme naturelle ou synthétique, la pierre naturelle traitée ou non et les autres types de gemmes. Cette procédure permet de réduire le temps d'observation, éloigner les risques d'échec, diminuer les nombres d'appareils utilisés et de savoir ainsi identifier sans faire de mémorisation des données de gemmes. Nous avons pu également élaborer le guide d'utilisation de ce programme.

La maîtrise de ce logiciel nécessite au minimum une connaissance de base en matière de gemmologie (caractéristique physique et chimique des gemmes). Les données obtenues à partir des matériaux gemmologies, leurs manipulations ainsi que leurs utilisations sont très importants; le réfractomètre et le spectroscope sont des instruments gemmologie un peu complexe du point de vue usage.

Durant le stage de mémoire au sein de l'Institut de Gemmologie de Madagascar, nous avons testé et analysé au total 84 gemmes de différentes natures, et les résultats d'identification ont été vérifiés dans les bases de données de l'établissement. Grâce à ce logiciel, on a pu rectifier et améliorer les bases de données déjà existantes.

Actuellement ce programme n'est disponible que sur ordinateur. Il pourrait être très bénéfique par l'utilisation à main : smartphone, tablette, etc.

Pour l'extension de cet travail de recherche, que pensez-vous de la programmation d'identification de gemme brute sans surface polie, gemme opaque et toutes les gemmes taillées en style cabochon?

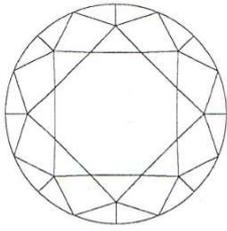
## BIBLIOGRAPHIES ET WEBGRAPHIE

- [1] ANDRIAMAMONJY, S., 2006. Les corindons associés aux roches métamorphiques du sud de Madagascar : Le gisement de saphir de Zazafotsy, Mémoire pour l'obtention du DEA en géologie appliquée, Université d'Antananarivo, p.26.
- [2] ANDRIATSITOMANARIVOMANJAKA, N., (2013 -2014) cours 4<sup>ème</sup> année Mines, utilisation de logiciel Matlab.
- [3] BATSERVE, . 2010. Installation Guide for Windows, MATLAB® & Simulink® Release 2010a p.1-29
- [4] CHARLES, I., CARMONA, G.G., 1998. Gemstone Weight Estimation. The complete handbook, p.1-21, p.389- 411.
- [5] ENGEL, N., Février 2009. Cours Gemmologie, aux élèves-apprentis bijoutiers-joailliers de l'Ecole d'Arts appliqués de Genève (Département de l'Instruction Publique de l'Etat de Genève), p.77- 111.
- [4] FERNANDES, S., juin 2003. Diploma in gem Identification, Gem testing Laboratory, course file, Part-I, p.101-141
- [6] GONTHIER, E., FRITSCH, E., PHILIPPE, M., DOMINIQUE, S., CARPENTIER, C., 2012. Gemme de l'AFG, Association Française de Gemmologie, 3<sup>e</sup>Edition, p.10- 15, p.38-267.
- [7] HATERT, F., 2013 -2014. Minéralogie Analytique, Master1 en Sciences Géologiques, Université de Liege, p.2 -7.
- [8] MARCOUX, E., DOMINIQUE L., ROCHER V., Edition 2004. Miner@lia, encyclopédie d'identification des minéraux, société de l'industrie minérale.
- [9] MOUTIER, F., Octobre 2007. Étude d'une collection de diamants Analyse – Classification – Identification, Diplôme de l'Université de Gemmologie, p.32-35
- [10] RAFENOMANANA, N., Novembre 2004. Expertise gemmologique et Technique de taille des pierres précieuses et fines, Mémoire de fin d'Etudes en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur Géologue, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, p.2-33
- [11] RAKOTONINDRAINY, 2014-2015. Cours de Gemmologie, 2<sup>e</sup> partie : les Outils de la détermination, département Mines, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, p.2-23
- [12] RAMERISON, T., DOMINIQUE, R., RAKOTOSON, E. ET RAVAOARIMALALA, F., Mars 2015. Guide Pratique des Pierres Gemmes, Support de cours de Gemmologie Pratique, l'Institut de Gemmologie de Madagascar. p.5-154

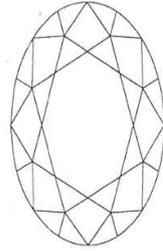
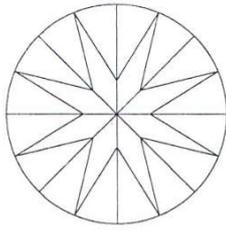
- [13] SCHUMANN, W., MUNICHE, 2007. Guide des Pierres et Minéraux, les Guides du Naturaliste, p.111-154, p.157-182,
- [14] SIGLEY, J. E., DIRLAM, D. M., LAURS, B. M., BOEHM, E.W., BOSSHART, G. ET LARSON, W. F., 2000. Gem localities of the 1990s. Gems&Gemmology, winter, vol XXXVI, p.292-335.
- [15] STANISLAS, P., juin 2010. Étude des Rubis Traités au Verre dit « Enrichi en Plomb » et Mise en Évidence des Principales Caractéristiques d'Identification, Diplôme de l'université de gemmologie, Université Claude Bernard Lyon 1, Partie 3, p. 17 – 25.
- [16] TUCKER, R.D., PETERS, S.G., ROIG, J.Y., THEVENIAUT, H., DELOR, C., 2012. Notice explicative des cartes Géologique et Métallogénique de la République de Madagascar à 1/1 000 000. Ministère des Mines, Antananarivo, République de Madagascar, p.191 -203
- [17] YASSINE A. - JEROME C. (2012) : « Manuel Matlab » p. 5-14
- [18] WALTER, S., 1976. Guide des pierres précieuses, pierre- fines, pierres ornementales, p.6-208
- [19] [Espci.fr/enseignement/download.php?e=cmi&id=78](http://Espci.fr/enseignement/download.php?e=cmi&id=78) (2015)
- [20] [fr.wikipedia.org](http://fr.wikipedia.org) (2015)
- [21] [Free-form.ch](http://Free-form.ch) (2015)
- [22] [Geminterest.com](http://Geminterest.com) (2015)
- [23] [Gemoptic.free.fr](http://Gemoptic.free.fr) (2015)
- [24] [Gemselect.com](http://Gemselect.com) (2015)
- [25] [Minerauxetgemmes.over-blog.com](http://Minerauxetgemmes.over-blog.com) (2015)

# **ANNEXES**

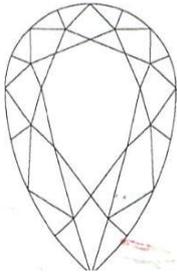
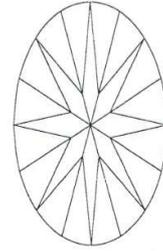
**ANNEXE I : Les formes et les styles de taille des gemmes facettées**



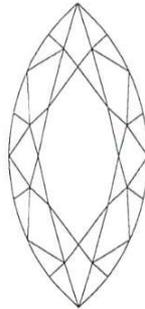
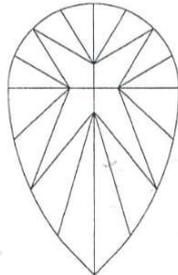
**Rond brillant**



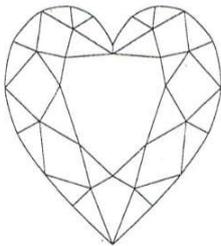
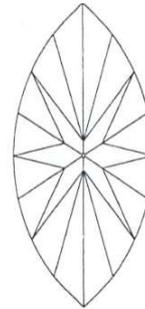
**Ovale brillant**



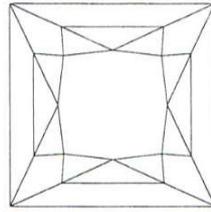
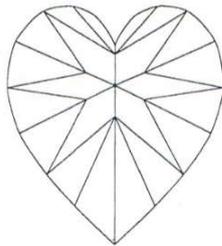
**Poire brillant**



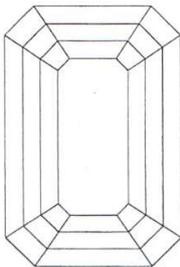
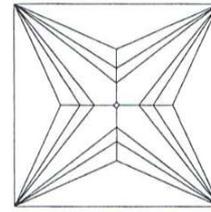
**Marquise brillant**



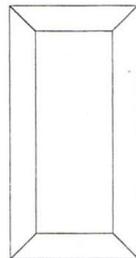
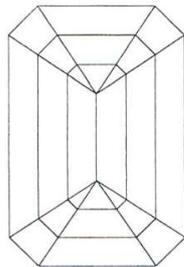
**Cœur brillant**



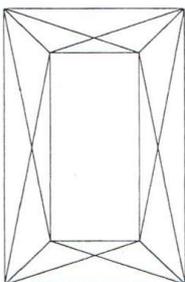
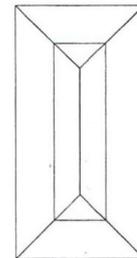
**Carré brillant**



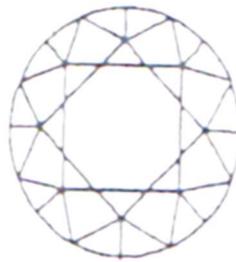
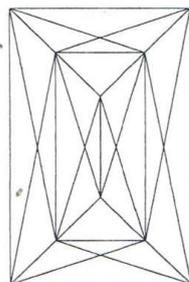
**Taille émeraude**



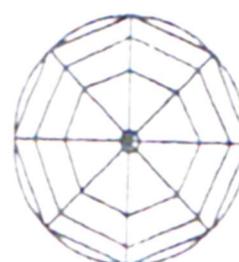
**Baguette**



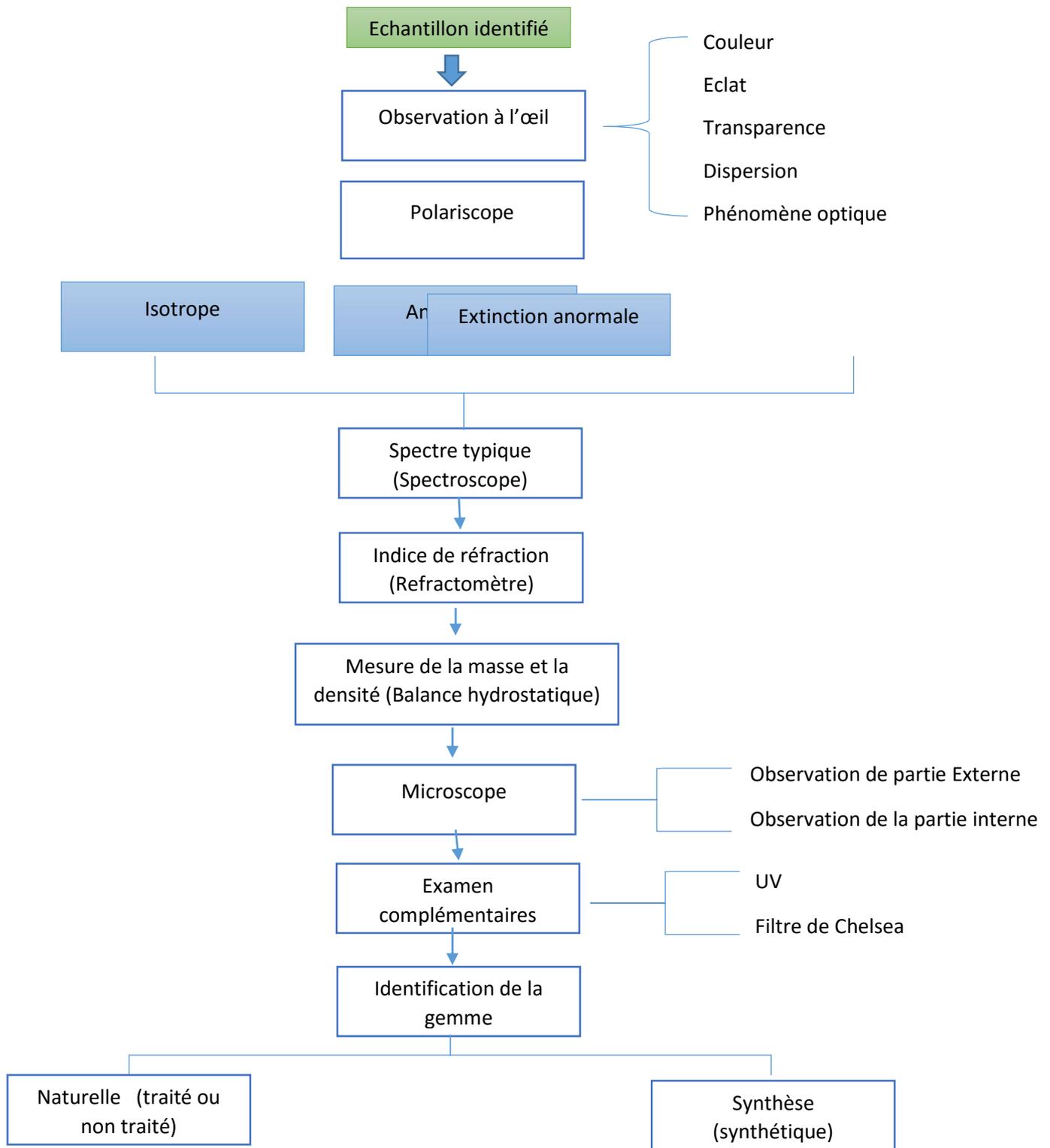
**Taille en Ciseaux**



**Taille mixte**



**ANNEXEII** : Organigramme d'identification des gemmes facettées au laboratoire



**ANNEXE III : La localisation des gîtes des gemmes à Madagascar**

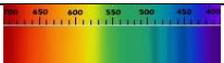
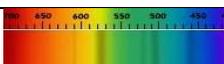
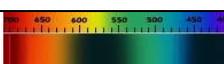
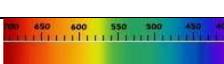
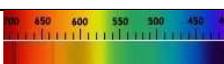
Nom de gemme	Province	Commune	Reference
Béryl – Emeraude	Fianarantsoa	Mananjary, Ankadilalana Ifanadiana, Irondro, Morafeno	Schawarz(1994)
	Toliara	Inaperana,	Marchand (1995)
Béryl –aigue marine, Héliodore, Morganite	Antananarivo	Ankazobe Betafo, Anjanavonoina, Mahaiza, Tongafeno, Soavinandriana, Antanetibe, Sabotsy Mangarivotra, Marinkofeno, Ampandratrarana, Sahatany Valley, Ibity, Manjaka, Tsilaizina, Manazary	Pezzotta(1999)
	Antsiranana	Andapa	Pezzotta (1999)
	Fianarantsoa	Ambositra, Lac Itahy, Vondrozo, Ambatovita, Abalavato, Fiadanana, Morarano Toby, Marovallo,	
	Mahajanga	Berere, Boriziny, Tsaratanana, Andriamena, Brieville	Henn et al, (1999)
	Toliara	Tolanaro, Andranondambo, lanakafy, Kiramena, Dabolava, Miandrivazo, Amboasary	Pezzotta(1999)
Chrysobéryl	Antananarivo	Ankazobe	Henn et al, (1999)
	Fianarantsoa	Ambositra Ilakaka, Sakaraha	Hänni(1999) Henn et al, (1999)
	Toamasina	Ambatondrazaka	Pezzotta (1999)
Rubis	Antananarivo	Antanifotsy	
	Toliara	Taolagnaro, Ejada, Gogogogo Fotadrevo-Vohibory	Henn et al. (1999)
Saphir	Antananarivo	Antanifotsy,	Pezzotta(1999)
	Antsiranana	Ambilobe, Ambondromifehy, Ambodirohefeha, Milanona,	Laurs(2000)
	Fianarantsoa	Andranolava Ilakaka –Sakaraha	Henricus(1999) Pezzotta(1999)
	Toliara	Amboasary, Bekily, Andranondambo, Antsiamena, Betroka, lanakafy	Koivula et al, (1999)
Grenat	Antananarivo	Betafo, Sahatany Valley,	Pezzotta(1999)
	Fianarantsoa	Ambositra, Ambovombe, Ihosy, Ranohira, Ilakaka – Sakaraha, Ampasinambo, Vatovaky,	Henn et al. (1999)
	Mahajanga	Maevantanana, Mahajanga	Henn et al. (1999)
	Toamasina	Marolambo	
	Toliara	Ampanihy, Itrongay, Tolanaro, Bekily, Betroka, Gogogogo	Henn et al. (1999)
Orthose	Toliara	Ianakafy	Parany (2007)
Opale	Toliara	Beraketa	Henn et al. (1999)
Quartz (améthyste, citrine, Ametrine)	Antananarivo	Anjozorobe, Antsirabe, Betafo, Mahasolo, Soavinandriana, Tsiroanomindidy	Auricchio et al. (1999)
	Antsiranana	Ambilobe, Andapa	Pezzotta (1999)
	Fianarantsoa	Ambatofinandrahana, Ambositra, Farafangana, Isamara, Fianarantsoa, Lakamisinten, Vondrozo	Auricchio et al. (1999)
	Mahajanga	Kandreho, Boriziny, Tsaratanana,	Auricchio et al. (1999)

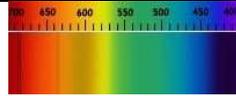
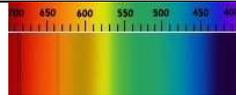
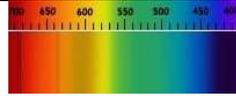
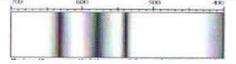
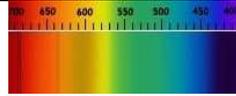
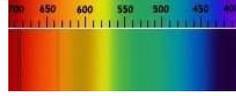
	Toamasina	Andilamena, Mananara, Moramanga, Vatomandry	Auricchio et al. (1999)
Quartz rose	Antananarivo	Faratsiho, Sahatany Valley, Tsiroanomindidy,	Henn et al. (1999)
	Fianarantsoa	Ambositra	Pezzotta(1999)
	Toamasina	Ambatondrazaka, Moramanga, Andilamena	Pezzotta(1999)
Spinnelle	Fianarantsoa	Ilakaka- Sakaraha	Schmetzer(2000)
	Toliara	Betroka	Henn et al. (1999)
Topaze	Antananarivo	Ambatolampy, Faratsiho,	Pezzotta(1999)
	Fianarantsoa	Ilakaka, Sakaraha, Ambatovita, Morarano Toby	Pezzotta(1999)
	Mahajanga	Andriamena	Pezzotta(1999)
	Toamasina	Andilamena	Pezzotta(1999)
	Toliara	Mahabo	Pezzotta(1999)
Tourmaline	Antananarivo	Betafo, Anjanavonoina, Antsirabe, Sahatany Valley, Antandrokomby, Antanety Ilapa, Ibity	Henn al. (1999)
	Fianarantsoa	Ambatofinandrahana, Ambositra, Valozoro, Farafangana, Isamara, Vondrozo, Ilakaka, Sakaraha,	Hänni(1999)
	Toamasina	Ambatondrazaka, Mananara	Hänni(1999)
Iolite	Antananarivo	Soavinimerina, Talata Tsimadilo, Sahatany Valley, Ibity,	thomas(1997)
	Fianarantsoa	Ihorombe, Soasirana, Maropaka, Vatovaky, Ihosy, Sakalalina, Andiolava, Manombo, Karianga, Vondrozo, Mahariva,	thomas(1997)
	Toliara	Toliara	Pezzotta(1999)
Apatite	Antsiranana	Milanona	Kammerling et al. (1995)
Disthène	Fianarantsoa	Ambatovita, Tratramarina	Parany (2007)
	Tamatave	Sahataha, Sandratsy, Ambodimanga, Sahateza, Ambohimiangaly, Sahandray, Antsirabe, Sahatavy	Parany (2007)
Célestite	Mahajanga	Sakoany, Mitsinjo,	Pezzotta(1999)
Sphène	Antsiranana	Daraina	Laurs (2000)
Fluorite	Toliara	Tranomaro	
Zircon	Antananarivo	Antanifotsy	Hänni(1999)
	Fianarantsoa	Fianarantsoa, Ilakaka-Sakaraha	Hänni(1999)
	Mahajanga	Bekapaika	Pezzotta(1999)
	Toliara	Amboasary, Betroka	Hänni(1999)
Spodumène (Kunzite/Hiddénite)	Antananarivo	Betafo, Sahatany Valley ; Antsirabe,	Pezzotta(1999)
	Fianarantsoa	Ilakaka-Sakaraha,	thomas(1997)

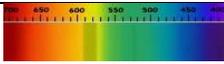
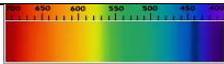
Source : [14]

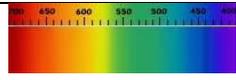
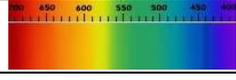
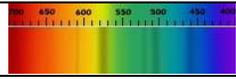
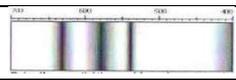
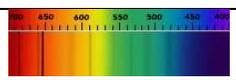
**ANNEXE IV : Liste des gemmes identifiées par la programmation au laboratoire de l'IGM**

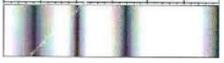
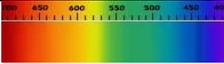
N°	Couleur	Eclat	Forme et style de taille	Signe optique	Spectre	Indice de réfraction	BIR	Densité	Inclusion	Nom de la gemme
0895	Rougé rosé	Vitreux brillant	Marquise taille mixte	Anisotrope		1.761-1.770	0.009	3.9412	Résidu de poudre d'alumine	Rubis synthétique
1857	Marron brune	Vitreux brillant	Ovale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.765 - 1.773	0.008	3.9823	Résidu de poudre d'alumine en forme de voile	Saphir synthétique
0452	Incolore	Vitreux brillant	Rectangle taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.541-1.552	0.011	2.64	Pas d'inclusion	Cristal de roche
0058	Rose	Vitreux brillant	Triangle taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.623 - 1.641	0.013	3.01	Liquide	Danburite
0704	Grenant	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Extinction anormale		1.542		3.74	Bulle d'air	Verre rubis
0059	Vert clair-incolore	Vitreux bas	Rectangle taille gradin	Isotrope	Pas de spectre	1.429		3.01	Liquide et gaz	Fluorite
0930	Bleu clair	Vitreux	Carré coin coupé taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.578 - 1.584	0.006	2.71	Solide peut être une apatite	Béryls : aigue marine
053	Violet	Vitreux	Forme rectangle taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.542-1.552	0.010	2.653	Pas d'inclusion	Quartz : améthyste
0364	Bleu-Violet-rouge	Vitreux brillant	Ovale taille gradin	Anisotrope	Pas de spectre	1.761 - 1.769	0.008	3.98	Résidu de poudre d'alumine	Saphir synthétique
0253	Jaune verdâtre	Vitreux	Rond taille mixte	Anisotrope		IR>1.78		4.42	Pas d'inclusion	Zircon
2131	Bleu	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Anisotrope	Pas d'inclusion	1.615-1.622	0.007	3.52	Pas d'inclusion	Topaze bleu
1171	Rouge	Vitreux brillant	Ovale taille gradin	Anisotrope		1.762 - 1.771	0.009	3.90	Zone de croissance forme courbe	Rubis synthétique
1001	Bleu foncé	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.761 - 1.769	0.008	3.94	Cristaux négative, concentration de zone de couleur	Saphir naturel traite

0271	Bleu foncé	Vitreux	Ovale taille mixte	Isotrope		1.541-1.553	0.012	3.45	Bulle d'air	Verre bleu
0264	Vert jaunâtre	Vitreux brillant	Rectangle taille gradin	Anisotrope		1.6540-1.690	0.036	3.38 028	Clivage discoïde en forme de feuille de nénufar	Péridot
2203	Orange	Vitreux	Ovale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.540 - 1.551	0.011	2.64 4	Liquide de nature indéterminé	Quartz : citrine
0269	Grenant	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Extinction Anormale		IR>1.78		4.13 6	Rutile et des petits cristaux d'apatite	Grenat almandin
1844	Vert	Vitreux	Ovale taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.581 - 1.585	0.004	2.68 8	Petit cristaux d'émeraude, de givre de guérison, et de l'huile de remplissage	Béryl : émeraude naturel traite
1676	Jaune pale	Vitreux	Rectangle taille gradin	Anisotrope	Pas de spectre	1.551 - 1.570	0.019	2.66	De fibre courbe, de petits cristaux d'hématite,	Scapolite
705	Rouge	Vitreux	Ovale taille mixte	Extinction anormale		1.542 - 1.553	0.009	3.59	Bulle d'air	Verre rubis
3418	Vert foncé	Vitreux	Rectangle taille en gradin	Anisotrope	Pas de spectre	1.620 - 1.641	0.021	3.09	Guivre de guérison et de cristaux indéterminés	Tourmaline : Verdelite
1170	Rouge	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Anisotrope		1.763 - 1.771	0.008	3.89	Une zone de croissance de forme courbe	Rubis synthétique
1662	Jaune	adamantin	Poire taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	IR>1.78		3.52	Givre de guérison en forme de voile, et de doublement de l'arrête de facette	Sphène
0445	Orange-brune	adamantin	Marquise taille brillant	Isotrope		1.75		4.57	Givre, aiguille de rutile, et de cristaux à un aspect déchiré	Grenat grossulaire : Hessonite
2119	Bleu foncé	Vitreux brillant	Ovale taille gradin	Anisotrope	Pas de spectre	1.713 - 1.730	0.017	3.67 3	Rutile en forme de fibre en parallèle, et de zone de couleur	Disthène
0979	Vert	Vitreux	Rectangle taille gradin	Anisotrope		1.587-1.590	0.003	2.72 28	Concertation de teinte de couleur, de guivre en forme d'empreinte digitale, cristaux de calcite et de la biotite,	Béryls : émeraude naturelle traite

788	Orange	Vitreux	Ovale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.540-1.548	0.008	2.56	Givre, cristaux d'hématite en une forme comme de bouque de fleur.	Quartz : Citrine
3016	Rose	Vitreux brillant	Rond brillant	anisotrope	Pas de spectre	1.621 - 641	0.018	3.69	Givre en réseau, et de canaux de croissance en aspect de tube	Tourmaline : Rubellite
1067	Vert	Vitreux	Ovale taille mixte	Anisotrope		1.577-1.580	0.003	2.65	Givre de guérison en aspect comme des empreintes digitales et de minéraux de mica et de calcite	Béryls : émeraude naturel
0980	Vert foncé	Vitreux	Ovale taille mixte	Anisotrope		1.591 - 1.598	0.007	2.870	Givre de guérison, et de nuage de petits cristaux de biotite	Béryls : émeraude naturel
2576	Vert	vitreux	Rond taille mixte	anisotrope		1.558 - 1.561	0.003	2.652	Résidus de fondant : aspect voile, réseau, plume, ondulant	Béryls : émeraude synthétique
2139	Bleu	Vitreux brillant	Rectangle taille en ciseau	Extinction anormale		1.728		3.63717	Pas d'inclusion	Spinelle bleu synthétique
604	Verdâtre	Vitreux brillant	Rond taille brillant	Anisotrope		1.653-1.689	0.036	2.94	De doublement de l'arrête de la facette	Péridot
2186	Orange	Vitreux brillant	Marquise taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.540-1.548	0.008	2.6391	Pas d'inclusion	Quartz : citrine
3902	Jaune	Adamantin	Carre taille brillant	Isotrope	Pas de spectre	IR>1.78		5.924	Pas d'inclusion	Cubique zirconia
0977	Vert	Vitreux brillant	Rectangle à coin coupé	Anisotrope		1.581-1.586	0.005	2.72	Givre de guérison en forme de voile, huile de remplissage, de biotite, et de calcite ou dolomite	Béryls : Emeraude naturel traite
1813	Vert	Vitreux brillant	Rectangle coin coupé	Anisotrope		1.571-1.578	0.007	2.661	D'ondulation en forme de scie,	Béryls : émeraude synthétique
787	Orange	Vitreux brillant	Rond taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.538-1.549	0.011	2.52	Pas d'inclusion	Quartz : citrine

1000	Vert foncé	Vitreux brillant	Poire taille brillant	Anisotrope		1.632-1.635	0.003	3.26	Liquide à un aspect : canaux parallèle	Apatite
2120	Bleu foncé	Vitreux brillant	Rectangle coin coupe	Anisotrope	Pas de spectre	1.722-1.728	0.017	3.69 1	Aiguille, canaux parallèles, zone de couleur et irisation	Disthène
606	Vert clair	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Extinction anormale		IR>1.78		3.82	Chrysolites à la forme de queue de cheval	Grenat démantoïde
2146	Incolore	Vitreux	Rectangle taille à degré	Anisotrope	Pas de spectre	1.541-2.551	0.010	2.01 0	Bille de gaz dans une cavité	Quartz : cristal de roche
2833	Incolore	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.661-1.676	0.015	3.16 9	Agrégats de mica	Spodumène : Kunzite
3982										
	Jaune-vert	Vitreux	Rond taille brillant	Anisotrope		1.756-1.176	0.010	3.80	Givre de guérissant	Chrysobéryls
3706	Incolore	Vitreux bas	Marquise taille en gradin	Anisotrope	Pas de spectre	1.504-1.518	0.014	2.38	Solide décollent	Pétalite
0808	Incolore	Vitreux bas	Rond brillant	Isotrope	Pas de spectre	1.499		1.12	Bulle d'aire	Plastique
2408	Vert	Vitreux	Bruite	Anisotrope	Pas de spectre	1.734-1.769	0.035	3.45	Givre craquelure jardin	Epidote
3897	Jaune	Vitreux bas	Pentagonale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.525-1.529	0.004	2.53 2	Pas d'inclusion	Orthose
1955	Incolore	Vitreux brillant	Rectangle coupé taille gradin	Anisotrope	Pas de spectre	1.653-1.669	0.016	2.96	2 phases	Phénacite
2336	Vert	Vitreux brillant	Rectangle taille gradin	Anisotrope		1.660 - 1.696	0.36	3.17	Clivage discoïdes en forme de feuille de nénufar	Péridot
2116	Verdâtre	Vitreux brillant	Rectangle taillé en ciseaux	Isotrope	Pas de spectre	1.435		3.18 6	Givre orienté en zone parallèle, inclusion à un aspect détritique	Fluorite
2874	Rose	Vitreux brillant	Poire taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.582 - 1.592	0.010	2.58	Pas d'inclusion	Béryls : Morganite

818	Orange	Vitreux brillant	Rectangle taille en ciseaux	Isotrope		>1.78		4.15 21	Agrégat de cristaux déchiré	Grenat grossulaire : hessonite
2292	Incolore	Vitreux brillant	Rectangle taille gradin	Anisotrope	Pas de spectre	1.575 à 1.1.582	0.007	2.71 6	Pas d'inclusion	Béryls : Goshénite
4084	Bleu	Vitreux	Ovale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.530-1.540	0.010	2.55	Givre de guérison, et de rutile en forme de cristal allongée,	Iolite
1901	Orange foncé	Vitreux brillant	Rectangle taille mixte	Extinction anormale		1.7499		3.62 6	Nuage de cristaux d'apatite et des cristaux déchirés	Grenat hessonite
3774	Rose	Vitreux brillant	Baguette taille en ciseau	Anisotrope	Pas de spectre	1.661-1.677	0.016	2.86 2	Aiguille	Phénacite
334	Blue	Vitreux brillant	Rectangle taille en gradin	Extinction anormale	Pas de spectre	1.724		3.63	Pas d'inclusion	Spinelle bleu
2143	Noire	Vitreux	Ovale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.541 à 1.551	0.010	2.64 2	Pas d'inclusion	Quartz fumée
1662	Jaune	Vitreux brillant	Poire taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	>178		5.22	Givre de guérison	Sphène
2879	Marron	Vitreux	Ovale mixte	Extinction anormale	Pas de spectre	1.719		3.60 4	Remplissage par de colle le fissure de la partie de la culasse	Spinelle traite
809	Orange	Vitreux brillant	Rond taille brillant	Extinction anormale		>1.78		4	Givre de guérison, rutile	Grenat almandin
2288	Incolore	Vitreux	Rond taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.589-1.599	0.010	2.74 3	Givre décollement et inclusion à deux phases	Béryls : Goshénite
434	Bleu	Vitreux	Marquise taille mixte	Extinction anormal		1.739		3.61	Givre en forme de voile	Spinelle bleu synthétique
3717	Bleu	Vitreux	Marquise taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.691 - 1.700	0.009	3.15	Liquide en forme dendritique, givre en forme d'aile	Tanzanite
3224	Grenat	Vitreux brillant	Ovale brillant	Anisotrope		>1.78		4.02	Dédoubléments, zone de croissance, givre, et cristaux	Zircon
2069	Incolore	Vitreux brillant	Rond taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.612-1.619	0.007	3.57	Givre de guérison, inclusion à deux phase, liquide en forme de fibre	Topaze

051	Bleu	Vitreux	Ovale taille mixte	Isotrope		1.68		4.15 6	Bulle d'air	Verre fabrique
745	Vert	Subadamantin	Ovale brillant	Isotrope		1.74		3.6	Agrégat de cristaux d'apatite, guivre en forme de voile	Grenat grossulaire : Tsavorite
0014	Rouge	Vitreux	Ovale taille brillant	Isotrope		1.519		2.57	Bulle d'air	verre rubis
2849	Violet	Vitreux brillant	Marquise taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.691- 1.700	0.011	3.20	Aiguille en forme de canaux en parallèle	Tanzanite
916	Grenat	Vitreux	Ovale taille brillant	Extinction anormale	Présente de spectre	1.628- 1.648	0.020	3.06	Rutile	Tourmaline : Dravite
1852	Jaune	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Extinction anormale	Pas de spectre	1.74		3.59	Givre à couleur blanche Plaquette de platine	Spinelle synthétique
1814	Vert	Vitreux	Ovale brillant	Isotrope	Pas de spectre	1.49		2.35 5	Bulle d'air arrondie	Verre fabrique
620	Vert	Vitreux	Ovale taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.624 - 1.654	0.020	3	Cristaux allongé, givre	Tourmaline : Verdelite
2846	Incolore	Vitreux	Ovale taille Mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.661- 1.676	0.015	2.17 9	Muscovite en forme de voile	Spodumène
762	Rouge	Vitreux brillant	Rectangle taille gradin	Extinction anormale		1.762- 1.771	0.009	3.85	Givre de guérison Fissure remplis par de l'huile	Corindon : Rubis naturel traite
882	Vert foncé	Vitreux	Ovale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.542- 1.552	0.010	2.64 8	Pas d'inclusion	Quartz : Prasiolite
908	Rose	Vitreux brillant	Ovale taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	1.621- 1.635	0.014	3	Givre de guérison en forme de réseau	Tourmaline : Rubellite
3717	Jaune verdâtre	Adamantin	Rectangle coint coupé taille mixte	Anisotrope	Pas de spectre	Pas de l'IR		5.67	Pas d'inclusion	Scheelite
3718	Multi-couleur	Vitreux	Rond taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.542- 1.554	0.012	2.65	Revêtement de la surface de gemme	Cristal de roche teinté
4065	Vert	Vitreux	Ovale taille brillant	Anisotrope	Pas de spectre	1.632- 1.639	0.007	3.15	Givre en forme de voile orienté parallèlement.	Andalousite

**ANNEXE V : Fiche simple d'identification de gemme**

<p>Numéro :</p> <p>Couleur :</p> <p>Eclat :</p> <p>Forme et style de taille :</p> <p>Signe optique :</p> <p>Spectre :</p> <p>R J V B V</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div> <p>IR :</p> <p>Bir :</p> <p>Densité :</p> <p>Observation au microscope</p> <p>Nom de gemme :</p>	<p>Numéro :</p> <p>Couleur :</p> <p>Eclat :</p> <p>Forme et style de taille :</p> <p>Signe optique :</p> <p>Spectre :</p> <p>R J V B V</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div> <p>IR :</p> <p>Bir :</p> <p>Densité :</p> <p>Observation au microscope</p> <p>Nom de gemme :</p>
<p>Numéro :</p> <p>Couleur :</p> <p>Eclat :</p> <p>Forme et style de taille :</p> <p>Signe optique :</p> <p>Spectre :</p> <p>R J V B V</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div> <p>IR :</p> <p>Bir :</p> <p>Densité :</p> <p>Observation au microscope</p> <p>Nom de gemme :</p>	<p>Numéro :</p> <p>Couleur :</p> <p>Eclat :</p> <p>Forme et style de taille :</p> <p>Signe optique :</p> <p>Spectre :</p> <p>R J V B V</p> <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px 0;"></div> <p>IR :</p> <p>Bir :</p> <p>Densité :</p> <p>Observation au microscope</p> <p>Nom de gemme :</p>

**ANNEXE VI : L'inventaire des Matériels utilisées durant le stage**

Classe de matériaux	Nom des Matériaux	Rôle de l'appareil
Appareil de mesure	Micromètre,	Appareil de mesure de la longueur, la largeur et l'épaisseur de la gemme
	Balance hydrostatique,	Appareil de mesure de la densité
	balance carat	Appareil de mesure de la masse
Identification de gemme	Polariscope	Aident à connaître le signe optique de la gemme
	Refractomètre,	Appareil de mesure de l'indice de réfraction de gemme
	Spectroscope,	Appareil d'observation de spectre de la gemme
	Dichroscope,	Appareil d'observation du pléochroïsme
	Loupe,	Appareil de grossissement
	Microscope,	Appareil de grossissement très approfondie
	Lampes	Source de la lumière
	UV	Distinguer les pierres naturelles de ses imitations.
Prise de Photos	Filtre de Chelsea	Séparation de gemme de même couleur mais de différentes natures, ou de même nature mais différentes composante chimique.
	Appareils photos	Prise de photos de la gemme et des inclusions à l'intérieur
Documentations	Ordinateur	Traitement des données et des images
	Echelle,	Connaitre la taille de la gemme prise en photos
	Livre de gemme	Pour la connaissance des gemmes
	Brochure	Annonce de processus de fonctionnement d'une étude
	Revue	Annonce la nouvelle découverte
Echantillons	Publication	Recherche effectuée
	Connexions	Pour la connaissance et la recherche rapide de document
Echantillons	Gemmes : naturels, traité, fabriqués, artificiels	Tester, observer et Vérification le caractère d'identification de gemme dans la programmation
	Synthétiques, reconstitué	

**ANNEXE VII : Fiche de test complet des gemmes au laboratoire**

Date : .....

Numéro : \_\_\_\_\_/

Couleur : \_\_\_\_\_/

Eclat : \_\_\_\_\_/

Transparence : \_\_\_\_\_/

Forme et taille: \_\_\_\_\_/

Poids de gemme : \_\_\_\_\_/

Densité : \_\_\_\_\_/

Dimensions : L \_\_\_\_\_/l : \_\_\_\_\_/e : \_\_\_\_\_/

Phénomène optique : \_\_\_\_\_/

Polariscope : \_\_\_\_\_/

Dichroscope : dichroïque / trichromie ; couleur de pléochroïsme : \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Refractomètre : IR min : \_\_\_\_\_/ IR max \_\_\_\_\_/ Bir : \_\_\_\_\_/

Spectroscope : R J V B V

Microscope :

Externe :

Interne :

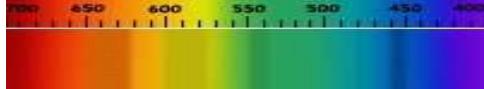
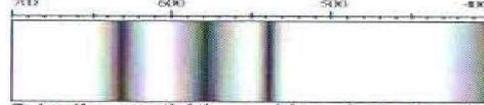
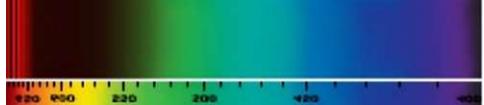
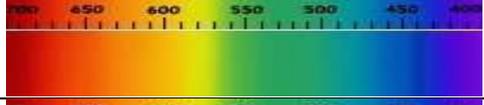
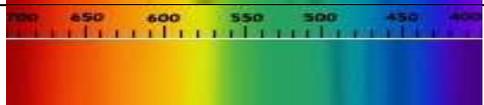
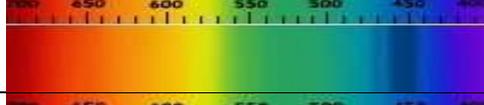
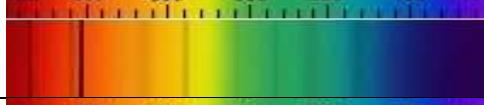
Filtre de chelsea : \_\_\_\_\_/

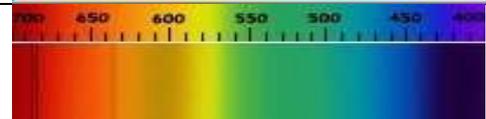
UV : \_\_\_\_\_/ LW : \_\_\_\_\_/ SW : \_\_\_\_\_/ Phosphorescence : \_\_\_\_\_/

Intensité UV : \_\_\_\_\_/

Conclusion sur l'identification : \_\_\_\_\_/

## ANNEXE VIII : Les spectres typiques des gemmes

Spectre	Interprétations	Nom
	Une bande bien nette dans le bleu, une bande épais dans le vert et une grande bande dans le jaune et rouge	Spinnelle bleu
	Une raie bien nette dans le rouge, une bande épaisse dans le vert et une bande dans le violet	Spinnelle rouge
	Deux bandes épaisses dans l'orange-jaune et une bande dans le vert	Spinnelle synthétique bleu
	Une bande épaisse dans le rouge et dans le vert et une bande dans le jaune	Verre bleu
	Une bande élargie qui se commence du jaune jusqu'au violet	Verre rouge
	Une bande épaisse dans le jaune	Verre rubis
	Une bande bien nette dans le bleu	Grenat démantôide
	Deux ou de plus de raies bien nettes dans le rouge et une bande épaisse dans le rouge et jaune	Spinnelle synthétique rouge
	Une bande dans le bleu	Hessonite
	Une raie dans le jaune, une bande dans le jaune, deux bandes dans le vert et une bande dans le bleu	Grenat pyrope
	Trois bandes dans le bleu	Péridot
	Deux raies bien nettes dans le bleu et de bande épaisse dans le jaune-vert et bleu-violet	Rubis
	Une ligne et une bande dans le bleu	Saphir
	une raie bien nette dans le rouge et de ligne peuvent apparaitre dans tous les zones	zircon
	une bande épaisse dans zone de zone et une bande épaisse dans le bleu-violet	Alexandrite

	<p>Une bande épaisse dans le jaune près de zone de vert</p>	<p>Apatite</p>
	<p>Une bande centrée dans le bleu-violet</p>	<p>Chrysobéryl</p>
	<p>Deux raies bien nettes dans le rouge et une ligne dans le rouge-jaune</p>	<p>Émeraude</p>

Source : [12] [17] [21]

**ANNEXE IX : Pléochroïsme des matériaux gemmes**

Pierre gemme	Couleur de base	Valeur de pleochroïsme	Pléochroïsme typique
Aigue-marine	Bleu	Net	Incolore à bleu clair, de bleu à bleu azur
Alexandrite	Vert (limière de jour)	Net	Rouge sans pigeon, jaune orangé, vert émeraude
Améthiste	Violet	Très faible	Violet gris, violet rouge, violet bleu
Andalousite	Jaune	Fort	Rouge brun à rouge foncé
Béryl	Jaune,	Faible,	Jaune citron, jaune
	vert,	Net,	Vert-jaune, vert-bleu
	rose,	Net	Rose pâle, rose bleu
Citrine	jaune orangé	moyen	Jaune, jaune clair
Cordierite	Bleu	Très fort	Jaune, violet-bleu foncé, bleu pâle
Diopside	Vert	Faible	Vert-jaune, vert feuille, vert olive
Hiddénite	Vert	Net	Vert bleuté, vert émeraude, vert-jaune
Kunzite	Violet	Net	Violet améthyste, rouge pâle, incolore
Orthose	Jaune	Très faible	Jaune, jaune pâle
Rubis	Rouge	Fort	Rouge jaunâtre, rouge foncé
Saphir	Orange ,	Fort,	Jaune-brun à orange
	jaune ,	faible,	Jaune, jaune clair, et incolore
	vert,	net,	Jaune-vert, jaune verdâtre
	Bleu	net	Bleu foncé, bleu-vert
	Violet	faible	Violet à rouge clair
Tanzanite	Bleu à violet	Tres fort	(traite)Bleu à beu profond/violet (Non traite) trichroïques :bleu /jaune verdâtre ou jaune-brun/violet
Topaze	Rouge	Fort	Rouge/rouge foncé, rose/rose rosé
	Rose	Net	Rose/incolore, rose pâle /rose
	Jaune	Net	Jaune/jaune citron, jaune miel/ jaune
	Verte	Net	Vert /vert pâle, vert bleuté clair/ blanc verdâtre
	Bleu	Faible	Bleu/ Bleu clair
Tourmaline	Rouge	Net	Rouge foncé / rouge clair
	Rose	Net	Rouge claire/jaune rougeâtre
	Jaune	Net	Jaune foncé/jaune clair
	Brune	Net	Bun foncé/ brun clair
	Verte	Fort	Vert foncé/ vert jaune
	Violet	Fort	Violet foncé /violet clair
Zircon	Rouge, brun rouge, verdâtre, jaune, vert, bleu,...	Tres faible	Même couleur de la couleur de la gemme observée
Corindon synthétique	Bleu	Net	Bleu clair/.bleu foncé
	Rouge	Net	Rouge orangé/rouge violacé
Émeraude synthétique	Vert	Net	Vert-jaune/ vert bleuté

Source : [12] [10]

## ANNEXE X : Certaines réactions de matériaux gemmes aux UV

Source : [12]

Couleur de gemme	Matériaux gemmes	UVC	UVL
Blanches ou incolore	VERRE	Variable-peut présenter une surface blanc crayeux	Aucune réaction
	CZ	Jaune à orange- abricot terne	Même réaction qu'aux UVC mais plus faible
	Diamant	Généralement fluorescence plus faible aux UVC qu'aux UVL	Réaction variable, nulle à forte bleu, réaction la plus commune, vert et jaune également
	Fluorite	Bleu ou violet	Bleu ou violet
	Opale	Blanc à vert	Blanc à vert
	Spinnelle synthétique	Crayeux, bleu/vert	Aucune réaction
	Zircon	Aucune réaction	Jaune brunâtre
Pierre verte	Alexandrite	Rouge	Rouge
	Emeraude-naturelle ou synthétique	Rouge	Rouge ou vert
	Verre vert	Variable, peut présenter une surface blanche	Aucune réaction
	Zircon vert	Aucune réaction	Jaune –brunâtre
Pierre bleues	Verre bleu	Variable-peut présenter une surface blanche crayeuse	Aucune réaction
	Saphir	Naturel-aucune réaction à vert	Aucune réaction
	Saphir synthétique	Vert	Aucune réaction
	Spinnelle naturel	Variable à nulle	Variable à nulle
	Spinnelle synthétique	Blanc à presque blanc	Rouge
Pierres rouges à roses	Verre rouge	Variable-peut présenter une surface blanche crayeuse	Aucune réaction
	Spinnelle rouge	Rouge	Rouge
	Rubis et saphir rose	Rouge	Rouge
	Kunzite	Aucune réaction	Orange
	Corindon synthétique	Rouge terne	Rouge terne
Pierre jaune à brun	Saphir jaune	Aucune réaction	Naturel=nulle Synthétique =rouge
	Scapolite	Rougeâtre	Jaunâtre

## ANNEXE XI Liste de valeur d'indice de refraction de quelques gemmes

Matériau	Indice de réfraction	Biréfringence
Opale	1.40 à 1.46	
Fluorite	1.43 à 1.44	
Calcite	1.48 à 1.66	0 .172
Verre naturel	1.50 approx	
Verre fabriqué	1.50 à 1.70	
Feldspath	1.52 à 1.57	0.004 à 0.009
Quartz polycristallin	1.53 à 1.55	
Quartz cristallin	1.54 à 1.56	0.009
Scapolite	1.54 à 1.58	0.009 à 0.012
Iolite	1.54 à 1.56	0.008 à 0.012
Béryl (variétés)	1.56 à 1.60	0.003 à 0.010
Topaze	1.61 à 1.64	0.008 à 0.064
Tourmaline	1.62 à 1.65	0.014 à 0.021
Andalousite	1.63 à 1.64	0.007 à 0.013
Apatite	1.63 à 1.64	0.002 à 0.006
Péridot	1.65 à 1.69	0.036
Spodumène	1.66 à 1.68	0.015 à 0.016
Diopside	1.67 à 1.70	0.024 à 0.030
Sinhalite	1.64 à 1.71	0.038
Tanzanite	1.64 à 1.70	0.006 à 0.013
Spinelle	1.71 à 1.74	
Spinelle synthétique Verneuil	1.72 à 1.73	
Grenat grossulaire	1.73 à 1.75	
Chrysobéryl	1.74 à 1.76	0.008 à 0.010
Grenat pyrope	1.74 à 1.76	
Corindon (variétés)	1.76 à 1.78	0.008 à 0.009
Grenat almandin	1.76 à 1.81	
Zircon	1.78 à 1.99	
Grenat spéssartite	1.79 à 1.82	
Sphène	1.88 à 2.05	
Grenat démantôïde	1.89 approx	
CZ	2.17 approx	
Diamant	2.42	
Moissanite synthétique	2.65 à 2.69	0.043

Source : [12] [13] [17]

**ANNEXE XII** : Réaction de quelques pierres gemmes vertes et bleues à travers le filtre de Chelsea

Matériaux testé	Observé à travers le filtre de Chelsea
<b>Pierres bleues</b>	
Aigue marine	Bleu verdâtre
Quartz synthétique-colorés au cobalt	Rouge soutenu à rose
Verre au cobalt	Rouge profond
verre au fer	Verdâtre à gris-vert
Spinnelle synthétique-colorés au cobalt	Rouge prononcé, rose orangé à rose
La plupart des saphirs naturels et synthétiques	Vert éteint
Spinnelle bleu	Rouge moins soutenu
<b>Pierres Verte</b>	
Emeraude soudé	Le plus souvent vert éteint
Emeraude naturelle	Habituellement rosé ou rougeâtre parfois inerte
Grenat démantioide	Rose à rouge
Verre vert	Le plus souvent vert éteint ; rarement nuance de rouge
Tourmaline chromifère	Rosâtre, rouge orange
Tourmaline vert	Verte
Béryl vert	Verte

Source : [12].[17]

## ANNEXES XIII : Programme d'installation du logiciel Matlab

Avant d'exécuter le programme d'installation: Assurez-vous que vous avez votre adresse e-mail et votre compte MathWorks et mot de passe à portée de main. Vous en aurez besoin pour vous connecter à votre compte lors de l'installation. Si vous avez plusieurs licences associées à votre compte, connaître le numéro de la licence que vous souhaitez installer. Si vous ne possédez pas de compte MathWorks, vous pouvez en créer en cours d'installation. Cependant, vous devez avoir une clé d'activation. Une clé d'activation est le code unique qui identifie une licence. Il est utilisé pour activer la licence. La clé d'activation permet également aux utilisateurs finaux autorisés à associer leur MathWorks compte avec une licence. Demandez à l'administrateur de la licence la clé d'activation.

Pour l'installation de logiciel :

Insérez le DVD dans le lecteur de DVD connecté à votre système ou double-cliquez le fichier d'installation que vous avez téléchargé à partir du site Web MathWorks. Le programme d'installation devrait démarrer automatiquement. Si vous êtes connecté à Internet, laissez l'installer en utilisant l'option Internet sélectionnée (il est la valeur par défaut) et cliquez sur Suivant. Pendant l'installation, vous vous connectez à votre compte MathWorks, sélectionnez la licence que vous souhaitez installer, et suivez les instructions sur les autres boîtes de dialogue d'installation. Ceci est la façon la plus facile d'installer. Si vous ne disposez pas d'une connexion Internet, choisissez Install sans utiliser l'option Internet.

Pour l'activation nous vous proposons deux façons de MATLAB de licence r2010a:

Autonome	Réseau
1) choisir "installer manuellement sans utiliser l'Internet"	1) choisir "installer manuellement sans utiliser l'Internet"
2) entrer dans la "clé d'installation du fichier" 55013-56979-18948-50009-49060	2) entrer dans la "clé d'installation du fichier" 42149-27753-04517-22198-03397
3) utiliser "license_standalone.dat" lorsqu'on lui a demandé pour le fichier de licence	3) si nécessaire, installer "gestionnaire de licences"
	4) utiliser "license_server.dat" lorsqu'on lui a demandé pour le fichier de licence

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE .....	I
REMERCIEMENTS .....	II
SOMMAIRE .....	III
LISTE DES FIGURE .....	V
LISTE DES TABLEAUX .....	VIII
LISTE DES ABREVIATIONS .....	X
INTRODUCTION .....	1
Première partie : LES GEMMES ET LEURS TECHNIQUES D'IDENTIFICATION .....	2
I. Les Gemmes .....	3
I.1. Les différents types des gemmes .....	4
I.2. Critères d'évaluation des gemmes .....	5
I.2.1. La Beauté .....	5
I.2.2. Durabilité ou inaltérabilité .....	5
I.2.3. Rareté .....	6
I.3. Appellation .....	6
I.4. Les traitements des certaines gemmes à défauts .....	7
II. La procédure d'identification des gemmes facettées .....	8
II.1. Observation à l'œil nu .....	8
II.1.1. La couleur .....	8
II.1.2. L'Eclat et la transparence .....	9
II.1.2.1. Eclat .....	9
II.1.2.2. Transparence .....	9
II.1.3. La brillance .....	10
II.1.4. La dispersion .....	10
II.1.5. Le changement de couleur .....	10
II.1.6. Poids dans la main .....	10
II.2. Observation aux Matériels d'identification .....	10

II.2.1.	Polariscope .....	10
II.2.2.	Spectroscope.....	12
II.2.3.	Refractomètre.....	14
II.2.4.	Dichroscope.....	15
II.2.5.	Appareil de grossissement.....	16
II.2.5.1.	Loupe 10X .....	16
II.2.5.2.	Microscope .....	18
a.	L'observation de la partie externe .....	18
b.	Observation de la partie interne .....	19
i.	Les inclusions .....	19
1.	Les gemmes naturelles.....	20
2.	Les gemmes fabriquées.....	22
3.	Les gemmes synthétiques.....	22
4.	Les gemmes traitées.....	22
II.2.6.	Mesure de dureté.....	23
II.2.7.	Balance hydrostatique .....	25
II.2.8.	Ultraviolet (UV) .....	26
II.2.9.	Filtre de Chelsea .....	27

## **Deuxième partie : LA CONCEPTION DE L'INTERFACE A L'AIDE DE L'OUTIL MATLAB**

.....	29	
I.	Présentation du logiciel Matlab .....	30
I.1.	Matlab .....	30
II.	Création de l'interface .....	30
II.1.	Création de texte.....	34
II.2.	Création de figure et de bouton.....	35
II.3.	Script de calcul .....	40
II.4.	Interface de recherche .....	43

<b>Troisième partie : LE GUIDE D'UTILISATION DU LOGICIEL DANS LA RECHERCHE D'IDENTITE DES MATERIAUX GEMMES FACETTEES</b>	<b>47</b>
<b>I. Présentation Générale</b>	<b>48</b>
<b>II. Guide d'utilisation</b>	<b>50</b>
<b>II.1. Bouton aide</b>	<b>51</b>
<b>II.2. Bouton PROGRAMME</b>	<b>52</b>
<b>II.2.1. Bouton Mesure de densité</b>	<b>52</b>
<b>II.2.2. Bouton Mesure de la masse des gemmes</b>	<b>53</b>
<b>II.2.3. Bouton identification de gemme facettée</b>	<b>58</b>
<b>II.2.3.1. Isotropes</b>	<b>61</b>
<b>II.2.3.2. Anisotropes</b>	<b>64</b>
<b>II.2.3.3. Extinctions anormales</b>	<b>69</b>
<b>II.2.3.4. Exemples d'application</b>	<b>70</b>
<b>a. fiche N° : 01</b>	<b>70</b>
<b>b. Fiche n° : 2</b>	<b>74</b>
<b>c. Fiche n° : 03</b>	<b>78</b>
<b>II.2.4. Bouton Descriptions des gemmes</b>	<b>80</b>
<b>II.2.5. Bouton Gîtes des gemmes à Madagascar</b>	<b>81</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAPHIES ET WEBGRAPHIE</b>	<b>XI</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>XII</b>

Auteur : RAZANADRATEFA Zotonokinendry  
Date et lieu de naissance : 30 Mai 1990 à Mananjary  
Contact tel : +261 34 48 081 81  
E-mail : [kinendryrazanadratefa@gmail.com](mailto:kinendryrazanadratefa@gmail.com)  
Adresse : AV10C Avaratetezana TANA VI,  
Madagascar



## RESUME

Lors de l'identification des gemmes facettées, beaucoup des gemmologues rencontrent des problèmes de documentations, aussi les imitations actuelles sont presque identiques aux pierres de valeur, tout cela donne lieu à la lenteur du travail. Pour y faire face, nous avons créé un programme d'identification à l'aide du logiciel Matlab : **Matrix laboratory**, qui est un langage de calcul scientifique. Toutes les données d'identification sont intégrées dans le programme, pour que les gemmologues puissent identifier les gemmes dans une courte durée avec des résultats exactes et vérifiables. Grâce à ce programme, nous pourrions utiliser désormais quelques appareils d'identification.

Mots clés : gemmes, facettées, identification, programme, Matlab

## ABSTRACT

When identifying faceted gems, many geologists encounter documentation problems, as current imitations are almost identical to the value of stones, all this led to the slow pace of work. To cope, we have created an identification program using Matlab: Matrix laboratory, which is a technical computing language. All identifying data is integrated into the program, and gemologists can identify the gems in a short time with accurate and verifiable results. Through this program, we are now using some identification devices.

Key words: gems, faceted, identification, program, Matlab

**Titre : « Programmation sur Matlab d'une technique d'identification des gemmes facettées »**

**Rapporteur: Professeur RAKOTONINDRAINY**

**Encadreur professionnel : Madame RAVAORIMALALA V. Fanja**

Nombre de pages : 83

Nombre de figures : 77

Nombre d'annexes : 13

Nombre de tableau : 19