

1.3. Historique de la Vallée de la Sahatany

Dès 1904, Lefeuvre ouvre les premières carrières de la vallée de la Sahatany, à Maharitra et à Ampantsikahitra. C'est au pic et à la main que se fera l'essentiel de l'exploitation fournissant lors de la première année de production de plusieurs kilogrammes de rubellite ainsi que d'autres variétés colorées de tourmalines lithinifères.

C'est ainsi qu'à partir de 1907 environ, les prospections et les exploitations de gemmes malgaches se multiplièrent, d'abord au sud d'Antsirabe où la Société Nantaise ouvrit des carrières à Antsongombato et à Antandrokomby.

Ces premiers gisements de tourmalines lithinifères exploités, furent rapidement épuisés dès 1920.

Dans la première partie du 20ème siècle, de nombreux sites furent intensivement exploités par les colons dans la région d'Antsirabe, et une lecture de la "minéralogie de Madagascar" par le géologue Lacroix donne une idée des merveilleuses découvertes, elbaïtes et morganites notamment, faites à l'époque.

En 1922, d'après Lacroix, seuls les gîtes des éluvions d'Anjanabonoina étaient encore productifs.

Cette exploitation des gemmes de la vallée de la Sahatany continua tant bien que mal jusqu'en 1927, année où elle s'interrompt.

Dans les années soixante dix, l'acquisition de la concession du gisement d'Anjanabonoina et une petite partie d'Ampantsikahitra par la société allemande Germadco généra des études complémentaires des sites qui permirent une reprise de l'exploitation dans ces deux régions.

En 1979, après la nationalisation de la société, les conditions d'exploitation se détériorent, conduisant à la fermeture des sites. Plusieurs tonnes de tourmaline gemmes ont été extraites pendant ces périodes

Nombreux échantillons de tourmalines de plusieurs variétés de couleur, de béryl, de quartz, de Spodumène, d'apatite, de topaze, de spessartite ont été extraits de ces sites, qui se poursuivent jusqu'à nos jours.

Le champ pegmatitique de la Vallée de la Sahatany, d'âge panafricain, se situe dans un ensemble de métasédiments à tendances évaporitiques : les pegmatites potassiques et les pegmatites sodolithiques. De part l'étude microthermométrique des inclusions fluides dans le quartz, la topaze et le spodumène, ces fluides indiquent des conditions hydrothermales de températures élevées

autour de 350-500°C pour une pression de 2000-3000 bars. Les inclusions solides peuvent constituer des résidus du stage magmatique dans les gemmes hôtes.

En juin 2001, un résumé de Federico Pezzotta, du Museum of Natural History, Milan (Italy) a décrit la Vallée de la Sahatany dans son ouvrage « **Field Course on the Rare Element Pegmatites of Madagascar** », que le sous-sol cristallin de la zone comprend des calciques et des marbres dolomitiques, des quartzites, des schistes, des orthogneiss, des stocks de leucogranitiques et un pluton gabbroïque. Qu'un grand nombre de pegmatites des sous-types Lepidolite, Elbaite et Danburite se produisent, réparties principalement dans des marbres. Les pegmatites mineures du sous-type Beryl-Columbite se produisent dans la partie nord-ouest du district. Les dykes sont entachés soit concordantes, soit discordantes avec la schistosité de la roche, et sont de la sous-verticale à la presque horizontale. Depuis le début de ce siècle, l'exploitation minière des cristaux de Tourmaline polychrome, béryl rose, vert, bleu et polychrome, danburite, scapolite et kunzite, et ce jusqu'à ce jour.

Au début de ce siècle, un certain nombre de pegmatites, y compris Tsarafara, Ilapa, Ampatsikaitra, Manjaka, Maharitra et Antandrokomby, produisent à partir de grandes cavités miarolitiques des spécimens spectaculaires avec des cristaux polychrome ou rouge de tourmaline et, dans certains cas, de gemme de béryl rose vif. Les pegmatites de Manjaka et Maharitra sont largement épuisées tandis que les autres zones sont encore productives.

La majeure partie du dépôt, principalement dans le plus grand kaolinisé, est travaillé avec des centaines de puits dangereux, et les dépôts sont complètement couverts par des décharges.

Néanmoins, certains puits produisent toujours de bons spécimens. Les plus rares sont les minéraux les plus connus comme les cristaux de rhodizite jaune et les très rares cristaux de behierite issus de Manjaka. Maharitra est la localité de type pour bityite (nommé par A. Lacroix après Mount Bity, le Le massif Ibity actuel) ; ce minéral a récemment été redécouvert comme de bons échantillons à Ilapa. Des cristaux d'hambergite ont été trouvés à Maharitra. À Tsilaizina, de grands cristaux tabulaires de béryl rose, avec un noyau jaune-vert, étaient sortis au début des années 1990 dans une pegmatite kaolinisée comme décrit par A. Lacroix. Dans la même localité, hébergée dans un quartz massif, et rarement dans de petites cavités miarolitiques, la variété jaune de tourmaline riche en Mn (manganèse) "tsilaisite" a été découverte.

Parmi les pegmatites les plus importantes, se trouvent des dykes d'Antandrokomby, la localité de type pour Manandonite et londonite. Cette pegmatite est un exemple du sous-type Danburite. Les Micas sont absents, et la danburite se rencontre soit dans la zone frontalière de la digue, où des cristaux jaunes pâles en centimètre sont hébergés dans du feldspath de grain moyen, ou dans la zone

de poche centrale à grain grossier, en cristaux avec de la tourmaline polychrome et rouge ainsi que du spodumène rose-vert.

Exposé au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris, un specimen collecté dans la région de Tompobohitra, dans la vallée de la Sahatany à Madagascar, qui provient des collections réunies par Alfred Lacroix pour la publication de son imposante "Minéralogie de Madagascar", 3 tomes édités entre 1922 et 192, fait partie de l'histoire de la Vallée de la Sahatany.



Figure 5 : Specimen scié et poli sur une face, montrant des cristaux de quartz gris sel, des feldspaths blanchâtres et des cristaux de tourmalines noires, roses et vertes. La couleur rose et verte est due à la présence de Manganèse et de lithium dans la structure du minéral, les tourmalines ferrifères sont noires. Il fait partie des roches magmatiques filoniennes.

1.4. Potentialités minérales de la Vallée de la Sahatany

1.4.1 Contexte général

Les gîtes minéraux de Madagascar ont été décrits par Besairie (1966) qui a établi une carte minière (Besairie, 1964-1977). Les travaux du Projet de gouvernance des ressources minérales (analyses des sédiments fluviaux, études gîtologiques, recherches en métallogénie) ont conduit à une meilleure connaissance du potentiel minier et des modalités de formation des gisements. Les précisions qui ont été apportées sur les corrélations, au sein du Gondwana, avec l'Afrique de l'Est et de l'Inde ont aussi apporté une contribution importante à la métallogénie de Madagascar.

Actuellement, le potentiel minier est le suivant, particulièrement sur les pegmatites :

- ✓ Be-Nb-Ta-gemmes : Madagascar est connue pour l'abondance des pegmatites, source de béryls, de niobo-tantalates et de pierres précieuses. Ces roches sont partout en relation avec le magmatisme granitique à 500-550 mA. Les gisements d'émeraude de la région de Mananjary sont aussi d'origine métasomatique et leur genèse est à relier à la réaction de fluides pegmatitiques sur des roches ultramafiques riches en chrome (Moine *et al.*, 2004). Les gisements d'émeraude de Ianapera au sud-ouest

d'Ihosy sont également à relier à une circulation de fluides hydrothermaux issus de la mise en place de pegmatites (Andrianjakavah, 2009 ; Andrianjakavah *et al.*, 2009). Depuis une dizaine d'années, le pays est devenu un très important producteur de corindons gemmes (saphir et rubis) et, depuis 2004, un programme de recherche sur la genèse de ces gisements est mené par l'IRD (UR154 LMTG) avec l'université d'Antananarivo (Département des sciences de la Terre). On connaît des gisements liés aux basaltes alcalins (Rakotosamizanany, 2009) et aux roches métamorphiques, mais on exploite surtout des gisements alluvionnaires (Ilakaka) qui proviennent du démantèlement de nombreux types de gisements, surtout métasomatiques, découverts dans le socle cristallin (Giuliani *et al.*, 2007 ; Rakotondrazafy *et al.*, 2008) ;

- ✓ Pour la zone de la Vallée de la Sahatany en particulier, elle s'étend au Sud de la ville d'Antsirabe le long de la vallée de la rivière Sahatany. Elle est limitée à l'Est par le massif quartzite de mont Ibity, et au Sud, comprend toute la partie de confluence de la Sahatany avec la rivière Manandona. Le sous-bassement cristallin de la zone est composée de marbres calciques et dolomitiques, de quartzites, schistes, orthogneiss, leucogranites, et d'un pluton gabbroïques. On trouve principalement dans les marbres un très grand nombre de pegmatites du Sous-type Lépidoïte, du Sous-type Elbaïte, et du Sous-type Danburite. Quelques rares pegmatites du sous-type Béryl – Columbite existent dans la partie la plus au Nord-Ouest de la zone. Les dykes forment des lentilles sub-verticales ou sub-horizontales. L'exploitation de pierres gemmes de tourmaline polychrome, de béryl rose, vert, bleu et polychrome, de danburite, scapolite et kunzite a perduré depuis le siècle dernier jusqu'à nos jours.

1.4.2 Contexte économique

Autrefois haut lieu d'extraction du saphir dans les années 1990, Madagascar a, par contre, constaté une légère hausse du montant total de ses exportations officielles. Les quelques 10 586 tonnes de pierres exportées, contre 1 505 tonnes auparavant, soulignent de plus qu'une plus grande quantité de pierres fines forment dorénavant l'une des bases économiques gemmifères du pays, quartz, béryls, tourmalines et topazes (Canavesio, 2010), soit des gemmes extraites aussi par le Brésil et dont le principal partenaire n'est désormais plus la Thaïlande mais la Chine.

En 2010, La Chine se présentait comme le partenaire privilégié de nombre de pays extracteurs : dont le principal est Madagascar, qui y exportait la quasi totalité de ses quartz et améthystes pour 4,8 millions US\$ en valeur, soit 15 107 tonnes et ses tourmalines pour 1,2 millions en valeur, soit 800 tonnes (UNComTrade 2012), une grande partie de ces pierres était généralement extraite de la région de la Vallée de Sahatany.

Si les pierres les plus recherchées sont généralement de moindre qualité, les quantités demandées par la Chine venant de Madagascar restent néanmoins gigantesques et font du géant asiatique l'acteur émergent du début de ce troisième millénaire. Ses importations de gemmes de couleur ont en effet été multipliées par huit en dix ans et ont pour principal objet d'alimenter son marché de consommation national et sa filière de production bijoutière. D'autres pays asiatiques se sont imposés sur la scène internationale comme des intermédiaires influents tel Singapour qui a multiplié par cinq ses importations entre 2000 et 2010, et par près de quinze ses exportations qui atteignent aujourd'hui 85 millions US\$.

La figure 7 montre une cartographie mondiale de la filière d'exploitation des pierres de couleur qui regroupe les principaux flux de pierres de couleur en 2010 (UNComTrade 2012) ; nous pouvons constater la place que Madagascar occupe sur le marché le monde, qui entre dans la catégorie des flux entre 5 et 50 millions US\$ en matière d'extraction minière annuelle.

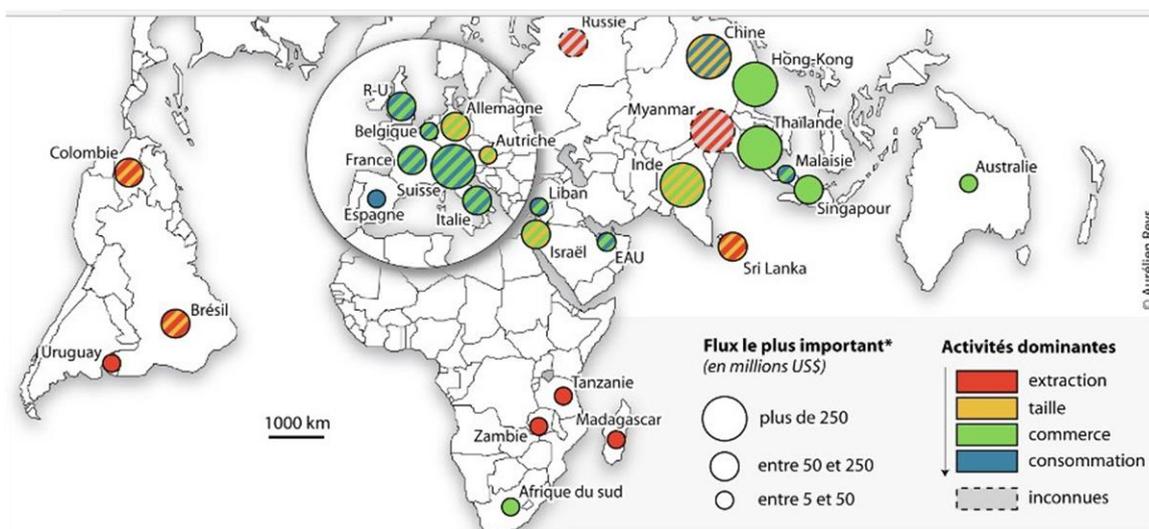


Figure 6 : Cartographie mondiale de la filière d'exploitation des pierres de couleur en 2010 (UNComTrade 2012)

L'évolution mondiale des activités extractives est de plus en plus dépendante de la demande des pays émergents. Les conséquences de la croissance de ces pays sur les exploitations de pierres précieuses sont complexes car le marché des gemmes a de nombreuses particularités.

La demande est étroitement liée aux matrices socioculturelles de chaque pays. Par ailleurs, l'enrichissement des populations a également un impact sur la production de pierres telles que les saphirs ou les rubis. En effet, ces gemmes sont principalement extraites dans des exploitations informelles et cette activité est de moins en moins attractive pour une population dont le niveau de vie s'élève peu à peu.

Dans les vastes gisements sri lankais et birmans, l'épuisement de la ressource est une autre menace. Finalement, si la croissance du marché du diamant est assurée par le Canada, la Russie et l'Australie, pour les autres gemmes, l'Afrique de l'Est est devenue le nouvel « Eldorado ». Dans ces pays, les contextes géologiques, économiques, politiques et sociaux sont très favorables au développement des exploitations artisanales de gemmes.

Sur la figure 8 ci-dessous, on peut voir l'évolution des activités minières des pays d'Afrique et d'Asie depuis 1975 jusqu'en 2008.

L'indice de développement humain (**IDH**) est un indice statistique composite, créé par le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) en 1990 pour évaluer le niveau de développement humain des pays du monde, sur la base de l'espérance de vie, du taux d'alphabétisme des adultes et du taux de scolarisation à l'école au primaire, au secondaire et au troisième cycle, ainsi qu'en fonction du revenu réel corrigé, les données les plus récentes des partenaires des Nations Unies et d'autres sources officielles étant utilisées.

Pour Madagascar, selon cet IDH, en partant de + 0.400 en 1975, on a eu une évolution de plus de 0.100 unités, qui signifie que l'activité minière se développe dans le pays, et qui contribue à la reconnaissance de gemmes malgaches.

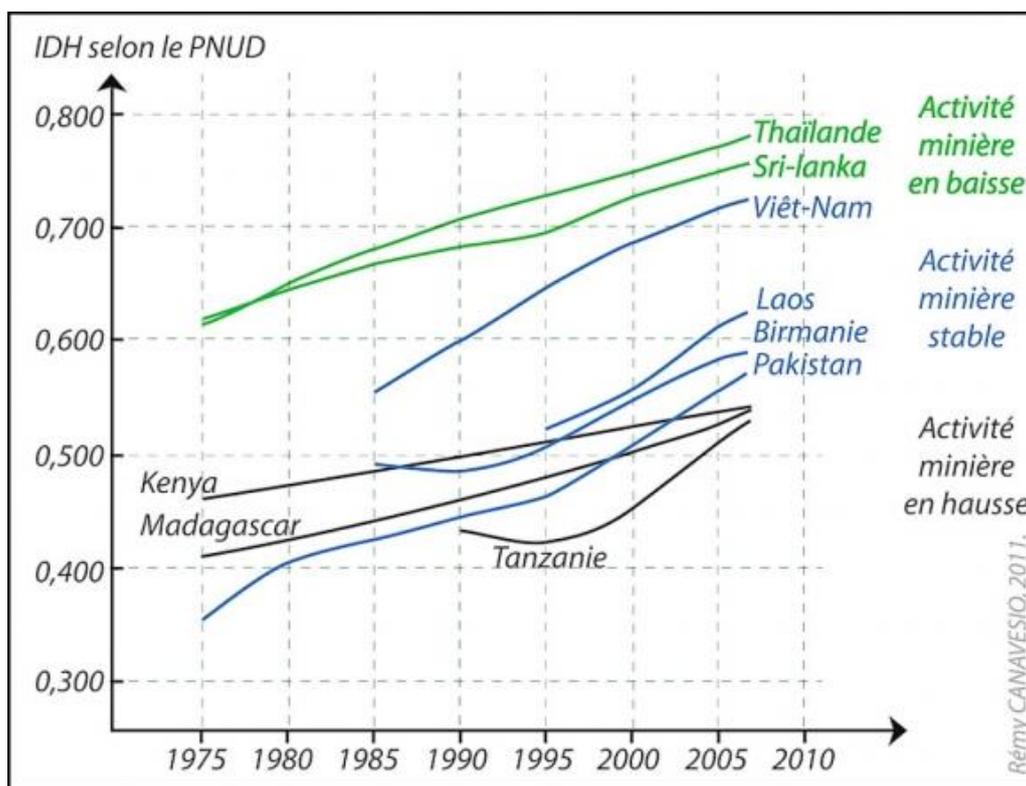


Figure 7 : Graphique de l'évolution des activités minières

1.5. Travaux antérieurs sur les gemmes de la Vallée de la Sahatany

Le groupe de tourmaline issu des gisements pegmatites dans la vallée de Sahatany ont été décrits avec précision dans les années 20 du siècle dernier. Dans quelques récits de la « Minéralogie de Madagascar-Tome 2 », Lacroix a écrit « A Tsinjoarivo, sur la rive gauche de la Sahatany, une pegmatite très kaolinisée renferme de la rubellite et de la tourmaline rose...le filon de Manjaka, la pegmatite se voit dans un ravin, où elle constitue au milieu du calcaire un large filon ; la roche est tout à fait intacte ; elle est caractérisée par une rubellite, constituée des baguettes dépourvues de pointements distincts dans des géodes tapissées de cristaux d'albite et de microcline. Il faut signaler encore, de grands cristaux de triphane violacé aussi régulièrement distribué que la microcristine. Le contact immédiat avec le calcaire est constitué par une zone extrêmement riche en tourmaline d'un vert olivâtre, en apatite bleu de Prusse, avec quelques cristaux de spessartite (p : 326-327) ».

Une mise à jour de ces études a eu lieu dans les années 60 du siècle dernier par activité par Jean Béhier.

À cette date, Jean Béhier, minéralogiste au Service géologique depuis 1953, publia le deuxième livre de synthèse sur Madagascar intitulé : « Contribution à la minéralogie de Madagascar ». L'essentiel des exploitations minières était réservé pour le minerai et peu de minéraux exceptionnels par leur taille ou leur qualité et rareté, étaient systématiquement préservés. Cependant, une collection des minéraux malgaches était rassemblée au musée de l'École des mines

de Paris. À cette époque, Béhier établissait une liste des minéraux interdits à l'exportation. Le Service géologique était le seul organisme à exporter ces minéraux rares pour les collections des musées.

En 1986, lors de sa thèse de doctorat intitulée « Etude mineralogique et micromonetrique des pegmatites du champ de la sahatany (madagascar) », Nadine Ranoroosa a écrit que le champ pegmatitique de la Sahatany, d'âge panafricain, se situe dans un ensemble de métasédiments à tendances évaporitiques : les pegmatites potassiques et les pegmatites sodolithiques. L'étude microthermométrique des inclusions fluides dans le quartz, la topaze et le spodumène. Ces fluides indiquent des conditions hydrothermales de températures élevées autour de 350-500°C, pour une pression de 2000-3000 Bars. Les inclusions solides peuvent constituer des résidus du stage magmatique.

Une analyse plus détaillée des minéraux de la Vallée de la Sahatany est publiée dans l'article "Les pegmatites de la Vallée de la Sahatany, Madagascar, en 1998 par la revue" La Regne minérale ", par M. Lefèvre et L. Thomas.

Cet article donne un aperçu des minéraux de la Vallée de la Sahatany sans effectuer des recherches spécialisées, au-delà des observations optiques.

En décembre 2010, Lukasz Chrobak un polonais a réalisé une étude sur des gemmes issues de la Vallée de la Sahatany qui a abouti à cette conclusion, que je cite : « Entre les pegmatites vérifiées avec précision d'Antanetnilapa et d'Ampatsikahitra, on peut probablement conclure que ces pegmatites ont partagé une genèse commune - il est possible que - également en raison de la courte distance qui les sépare, qu'elles proviennent de la même section. Cependant, les processus ultérieurs, auxquelles ont assisté ces pegmatites décrites, ont donné lieu à beaucoup de différences dans la composition chimique des phases minérales constitutives • Les études apportent de nouvelles informations sur la composition minérale de la Vallée de la Sahatany, mais le sujet reste toujours inépuisable, et de nombreux aspects à la fois génétique et géochimique ne sont pas encore résolus.

En 2012, lors de mon mémoire de fin d'étude pour l'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en Génie Minéral, je me suis penchée sur les Tourmalines de Madagascar issues de la Vallée de la Sahatany, à Anjanabonoina, à Maharitra, à Antandrokomby d'où proviennent de magnifiques tourmalines présentant une grande variété de couleurs et fréquemment zonées.

Le thème choisi, s'intitulait « Les Tourmalines de la vallée de Sahatany – Etudes et Analyses », qui avait comme objectifs de déterminer les différentes variétés de tourmaline se trouvant dans cette région, de voir les différentes gammes de couleurs qui y sont offertes et enfin, d'analyser la cause de la couleur et les inclusions de ces tourmalines.

Des travaux de reconnaissance et de prélèvements d'échantillons de tourmaline dans la vallée de la Sahatany ont été réalisés en partenariat avec trois (3) collègues géologues et quatre (4) guides. En laboratoire, la gemmologie a permis la caractérisation de ces gemmes.

Les résultats obtenus sont très intéressants, lors des analyses des échantillons par Spectrométrie, la partie UV-visible a aidé à comprendre l'origine de la couleur de ces échantillons, et pour les analyses par MEB, cette méthode a permis de différencier les elbaïtes des liddicoatites en effectuant le rapport Ca/Na, et pour les perspectives pousser les recherches afin de faire une corrélation entre la géologie, la métallogénie et la gemmologie des tourmalines et les minéraux associés de la zone.

Chapitre 2. Généralités sur les gemmes

2.1. Les gemmes naturelles

« La beauté, la permanence et la rareté sont les trois vertus cardinales d'une pierre gemme parfaite. Une pierre à laquelle il manque ne serait-ce qu'une seule de ces caractéristiques n'occupera jamais une place de choix parmi les pierres les plus fines. »

Cette belle citation est de G. F. Herbert Smith, un minéralogiste britannique qui travaillait au British Museum of Natural History et a été responsable du développement du premier réfractomètre utilisable pour la joaillerie qui est un appareil servant à mesurer l'indice de réfraction des pierres fines.

Faites d'une matière minérale ou organique, portées comme des bijoux, les gemmes ne sont des gemmes que lorsqu'elles sont belles, permanentes et rares. Elles sont définies par leur composition chimique et leur structure cristalline. Leur apparition est entièrement due au hasard : les gemmes sont de véritables et fascinants miracles de la nature.

On peut aujourd'hui distinguer trois principaux types de gemmes :

- ✓ les **Pierres précieuses** (diamant, rubis, saphir et émeraude) ;
- ✓ les **Pierres fines**, autrefois appelées pierres semi-précieuses ou semi-fines, catégorie qui concerne toutes les gemmes qui ne figurent pas dans les quatre précédentes

(grenat, tourmaline, quartz, béryl, etc.). Cette catégorie est définie par une liste de la CIBJO (Confédération internationale de bijouterie, joaillerie, orfèvrerie des diamants, perles et pierres) ;

- ✓ les **Pierres organiques**, catégorie dont font partie les gemmes issues de matière organique et non pas minérale (l'ambre, une résine fossile, le corail, formé par les colonies de polypes, la nacre, revêtement intérieur de certain mollusques, la perle, composée de nacre dont le mollusque se sert pour se protéger d'un élément étranger, le jais, un dérivé du charbon, etc.).

Grâce aux critères de qualité attribués des « 4C » dans un premier temps aux diamants mais plus tard à toutes les autres gemmes: la couleur (color), la taille (cut), la pureté (clarity) et le poids (carat), qui sont un très bon moyen de décrire la splendeur des gemmes. Ils représentent un guide de valeur simple, permettant de s'orienter dans un domaine au premier abord très complexe.

2.1.1 Les critères de qualité « 4 C »

1)La Couleur

La couleur contribue à hauteur d'environ 50 % à la qualité d'une gemme. La grosseur (le poids en carat), la taille et la clarté ont une influence immédiate sur la couleur d'une pierre fine.

Ainsi, on décrit la couleur suivant les 3 critères ci-dessous :

- a) **La teinte**, qui est la première impression sur la couleur de la pierre (on y définit les couleurs primaires et complémentaires)
- b) **La tonalité**, classée de la plus claire à la plus sombre sur une échelle allant de 1 à 10 (10 pour la plus foncée)
- c) **La saturation**, intensité de la couleur, allant de faible à intense. Ainsi, chaque pierre est unique, ne serait-ce que par sa couleur, celle-ci ayant sa propre gamme de teinte, saturation et tonalité.

2)La Taille

Une des plus grandes erreurs relatives à la taille, c'est de sous-estimer son importance pour la qualité générale de la pierre. Dans un ouvrage consacré aux pierres fines et destiné au grand public, on peut lire que « la taille est un élément subjectif qui n'a peu ou pas d'effet sur le prix d'achat » ; mais ceci est une affirmation très contestable.

Même lorsqu'un cristal brut possède une très belle couleur, une taille imparfaite peut avoir une influence néfaste sur l'effet que la couleur de la pierre terminée, produit pour nos yeux.

Inversement, un cristal brut possédant une couleur commune peut être mis en valeur par une taille adéquate.

De même, une taille experte permettra de minimiser l'effet des inclusions, en les positionnant de façon moins visible.

Les pierres peuvent être taillées selon plusieurs types de formes que l'on appelle les « tailles » :

- a) brillant (58 facettes, la plus fréquente pour les diamants),
- b) baguette, princesse, à degrés, poire, ovale, coussin,
- c) cabochon, suiffée

La taille est souvent déterminée par la beauté intrinsèque de la pierre. Elle mettra en valeur ses qualités en dissimulant ou éliminant ses défauts.

Le lapidaire étudie, avant la taille, la répartition de la couleur dans la pierre qui n'est jamais tout à fait égale. Cette observation délicate est extrêmement importante pour optimiser la mise en valeur de la beauté de la pierre et l'éclat de sa couleur.

3)La Pureté

La plupart des pierres fines sont des cristaux et possèdent par conséquent une structure cristalline, c'est-à-dire un agencement dans les trois dimensions d'atomes liés entre eux, réguliers et se répétant. La plupart des pierres gemmes sont des monocristaux, comme l'améthyste, le saphir ou la tourmaline. D'autres possèdent une structure cristalline tellement fine qu'il n'est pas possible d'identifier les différentes particules au microscope, on les qualifie de « microcristallines » comme l'agate, la calcédoine et le jade, qui appartiennent à cette catégorie

Indépendamment de leur structure cristalline, il y a peu de pierres gemmes qui peuvent se former dans la nature sans aucun accident. Le processus de la formation des pierres fines est fréquemment accompagné de petites particularités naturelles que l'on nomme « inclusions ».

Il est plus intéressant de les considérer comme une caractéristique naturelle, un cachet d'authenticité apposé par la Nature et certifiant le lieu de naissance naturel des pierres fines : la Terre ou le milieu environnant.

Dans une pierre de belle qualité, les inclusions sont minuscules, et ce n'est qu'avec un microscope ou une loupe aplanétique qu'il est possible de les identifier.

Les inclusions peuvent altérer la beauté et la valeur de la pierre. Elles donnent cependant des indications précieuses sur l'origine de la pierre et restent la preuve et l'assurance que celle-ci est le produit de la nature et non une pierre de synthèse. Ce critère important classe les gemmes selon trois types :

- a) les gemmes colorées de **Type 1**, pas ou peu d'inclusions (topaze, aigue-marine)
- b) les gemmes colorées de **Type 2**, généralement avec inclusions, où se retrouvent les corindons (rubis et saphir).
- c) les gemmes colorées de **Type 3**, presque toujours avec inclusions, où l'on retrouve l'émeraude.

Toutefois, il faut garder à l'esprit que des inclusions qui sont jolies, singulières ou intéressantes peuvent même accroître la valeur d'une pierre : comme l'astérisme des rubis étoilés qui est dû aux croisements des aiguilles de rutil.

Outre leur pureté, les pierres peuvent aussi présenter d'autres critères qui dépendent de leur composition chimique, de leur structure cristalline et des inclusions qu'elles contiennent.

- Opaque : La pierre ne laisse passer aucun rayon lumineux, parfois à cause de la composition chimique qui pour la tourmaline noire ou Schorl est composée de fer et de l'oxyde de magnésium appelé communément magnésie.
- Translucide : La pierre laisse passer la lumière, mais elle n'est pas transparente au point qu'il est possible de reconnaître des objets en regardant à travers elle. Cette transparence est due parfois par les dispositions des inclusions parallèles à l'axe de croissance comme les canaux parallèles dans la tourmaline chatoyante.
- Transparent : La lumière peut traverser la pierre sans entrave. Il est possible de reconnaître des objets à travers une gemme transparente. Cette transparence est causée par la bonne disposition moléculaire lors de la cristallisation du minéral, c'est le cas de la tourmaline verdélite. Comme la transparence et la brillance ont une influence directe sur la diffusion de la couleur, ces deux qualités jouent un rôle essentiel pour la détermination de la valeur d'une pierre transparente.

4)Le poids en Carat

Le prix d'une pierre dépend largement de sa couleur mais également de son poids en carats. Le carat vient d'une très ancienne mesure de poids : la graine de caroubier qui, malgré le temps et les saisons, avait la particularité de garder un poids constant.

1 carat = 0,20 grammes

Le carat est divisé en 100 points. Ainsi la pierre précieuse de 25 points pèsera exactement le quart d'un carat (0,25 carat ou 0,05 grammes). Un professionnel indique toujours le poids de la pierre précieuse suivi de son prix au carat.

À qualités égales relativement aux autres critères, plus une pierre fine est grosse, plus elle a de la valeur.

En général, les gemmes de grande taille permettent de mieux voir la couleur et/ou les effets optiques – comme les changements de couleur ou les variations de couleur.

Le poids des pierres fines et précieuses est traditionnellement indiqué en carats (ct)

C'est en 1907 que le carat a été défini en Europe comme un cinquième de gramme. Le poids en carat d'une pierre fine (ct) ne doit toutefois pas être confondu avec l'unité indiquant la pureté de l'or, également indiquée en Karat (K).

Les pierres gemmes de grandes dimensions sont toujours plus rares que les pierres de petites dimensions. Une pierre gemme de trois (3) carats aura toujours beaucoup plus de valeur que trois pierres pesant un carat, à qualités égales. Il peut arriver cependant qu'un groupe de plusieurs petites pierres vaille plus qu'une gemme unique, pour le même poids en carat.

Cela arrive par exemple lorsque le coût de la taille des différentes pierres dépasse la différence de prix initiale. En raison de leur rareté relative, les paires ou les groupes de pierres fines calibrées ensemble sont considérés comme valant plus que des pierres individuelles de même grosseur et de qualité équivalente.

Même si les 4 C représentent une base solide lors de la première observation de pierre gemme, d'autres facteurs doivent également être pris en ligne de compte.

2.1.2 Autres critères de qualité des pierres fines

Il y a un cinquième « C » qui revêt de l'importance : le pays d'origine (country).

5) Le pays d'origine ou country

Les pierres gemmes possédant un arbre généalogique riche en histoire et en légendes sont parfois considérées comme ayant plus de valeur que les pierres ne faisant état d'aucune racine dans le passé.

Toutefois, ce n'est pas toujours le cas : on peut citer comme exemple le cas de la tourmaline de Paraíba, qui a été découverte en 1989 seulement, et jouit d'une popularité sans relation avec son histoire récente.

En principe, le pays d'origine n'est pas une indication de qualité. Dans tous les gisements, on trouve des pierres de bonne et de mauvaise qualité. Bien entendu, quelques sources sont réputées, produire plus de gemmes de haute valeur que d'autres ; ici, l'indication de l'origine est donc également une indication de qualité. Ce n'est toutefois qu'une indication, pas une règle absolue.

Les saphirs du Sri Lanka, par exemple, ne sont pas tous d'une qualité leur permettant de mériter l'appellation de « saphir de Ceylan ». L'origine est un critère intéressant qui peut tout à fait contribuer à rendre une pierre fine plus attractive, mais qui ne fera pas souhaiter posséder une pierre si on ne la trouve pas belle.

Les désignations géographiques ne devraient être employées que lorsqu'elles indiquent la région d'où les pierres fines proviennent ; toutefois, les directives CIBJO (Confédération Internationale de la Bijouterie, Joaillerie, Orfèvrerie des diamants, perles et pierres) font de l'origine une question d'opinion.

Le sixième « C » représente la « Confiance ».

6)La confiance

Confiance, parce que les pierres gemmes doivent provenir de sources légitimes et ne soient pas utilisées afin de financer une guerre civile ou des actes terroristes.

Pour les diamants, cela est possible grâce aux Nations Unies et au Processus de Kimberley (www.diamondfacts.org).

2.1.3 Les autres vertus cardinales des gemmes

Outre la beauté, les deux autres caractéristiques des pierres gemmes sont :

1)La permanence

Lorsqu'ils sont manipulés avec soin, les pierres fines peuvent être transmises pendant de nombreuses générations. La permanence est une combinaison de trois propriétés :

- ✓ **Dureté** : La capacité d'une pierre gemme à résister aux rayures sur sa surface (selon l'échelle de Mohs).
- ✓ **Résistance** : La capacité d'une pierre gemme à résister à l'apparition de fractures (des cassures aléatoires, sans direction précise) ou aux fissures (des divisions le long

de plans bien définis). Il faut remarquer ici que la résistance et la dureté d'une pierre gemme ne sont pas fonction l'une de l'autre. Lorsqu'une pierre gemme est dure, cela ne signifie pas nécessairement qu'elle présente une grande résistance, et inversement.

- ✓ **Stabilité** : La capacité d'une pierre gemme à résister à des dommages physiques ou chimiques.

2) *La rareté*

Les pierres fines sont rares par définition, mais on peut dire d'emblée que certaines pierres sont plus rares que d'autres. S'il est approprié de parler de la rareté d'une pierre, celle-ci doit également être définie avec plus de précision. Une tanzanite (seul gisement connu en Tanzanie, près d'Arusha), par exemple, est littéralement mille fois plus rare qu'un diamant.

La rareté peut être définie de trois façons différentes, qui sont fréquemment indépendantes entre elles :

- a) géologique,
- b) marchande et
- c) comparative.

Ce n'est pas parce qu'une pierre gemme est rare d'un point de vue géologique qu'elle aura une plus grande valeur sur le marché, et inversement.

La beauté, le marketing et le succès jouent également un grand rôle. Les diamants en sont le meilleur exemple. La rareté peut aussi être à double tranchant parce qu'elle menace la rentabilité d'une pierre ; c'est le cas de la tsavorite (Grenat vert découverte en 1974 au Kenya, dans le parc national Tsavo), par exemple.

2.2. Une brève histoire des tourmalines

La tourmaline tire probablement son origine du cinghalais tora molli ou du tamul toramalli, termes usités dans l'île de Ceylan pour désigner les tourmalines jaunes, qui furent introduits en Europe occidentale dès 1703 par les marins hollandais. Signifiant littéralement « petites choses qui sortent de la terre », ces termes font probablement allusion à la faculté qu'ont les tourmalines d'attirer des particules de cendre lorsqu'on approche un cristal au voisinage d'un foyer éteint ; ainsi ces dénominations font référence aux propriétés électriques particulières de ce minéral. Quelques années plus tard, en 1707, Johann Georg Schmidt utilise les mots Turmalin et Turmale pour

désigner les tourmalines jaunes provenant de Ceylan. Ultérieurement, les minéralogistes français adopteront le nom de tourmaline.

Les premières utilisations en joaillerie de la tourmaline sont connues dès l'aube du premier millénaire de notre ère, notamment par une rubellite montée en cabochon sur une bague en or d'origine nordique. Durant l'Antiquité, les tourmalines ne semblent pas être considérées comme des gemmes à part entière contrairement à l'émeraude, au rubis, au saphir ou aux grenats. Cependant, certaines caractéristiques propres aux tourmalines permettent d'identifier ces espèces minérales dans divers écrits, notamment une substance dénommée lyngourion, dans le « Peri Lithon » de Théophraste (p287 à 372), présentée comme de l'urine animale solidifiée, et une pierre rouge d'Asie mineure appelée lychnis, dans l'« Histoire naturelle » de Pline l'Ancien (p23 à 79), douée de propriétés pyroélectriques caractéristiques de ces minéraux.

À partir du Moyen-Âge, le terme escarboucle (en allemand Karfunkel et en latin carbunculus littéralement « petit charbon », sous entendu ardent) est appliqué indistinctement aux tourmalines rouges, aux grenats et au rubis, en raison de l'absence, en ces temps, de méthodes susceptibles d'en faire une identification plus précise. La plus grosse tourmaline escarboucle est une pierre en forme d'oeuf de 250 carats datant probablement du XVIème siècle. Elle a appartenu à l'empereur Rudolph II qui mourut en 1612 et est conservée de nos jours dans la salle du trésor du Kremlin ; le minéralogiste russe Alexandre Fersman l'identifia en 1925 comme une tourmaline originaire de Birmanie. À la fin du XVème siècle, Muhammad Ibn Mansur dans son « Gawahirnama », un traité de gemmologie, fait référence à une pierre appelée La'l, qui, par sa couleur pouvant être rouge, jaune, violette ou verte fait indubitablement penser aux tourmalines.

Au XVIème siècle, marqué par un grand développement des exploitations minières en Europe centrale et la parution d'ouvrages consacrés à cette activité, on baptise schörl la tourmaline noire, dépourvue de valeur industrielle ou gemmologique.

Dans les ouvrages d'époque on la trouve orthographiée Schörl, Schörlein, Schörlyen, Schörl ou Schörlet. Selon linguistes ces noms dériveraient du vieil allemand Schör (déchet), du vendique zorlin ou du vieil allemand aufschirlin (gonfler). Notons toutefois que le grand minéralogiste Dana (1837) rapporte ce nom à un village de Saxe, Schörlaw, où des schörles ont été effectivement découverts.

Parallèlement, l'exploration et la conquête du Nouveau-Monde voit apparaître en Europe occidentale les premières tourmalines du Brésil. Ainsi, en 1565, Conrad Gesner, savant zurichois et

fondateur de la zoologie moderne, décrit, dans son « De rerum fossilium, lapidum et gemmarum maxim » des cristaux prismatiques dénommés Smaragdus Bresilicus (émeraude brésilienne). Le dessin des cristaux qui accompagne leur description montre sans ambiguïté qu'il s'agit de tourmalines.

Ultérieurement, Johannes de Laet (1647), Romé de l'Isle (1772) et Johann Caspar Zeisig (1730) finissent par distinguer deux types d'émeraudes en provenance d'Amérique du Sud, l'émeraude orientale et l'émeraude occidentale correspondant respectivement au béryl chromifère et aux tourmalines vertes. Ces dernières semblent provenir d'une mine, exploitée à l'époque par les Jésuites, près d'Espirito Santo, au Brésil.

Au cours du XVIII^{ème} siècle, la tourmaline commence à attirer l'attention du monde scientifique en raison de ses propriétés électriques, notamment après la présentation par le médecin et chimiste Nicolas Lémery en 1717, devant l'Académie royale des sciences de Paris, des caractéristiques « magnétiques » d'une tourmaline brune provenant de Ceylan. En 1756, Franz Ulrich Theodosius Aepinus, dans son « Mémoire concernant les quelques nouvelles expériences électriques remarquables », formule sa « loi de l'électricité de la tourmaline ».

À partir de cette publication, d'importants écrits se succèdent, notamment ceux de Benjamin Wilson & John Canton (1759), Johann Carl Wilke (1759, 1766, 1768). Ultérieurement, Romé de l'Isle (1772) et Torbern Bergman & Sven Rinman (1766) noteront que le schörl, dénommé respectivement « basalte transparent » et « Zéolithus vitreus electricus », peut être inclus dans le « lapis electricus » de Carl von Linné (1747) que cet auteur rebaptisera « Borax electricus » en 1768.

La fin du XVII^{ème}, marquée par la révolution française, voit aussi apparaître la première analyse chimique d'une tourmaline par Wondratscheck (1797), qui y trouve 46 % de silice, 46 % d'alumine, 4 % de Mg₂O₃, 2 % de carbonate et 2 % d'eau. À cette époque, la rubellite, alors appelée « schörl rouge de Sibérie », était considérée comme l'une des trois gemmes les plus rares, les deux autres étant la diopside, alors dénommée « émeraude de cuivre », et l'euclase que l'on considérait être une « sorte d'aigue-marine en cristaux aigus ».

À l'aube du XIX^{ème}, le minéralogiste majeur que fut l'abbé René-Just Haüy établit, dans son *Traité de Minéralogie*, publié en 1801, l'apparence à un même groupe schörl, de la tourmaline et de la rubellite initialement décrite par Kirwan (1794) dans ses *Elements of Mineralogy*. Après ces découvertes, il faudra attendre la fin du siècle pour qu'en 1883, Tschermark identifie la dravite qui vient ainsi enrichir d'une nouvelle espèce le groupe de tourmalines.