

Les diamants incolores de bijouterie

Franck NOTARI

En joaillerie, les diamants incolores sont classés suivant des critères de taille, de poids, de couleur et de pureté.

Les diamants que nous voyons sur les pages des magazines ne nous montrent qu'une part réduite de leur histoire. Ces pierres scintillantes sont initialement des «événements géologiques» rares. C'est ainsi que certains des plus beaux d'entre eux quittent brusquement ces milieux profonds où règnent les conditions de température et pression énormes qui ont présidé à leur formation. Issus de la très ancienne histoire de notre Terre, ils se sont naturellement intégrés à l'histoire des hommes. Ces derniers ne pouvaient rester indifférents devant ce rare minéral plus dur que tous les autres, que plus tard ils découvrirent si brillant. Les hommes se mirent à l'appivoiser, à s'en parer, à l'observer, à l'étudier.

L'analyse d'un diamant taillé nous fait avant tout juger du travail de l'homme qui s'y est confronté. Voir

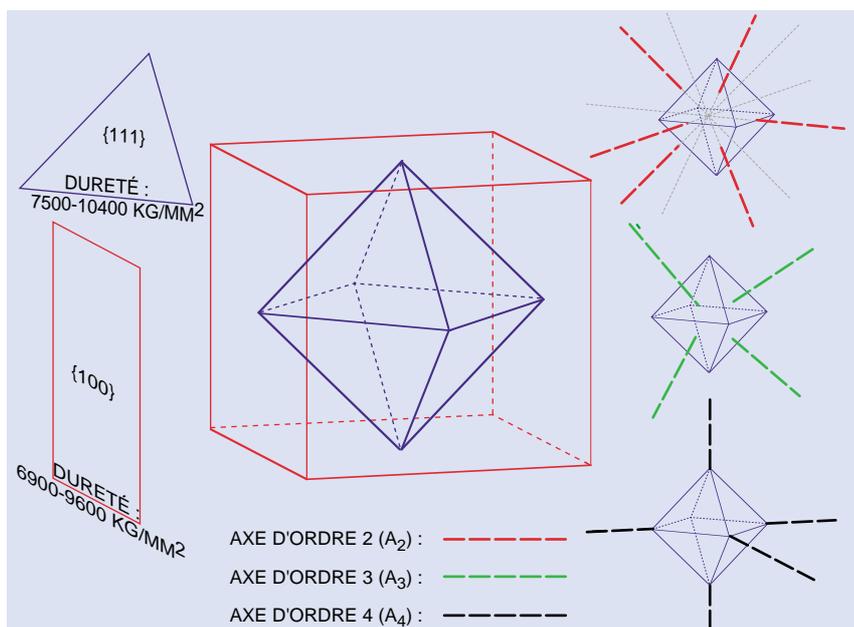
sous le microscope un poli sans défaut et des proportions qui libéreront l'éclat de la pierre raccourcit le temps et nous communique l'émotion du lapidaire qui de son art sans mensonge nous aura révélé le feu de la Terre

Le diamant aura résisté plus de dix-huit siècles avant de dévoiler ses feux! De la première mention de son existence dans un manuscrit hindou du IV^e siècle avant notre ère, jusqu'aux premières tailles qui apparaissent à la fin du XIV^e siècle en Italie, les lapidaires n'avaient à leur disposition que les poudres de corindon (comme le rubis) de Naxos (Grèce), inefficaces pour façonner cette pierre extraordinairement dure. Le diamant avait alors sa forme naturelle d'octaèdre, caractéristique du diamant dont les atomes sont rangés suivant des cubes.

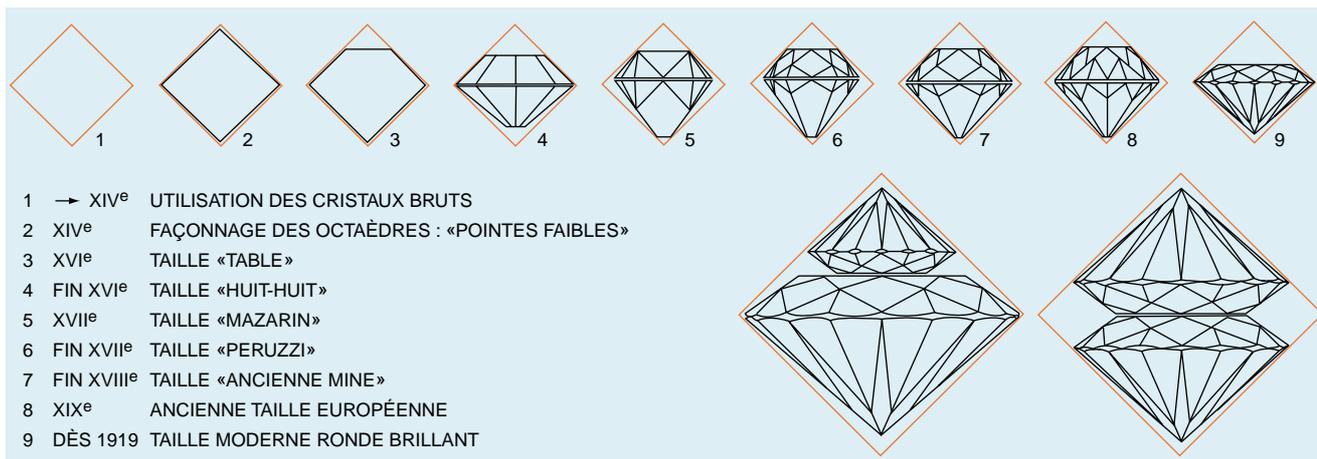
L'utilisation de poudre de diamant de granulométrie adéquate, fort rare à

l'époque, associée à un petit angle d'attaque par rapport aux faces de l'octaèdre a présidé à la naissance de la première taille dite en «pointes faites»??. L'orientation exacte des faces de l'octaèdre est très difficile à polir, car c'est celle qui présente la dureté maximum du diamant (voir la figure 1). Si on abrase cette face avec un angle faible (2 à 3°) la dureté diminue considérablement, parfois de près de la moitié suivant la direction de polissage. Cette technique produisait des octaèdres légèrement déformés et polis. Ce tour de force ne semblait pas changer grand-chose en regard des beaux octaèdres naturellement bien formés utilisés en Inde depuis longtemps. Toutefois, certains cristaux aux arêtes et aux points égrésés (abrasés) ou mal formés inciteront les lapidaires à y façonner des facettes supplémentaires, ouvrant la voie à six siècles de recherches et d'inventivité.

Ce travail intense engendrera les tailles très élaborées qui, dès le XVII^e siècle, ne seront plus soumises aux



1. LE CRISTAL DE DIAMANT BRUT est le plus souvent sous forme d'un octaèdre. La dureté du diamant dépend des orientations des faces et des directions au sein d'une même orientation. Ainsi, sur les faces de l'octaèdre, la dureté peut atteindre 10 400 kilogrammes par millimètre carré, tandis qu'hors orientation cristalline, la dureté peut chuter à 5 700 kilogrammes par millimètre carré. L'octaèdre est inclus dans un cube et on peut y repérer des axes de symétries. Sur la photographie ci-dessus, on note au centre d'un diamant incolore vu par le dessus une structure octaédrique dont une face est parallèle à la table.



- 1 → XIV^e UTILISATION DES CRISTAUX BRUTS
- 2 XIV^e FAÇONNAGE DES OCTAÈDRES : «POINTES FAIBLES»
- 3 XVI^e TAILLE «TABLE»
- 4 FIN XVI^e TAILLE «HUIT-HUIT»
- 5 XVII^e TAILLE «MAZARIN»
- 6 FIN XVII^e TAILLE «PERUZZI»
- 7 FIN XVIII^e TAILLE «ANCIENNE MINE»
- 8 XIX^e ANCIENNE TAILLE EUROPÉENNE
- 9 DÈS 1919 TAILLE MODERNE RONDE BRILLANT

2. LA TAILLE DES DIAMANTS a évolué.

Initialement, les diamants n'étaient pas taillés et l'on avait l'octaèdre régulier brut. L'utilisation optimale de la masse du cristal, afin de limiter les pertes, et les techniques de taille moderne ont permis d'aboutir à la taille brillant moderne, et même de tailler deux pierres dans un seul octaèdre régulier. L'optimisation du rendement nécessite un choix judicieux de la découpe initiale, car le prix des diamants n'est pas une fonction linéaire du poids. Des tailles dites fantaisies (*à droite*) sont façonnées dans des cristaux de morphologie différente. C'est le cas des gros diamants dont le brut est souvent de forme irrégulière et pour lesquels on cherche une forme de taille optimale. Aujourd'hui, le laser permet des tailles inimaginables naguère, comme cette étoile (*ci-contre*).



seules contraintes mécaniques du matériau, mais à une exploitation optimale de sa brillance. Outre selon la taille, dont nous suivrons l'évolution, nous verrons que le diamant est classé suivant d'autres critères bien précis : la couleur, la pureté et, bien entendu, le poids. L'évaluation de ces critères de qualités est déterminante pour la valeur des pierres : deux diamants de même poids, mais dont l'un est moins incolore que l'autre pourront avoir des prix variant d'un facteur deux ou trois à vérifier.

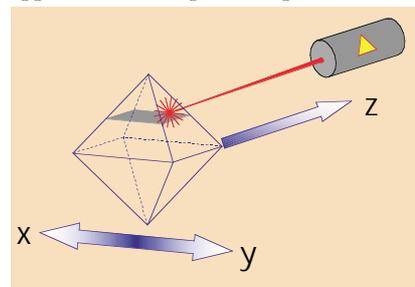


simple contrainte de dureté et met en évidence les propriétés optiques du diamant.

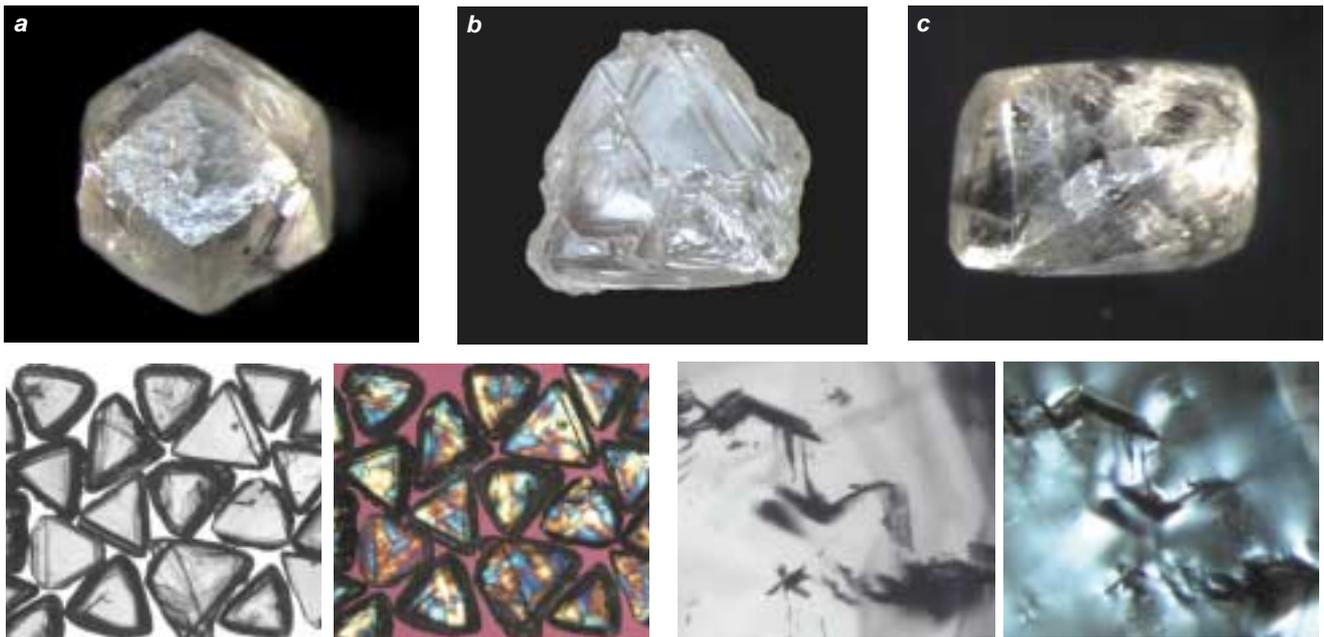
Ces étapes décrites brièvement concernent l'évolution de la seule taille ronde brillant. Durant la même période, le façonnage du diamant, fonction des formes des bruts et de l'esprit créatif des tailleurs, a engendré un éventail de formes. Aujourd'hui, on rencontre couramment sur le marché plus de soixante-dix variantes de tailles rondes et de tailles dites «fantaisie» (marquise, triangle, ovale, poire, rectangle pans coupés, cœur, etc.). Indépendamment de l'aspect esthétique, les tailles «fantaisie» permettent l'exploitation plus rationnellement des bruts de morphologies différentes de l'octaèdre régulier. Ces cristaux peuvent être des dodécaèdres allongés ou distordus dans plusieurs directions, des tétraèdres (rare), des macles, des cristaux accolés ou être de forme indistincte après dissolution partielle (voir *La forme des cristaux*, par Ichiro Sunagawa et Emmanuel Fritsch, dans ce dossier).

Du brut à la pierre taillée

Toutes les opérations qui président au façonnage des diamants par les méthodes classiques se fondent sur une combinaison de savoir-faire et d'habileté. Jusqu'à une époque récente, dans les grands centres de taille (Anvers, New York, Ramat-Gan et Bombay), chaque étape du processus de façonnage constituait un métier à part entière. Certaines étapes nécessitent une approche si fine que les lapidaires char-



3. DANS LE SCIAGE PAR LASER, le diamant est animé d'un mouvement longitudinal (x-y) et progresse vers la source (z).



4. FACE À LA PIERRE BRUTE DE FORME VARIÉE, comme l'attestent les cristaux de diamant (a, b, c), le tailleur doit repérer les orientations, les tensions internes et les défauts. La lumière polarisée fait apparaître ces tensions internes par leur couleur, qui se soit pour des cristaux «maclés» et tétraédriques (c), que pour des inclusions

(d). Ces défauts fragilisent les pierres et rendent l'opération de taille plus délicate, notamment lors du sciage de la pierre. Toutefois, le sciage de la pierre à l'aide d'un laser provoque moins d'accidents dans les zones de tension, comparativement au traditionnel sciage par clivage, sensible aux orientations cristallines.

gés de ce travail se spécialisent dans le façonnage de certaines formes uniquement. Hors de ces grands centres, les diamantaires (terme adéquat pour désigner les tailleurs de diamant) effectuent toutes les opérations de façonnage. Pour finir, la plus haute compétence est requise pour la retaille ou retouche des diamants déjà taillés, suite à un dommage ou afin d'obtenir une meilleure brillance. Les pierres remises aux diamantaires spécialisés dans ce type d'intervention présentent de grosses difficultés eu égard à la contrainte de conservation d'un poids final maximum, de réaction intempestive de la matière lors du façonnage (fracture, clivage) ou, lors de retaille complète, du choix de la nouvelle forme.

Certaines critiques ont été émises lors de la retaille complète de pierres célèbres. De telles interventions sont-elles justifiées sur une pierre historique? Ne devrait-on pas plutôt conserver en l'état ces précieux (dans tous les sens du terme) témoignages de l'histoire plutôt que de leur appliquer les critères de symétrie et de brillance appliqués aux diamants d'aujourd'hui?

La forme et l'orientation de la future pierre dépendent de la morphologie du brut (voir la figure 4) et de la distribution des éventuelles inclusions. Lorsque la surface du brut est opaque, le diamantaire doit ouvrir de petites surfaces polies

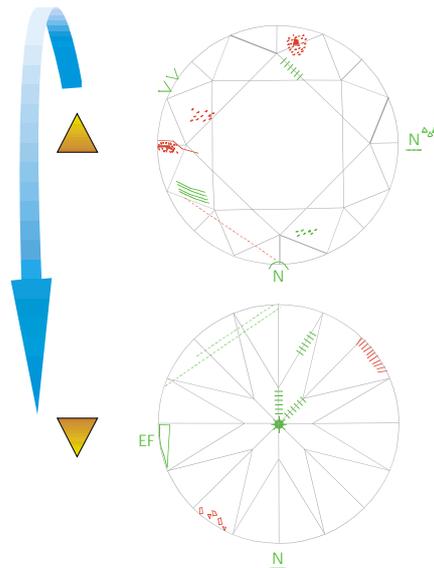
(des «fenêtres») qui lui permettent voir à l'intérieur du cristal. L'appréciation de la distribution des inclusions requiert une certaine habitude, car la position apparente d'une inclusion est modifiée par les propriétés optiques du diamant.

La première opération consiste à partager les pierres brutes en deux ou plusieurs morceaux de forme optimale. Lors de cette étape, on élimine également les parties contenant trop d'inclu-

sions disgracieuses ou des défauts de structure cristalline. Ce partage se fait soit par clivage, soit par sciage. Dans un octaèdre régulier, les surfaces obtenues par clivage ou sciage correspondent plus ou moins à l'orientation de la future table (voir la figure 1). Le clivage, qui consiste à fendre la pierre suivant des directions préférentielles, ne se pratique quasiment plus aujourd'hui.

Le sciage est né de la nécessité de partager des pierres dans des directions qui ne correspondent pas à celles des plans de clivage, à cause de leur forme ou de la position des impuretés. Cette méthode, apparue au XVII^e siècle, s'affranchit partiellement des contraintes de direction et permet d'exploiter plus rationnellement les bruts. Le sciage à l'aide de scies circulaires, en bronze phosphoré et enduites d'un mélange de poudre de diamant et d'huile d'olive, est encore majoritairement utilisé. Toutefois, depuis les années 1970, l'utilisation du laser s'accroît. La qualité et l'efficacité du «trait de scie» au laser autorisent la coupe des diamants sans tenir compte des différentes orientations cristallines. Cette technique provoque moins d'accidents dans les zones de tensions ou contenant des inclusions (voir les figures 4d et 4e).

Lors du débrutage, on donne à la pierre sa forme future (la préforme,



5. DIAGRAMME DE CERTIFICAT avec les symboles représentant les caractéristiques internes et externes et l'indication du sens de basculement (l'orientation relative des faces).

nommée également la «toupie» pour la taille ronde). Aujourd'hui, le rondiste (bruté à poli) peut être achevé à la fin de cette étape. Le débrutage s'effectue par abrasion d'un diamant contre un autre diamant en un mouvement rotatif. C'est une opération «homérique» et bruyante, car les contraintes mécaniques sont énormes. Elle est de plus délicate et nécessite beaucoup de soin. Là aussi le laser a montré son efficacité et le débrutage au laser est maintenant si précis qu'il permet de tailler les premières facettes de la mise en croix et de se passer de l'étape suivante du lapidage.

Le lapidage ou mise en croix est la première étape de taille à proprement parler. Elle consiste à tailler un nombre défini de facettes, de forme et d'orientation précises, qui seront le point de départ de la géométrie finale du diamant.

Le façonnage de la pierre s'achève par le brillantage. Les facettes définitives sont taillées et polies. La géométrie de la pierre est optimisée pour respecter au mieux les proportions requises. Dans certains cas, le rondiste est également facetté. Là encore, l'obtention de la forme, de l'orientation et du poli des facettes nécessite du soin, notamment pour trouver le «fil» (orientation optimale d'arrachage des particules du diamant), cette direction d'usure étant indispensable à l'obtention d'un bon poli.

La taille ronde brillant est aujourd'hui la plus répandue. Cette taille comporte 57 ou 58 facettes, table comprise (voir la figure 6). Cette taille résulte d'un excellent compromis entre les impératifs d'utilisation optimale du volume d'un brut octaédrique régulier et le meilleur rendu de brillance. Pour des diamants exceptionnels, la taille ronde devient inadaptée, notamment parce que la table de la taille brillant ferait ressembler ces pierres à des phares de voitures. On préférera alors des tailles qui respectent mieux la forme de la pierre brute et qui comprennent parfois jusqu'à une centaine de facettes.

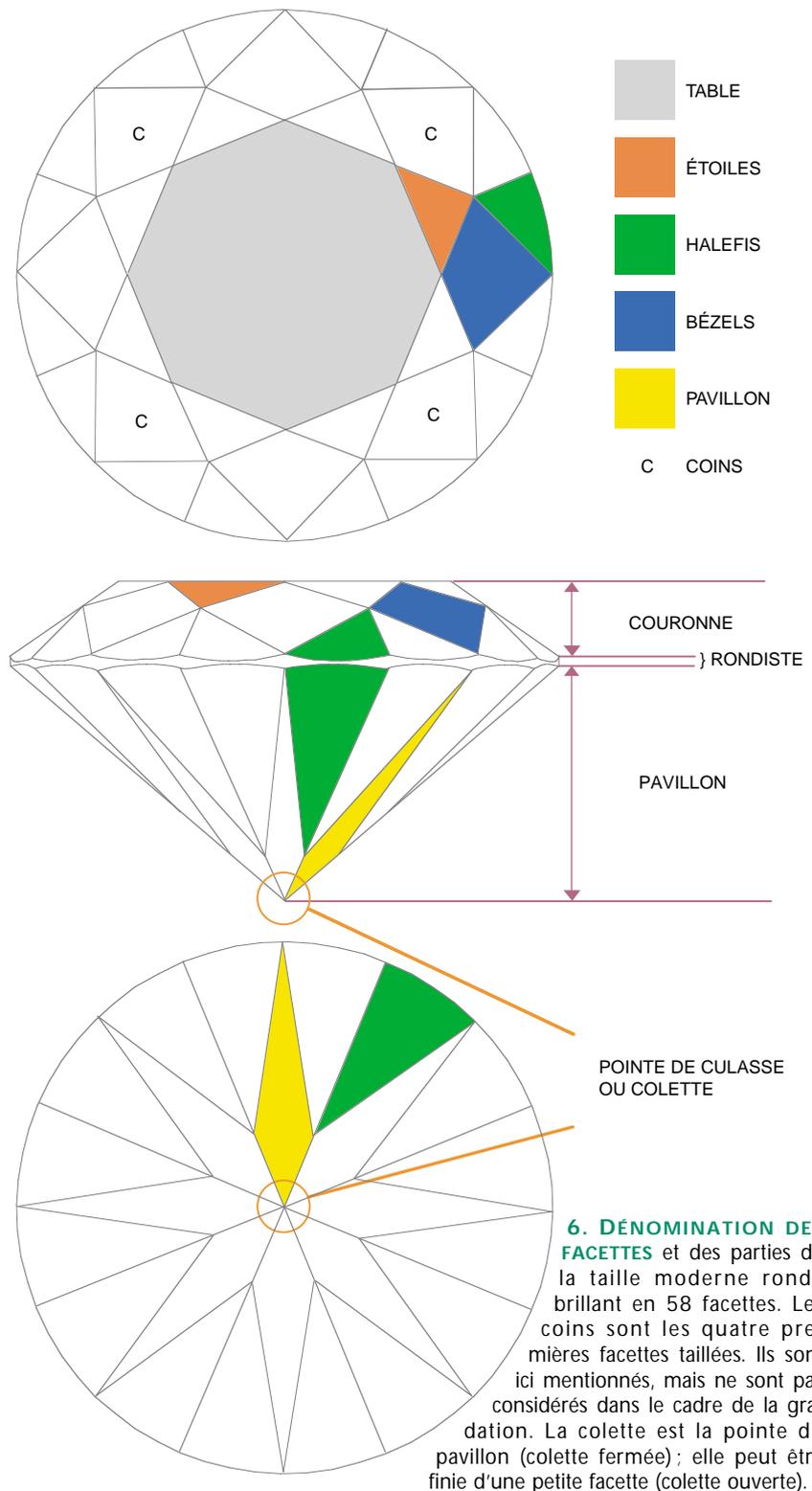
Les certificats

Le négoce de tout produit se fonde sur une caractérisation du produit, car l'établissement de sa valeur marchande, abstraction faite de son coût de production (matière première, facture), intègre la notion de comparaison. Pour le diamant, cette caractérisation indique bien évidemment ses dimensions mais surtout sa qualité puisque

c'est ce dernier critère qui engendre les plus grandes variations de prix.

Tous les diamants ne sont pas égaux. À poids et forme équivalents, deux diamants peuvent présenter des écarts de prix substantiels, fonction de leurs qualités respectives. Jusque vers les années 1970, la définition des critères de qualité s'effectuait de manière floue, utilisant

un vocabulaire très imprécis et variable, ce qui laissait la porte ouverte aux abus. L'apparition de rapports ou certificats émis par des laboratoires spécialisés et utilisant un langage commun a aidé à uniformiser l'appréciation des caractéristiques qualitatives des diamants : le verdict est devenu reproductible d'un laboratoire à l'autre.



Quelles informations sont-elles portées sur un certificat? La masse, la forme et le type de taille, les dimensions, la couleur, la pureté, les proportions de taille (table, hauteur), la symétrie, le fini (poli, rondiste, colette), la fluorescence et d'éventuels commentaires, selon les particularités de la pierre examinée. La masse, lorsqu'elle est exprimée à deux décimales, sera toujours arrondie au centième inférieur, sauf si le millième est 9, où elle sera arrondie au centième supérieur (2,268 = 2,26 carats, 2,269 = 2,27 carats). Notons que le carat du diamant, unité de masse de 0,2 gramme, ne doit pas être confondu avec le carat qui sert pour indiquer l'indice de pureté de l'or et d'autres alliages (or pur = 24 carats ;

alliage contenant 18/24 partie d'or, soit 75 pour cent = 18 carats, etc.).

L'établissement des documents émis par les laboratoires obéit aujourd'hui à des protocoles rigoureux. Ceci dit, les grades attribués représentent les opinions de spécialistes expérimentés et non des verdicts *ex cathedra*, car quelle que soit la qualité des analyses ou le niveau de qualification des opérateurs, les grades relèvent toujours d'une appréciation humaine, non quantifiable par une méthode instrumentale.

La couleur

La perception de la couleur est variable d'un individu à l'autre. Plusieurs facteurs altèrent cette per-

ception. Ces facteurs résultent de différents phénomènes physiologiques liés aux conditions d'observation, les écarts de température de lumière selon les sources, l'environnement lors de l'observation, la complication des propriétés optiques des diamants, etc. À cette problématique, il faut ajouter que cette gradation de couleur concerne des diamants dits «incolors», ce qui fait intervenir l'appréciation de couleurs très lumineuses (contenant beaucoup de blanc), comprises généralement entre incolore et jaune pâle. Dans cette gamme de luminosité d'une couleur, la distinction entre deux grades relève d'un niveau de perception subtil, et doit de plus être une opération reproductible par d'autres laboratoires. Ces difficultés ont amené les laboratoires à définir des protocoles de gradation de la couleur rigoureux. La couleur des diamants dits incolores est gradée en référence à une échelle alphabétique de D à Z.

Le grade de couleur le plus élevé est D. Cette lettre a été choisie par l'Institut gemmologique américain (GIA) afin d'éviter toute confusion avec une ancienne notation A, B et C. La lettre D caractérise un diamant quasiment incolore, pour autant qu'un diamant puisse être absolument incolore. Étant donné que les pierres étalons sont des seuils, il faut comprendre que tous les diamants D sont plus incolores que la référence qui a servi à les classer (*voir la figure 7*). Les pierres dont la couleur est inférieure à la lettre L sont notées M. à Z et ne font généralement pas l'objet d'une caractérisation précise.

Ces grades de couleur sont des unités de mesure et comme telles, elles nécessitent des étalons de référence. Ces étalons sont des séries de diamants choisis en fonction de critères précis.

En 1978 le comité exécutif de la Confédération internationale de la bijouterie, joaillerie orfèvrerie (CIBJO) a choisi une série de sept diamants étalons (de 1,00, 1,17, 1,07, 1,03, 1,00, 1,17 et 1,09 carat), en décidant de ne jamais en changer. L'élaboration d'une telle série a permis d'instaurer un système de gradation précis et reproductible. Le comité CIBJO déclare avoir choisi ces étalons «visuellement» et que «toute mesure faite au moyen d'instruments n'aurait qu'une valeur indicative». Cette démarche pertinente présente, entre autres, l'intérêt de définir la couleur d'une pierre par une méthode qui se réfère à son usage final, à savoir

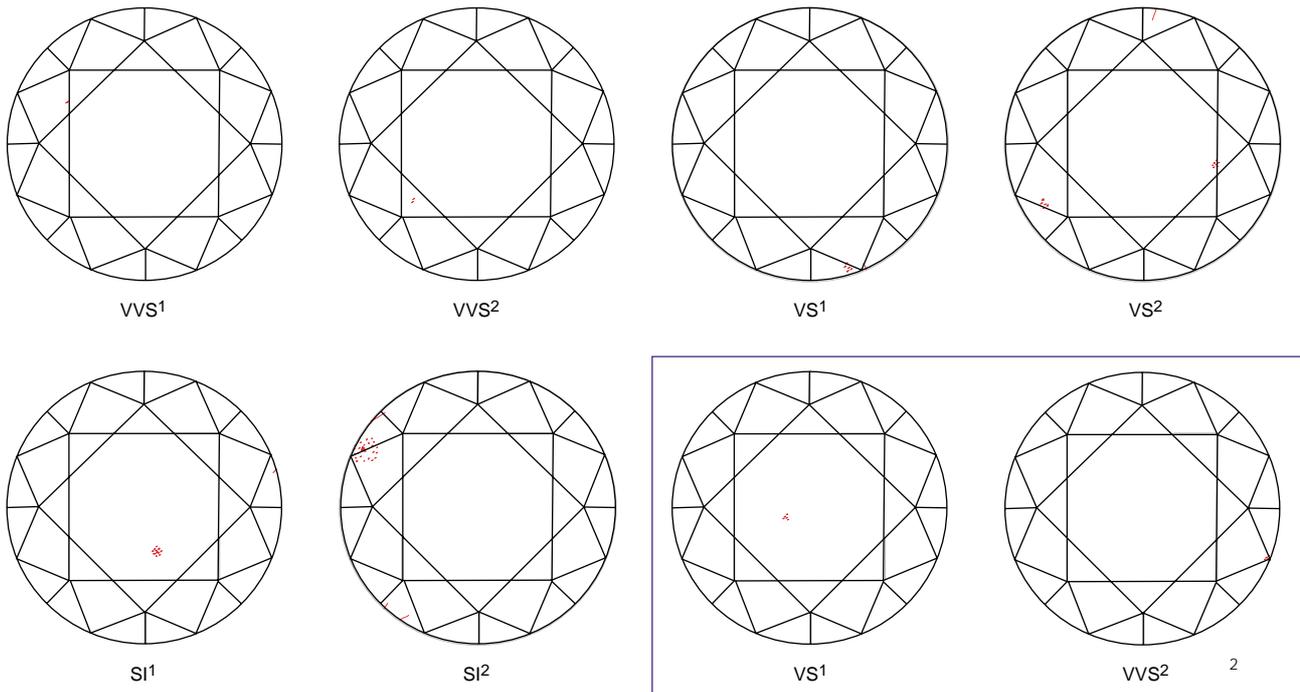


GRADES DU GIA	ÉCHELLE INTERNATIONALE DE GRADATION DE LA COULEUR (IDC)	TERMES TRADITIONNELS
D	BLANC EXCEPTIONNEL +	RIVER
E	BLANC EXCEPTIONNEL	
F	BLANC EXTRA +	TOP WESSELTON
G	BLANC EXTRA	
H	BLANC	WESSELTON
I	BLANC NUANCÉ	TOP CRYSTAL
J		CRYSTAL
K	LÉGÈREMENT TEINTÉ	TOP CAPE
L		
M	COULEUR TEINTÉE 1 ***	CAPE
N		
O	COULEUR TEINTÉE 2 ***	LIGHT YELLOW
P		
Q		
R	COULEUR TEINTÉE 3 ***	YELLOW
S-Z	COULEUR TEINTÉE 4 ***	

DIAMANTS DE COULEUR SPÉCIALE (FANCY DIAMONDS)

*** subdivisions facultatives.

7. LES PIERRES ÉTALONS (*en haut*) représentent des seuils de couleur. Tous les diamants sont donc moins colorés que les grades qui leur sont attribués. Avec une série de diamants étalons et un protocole rigoureux, les gemmologues classent les pierres de manière quasi univoque, d'où une équivalence entre les deux systèmes en vigueur. Dans ce protocole, l'éclairage est normalisé et le choix de l'orientation est crucial (*cartouche*).



DÉFINITION DES GRADES DE PURETÉ SELON LES RÈGLES DE L'IDC DE MAI 1979

FL	PUR À LA LOUPE	UN DIAMANT EST DIT PUR À LA LOUPE DIX FOIS SI, SOUS CES CONDITIONS, IL EST ABSOLUMENT TRANSPARENT ET EXEMPTS D'INCLUSION.
IF	LC	
VVS ¹	VVS ^{**}	MINUSCULE(S) INCLUSION(S) TRÈS DIFFICILEMENT VISIBLE(S) À LA LOUPE 10 FOIS.
VVS ²		
VS ¹	VS ^{**}	TRÈS PETITE(S) INCLUSION(S) DIFFICILEMENT VISIBLE(S) À LA LOUPE 10 FOIS.
VS ²		
SI ¹	SI ^{**}	PETITE(S) INCLUSION(S) FACILEMENT VISIBLE(S) À LA LOUPE 10 FOIS, INVISIBLE(S) À L'ŒIL NU PAR LE CÔTÉ DE LA COURONNE
SI ²		
P ¹	P	INCLUSION(S) TRÈS FACILEMENT VISIBLE(S) À LA LOUPE 10 FOIS, DIFFICILEMENT VISIBLE(S) À L'ŒIL NU PAR LE CÔTÉ DE LA COURONNE ET N'ALTÉRANT PAS LA BRILLANCE
P ²		
P ³		
		GRANDE(S) ET/OU NOMBREUSE(S) INCLUSION(S) FACILEMENT VISIBLE(S) L'ŒIL NU PAR LE CÔTÉ DE LA COURONNE ET ALTÉRANT LÉGÈREMENT LA BRILLANCE
		GRANDE(S) ET/OU NOMBREUSE(S) INCLUSION(S) TRÈS FACILEMENT VISIBLE(S) L'ŒIL NU PAR LE CÔTÉ DE LA COURONNE ET ALTÉRANT DISTINCTEMENT LA BRILLANCE

** Les degrés VVS, VS et SI ne peuvent être subdivisés que pour les grandeurs de 0.47 carat et plus.

8. LA PURETÉ DES DIAMANTS est fondée sur le type d'inclusion et sur leur position. On a dessiné en haut des exemples de grades reportés sur des diagrammes. La position d'une même inclusion modifie son classement de pureté, comme l'illustrent les exemples portés dans le rectangle inférieur droit. Les inclusions situées dans le pavillon mais visibles seulement depuis celui-ci, seront reportées sur la face verso du diagramme. Lorsqu'elles sont également visibles de la table, elles figurent sur les deux vues. Les diagrammes portent des symboles figurant les caractéristiques internes (*ci-contre*). La définition du classement de pureté a été définie selon des règles établies en 1979.

	POINT		GRANDE INCLUSION NOIRE OU COLORÉE
	GROUPE DE POINTS		INCLUSION NOIRE OU COLORÉE ENTOURÉE D'UN NUAGE
	TACHE NOIRE		PETIT CLIVAGE OU FISSURE
	GROUPE DE TACHES NOIRES		CLIVAGE OU FISSURE PLUS IMPORTANTS
	OU		FRANGES DU RONDISTE
	CRISTAL INCOLORE		CLIVAGE DU RONDISTE ENTOURÉ PAR UN NUAGE
	GROUPE DE CRISTAUX INCOLORES		LIGNE DE CROISSANCE OU DE MACLE INCOLORE
	CLIVAGE AUTOUR D'UN CRISTAL INCOLORE		LIGNE DE CROISSANCE OU DE MACLE, COLORÉE OU NOIRE

	PETIT NATUREL		RAYURE
	NATUREL AVEC TRIGONES		TRACE DE POLISSAGE
	NATUREL INDENTÉ		MARQUE D'INDENTATION
	ENTAILLE AU RONDISTE		LIGNE DE CROISSANCE OU DE MACLE
	PETITE ZONE BRUTÉE AU RONDISTE		CALETTE BRUTÉE
	RONDISTE BRUTÉ		CALETTE ABRASÉE
	FRANGES DU RONDISTE		FACETTE SURNUMÉRAIRE
	GROUPE DE PETITS POINTS		ARÊTE ABÎMÉE
	CAVITÉ		

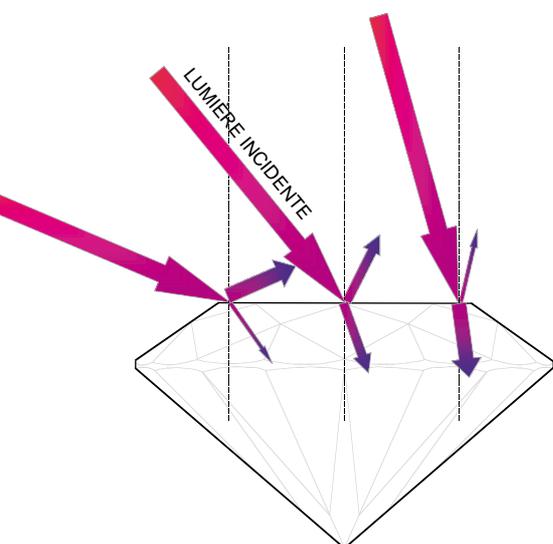
9. SYMBOLES DE REPRÉSENTATION des caractéristiques externes d'un diamant que l'on reporte sur un certificat.

l'emploi d'un diamant en tant que bijou, à seule fin d'être porté et... d'être vu!

Chaque laboratoire possède une ou plusieurs séries de diamants qui sont en principe étalonnés sur une série officielle. Le choix de ces séries est lui aussi soumis à des règles précises (notamment poids minimum de 0,7 carat, bonne proportion, fluorescence négligeable et aucune inclusion altérant la couleur). Il existe dans le monde plusieurs séries officielles représentatives des choix effectués par différents laboratoires ou organisations. Si ces séries officielles présentent encore des différences, elles sont suffisamment faibles pour ne pas perturber la tendance actuelle d'uniformisation des critères utilisés par les différents laboratoires. En tout état de cause, les modestes variations que l'on constate encore aujourd'hui n'ont plus rien à voir avec la confusion qui prévalait avant les années 1970.

Le but de la gradation de la couleur est de quantifier l'importance du jaunissement, généralement dû à des impuretés d'azote (voir *La couleur des diamants*, par Emmanuel Fritsch et James Shigley, dans ce dossier). Ces diamants présentent généralement une fluorescence bleue d'intensité variable qui résulte d'un mécanisme atomique de restitution de l'énergie absorbée. La fluorescence fait l'objet d'une gradation décrite en fin d'article. Notons que la mise en évidence du jaunissement s'inscrit dans l'échelle de couleur des diamants dits « incolores ». Ces diamants n'ont rien à voir avec les diamants jaunes colorés (canari par exemple), dont la teinte provient de mécanismes physiques différents.

Pour cet examen, la température des éclairages est normalisée (entre 5 000 et 6 500 kelvins). L'appréciation de la couleur d'un diamant se fait par comparaison avec des pierres étalons selon un protocole précis. Notamment, le fond doit être blanc et non fluorescent, l'angle d'observation doit permettre de s'affranchir des réflexions, afin de percevoir clairement la teinte de masse par la diffusion de la lumière depuis le fond; l'examen doit être pratiqué par deux spécialistes expérimentés qui doivent parvenir aux mêmes conclusions afin de remédier aux variations d'inter-



10. LES QUANTITÉS DE LUMIERE réfléchi et réfracté par un diamant varient en proportions inverses: la quantité de lumière réfléchi est proportionnelle à l'angle d'incidence du rayon incident, tandis que la quantité de lumière diffractée lui est inversement proportionnelle. La lumière réfractée créera ensuite des réflexions internes et le phénomène de dispersion.

prétation individuelles qui résulteraient de la fatigue ou d'autres causes.

La précision de la méthode a permis de définir des pierres étalons représentant des fractions de grade, très utiles pour préciser la teinte de certains diamants.

Les grades de couleur émis ne sont formulés que selon deux terminologies, celle de du GIA et celle du Conseil international du diamant (ICD). Ces deux terminologies sont presque équivalentes, mais celle du GIA est la plus largement utilisée et tous les diamants exceptionnels sont gradés à l'aide de cette notation.

La méthode est efficace et, en principe, une pierre analysée dans deux laboratoires utilisant le même protocole obtient le même grade de couleur. Bien entendu, la stricte application de ces protocoles d'évaluation de la couleur ne suffit pas toujours à statuer: un certain nombre de particularismes (diamants bruns très pâles, etc.) fait que l'expérience des gemmologues est souvent mise à contribution afin de statuer avec justesse.

La pureté

La croissance des diamants passe par plusieurs phases de pression et température. Ces différentes phases créent à l'intérieur des cristaux des marques structurales ou défauts. Ce sont des cavités de différentes tailles et morphologies, isolées ou en groupes, des fractures, clivages, fissures de tension, des lignes ou plans de croissance et des phénomènes structurels complexes. De surcroît, au cours de ses étapes de croissance, le diamant peut intégrer dans son volume d'autres substances minérales que l'on nomme des inclusions solides. Si ces inclusions font le bonheur des géologues, car elles témoignent des avatars de la vie mouvementée des diamants à l'intérieur de la Terre (voir *Le musée de profondeurs*, par John Koivula, dans ce dossier), leur présence n'est pas compatible avec la finalité de leur usage en joaillerie. Des inclusions trop nombreuses ou trop grandes nuisent à l'aspect de la pierre. La quantité et la nature des inclusions d'un diamant jouent donc un rôle prépondérant dans son évaluation.

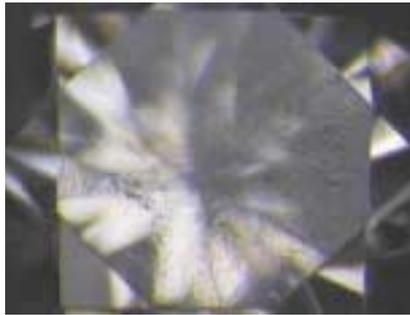
Comme pour la couleur, une échelle de grades a été élaborée (voir la figure 8), mais, dans ce cas, les laboratoires ne procèdent pas par comparai-

son avec des pierres étalons. La création de séries étalon serait une tâche démesurée tant sur le plan de la reproductibilité que celui de l'éventail des pierres nécessaire pour représenter la variation de nature et de distribution des inclusions rencontrées dans le diamant. La règle veut donc que la pureté d'un diamant s'apprécie en fonction de l'acuité visuelle de l'expert et à l'aide d'une loupe (de grossissement dix fois, achromatique et aplanétique), dans des conditions d'éclairage définies.

En laboratoire, le travail doit être effectué d'abord à la loupe de grossissement dix fois pour l'estimation du grade de pureté, puis au microscope binoculaire pour l'établissement du diagramme, c'est-à-dire la vérification de la première appréciation du grade et l'identification précise de la nature des inclusions observées ainsi que leur distribution dans la pierre. Si certains laboratoires procèdent à l'évaluation de la pureté directement au microscope, ce n'est possible que pour des opérateurs possédant une solide expérience. En effet, cette méthode nécessite de «corriger» leur appréciation dans la mesure où une observation au microscope révélera, à grossissement égal, plus d'inclusions qu'il n'en sera décelable avec une loupe.??? pourquoi si grossissement égal???

Sur les certificats figurent des diagrammes sur lesquels les caractéristiques internes du diamant sont notées en rouge selon une codification établie (voir la figure 8). Ces diagrammes permettent principalement de justifier les grades attribués, car plusieurs facteurs d'appréciation décident du verdict. Par exemple, une inclusion d'un type et d'une taille donnés, pourra, selon sa position modifier le grade de la pierre qui la recèle. Ces diagrammes permettent également de reconnaître la pierre. En effet, pour autant que le diamant possède quelques inclusions, la distribution spatiale de ces dernières n'a statistiquement aucune chance de se répéter dans une autre pierre de mêmes poids, couleur et dimension. Le grade le plus recherché est «pur à la loupe», selon la terminologie CIBJO, «sans défaut» (*flawless*) ou «sans défaut interne» (*internally flawless*), selon la terminologie du GIA.

12. SELON LES CONDITIONS de croissance ou l'importance de la dissolution, le diamant présente des surfaces aux morphologies diverses (grossissement 80 à 120 fois).



11. LES MARQUES DE BRULURES accidentelles sur la table d'un diamant incolore résultent de la vaporisation de petites fractions du diamant.

La gradation de la surface

Outre les caractéristiques internes, la surface fait l'objet d'un examen et d'une gradation particulière. L'examen de surface caractérise la qualité de finition du diamant, indépendamment de la gradation spécifique du poli. Cet examen fait l'objet d'une description reportée sur le diagramme des certificats à l'aide de signes conventionnels de couleur verte (voir la figure 9).

Cette notation rend compte de trois types de caractéristique qui résultent soit des phases de taille et de polissage, soit qui sont d'origine naturelle, soit qui résultent de dommage. Les défauts de taille et de polissage sont les marques résiduelles de taille, les marques en «peau de serpent», les marques de brûlure, les facettes surnuméraires, les franges de rondiste (barbes) et défauts de finition du rondiste et de la colette.

Pour les défauts de surface naturels,

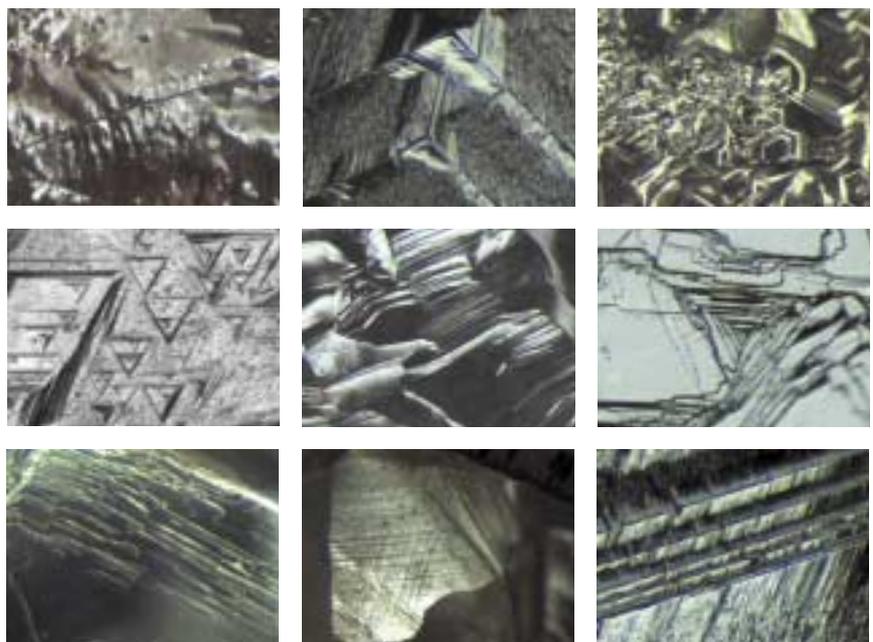
on trouve des lignes dites «de macles» (en général dues à des plans de glissement, plus rarement à une macle), des structures de croissance et la subsistance de la surface du brut au rondiste et à la colette (naturels). Enfin, les «accidents» postérieurs à la taille peuvent altérer la surface, créant arêtes égrissées, rayures, esquilles, fractures et marques d'indentation.

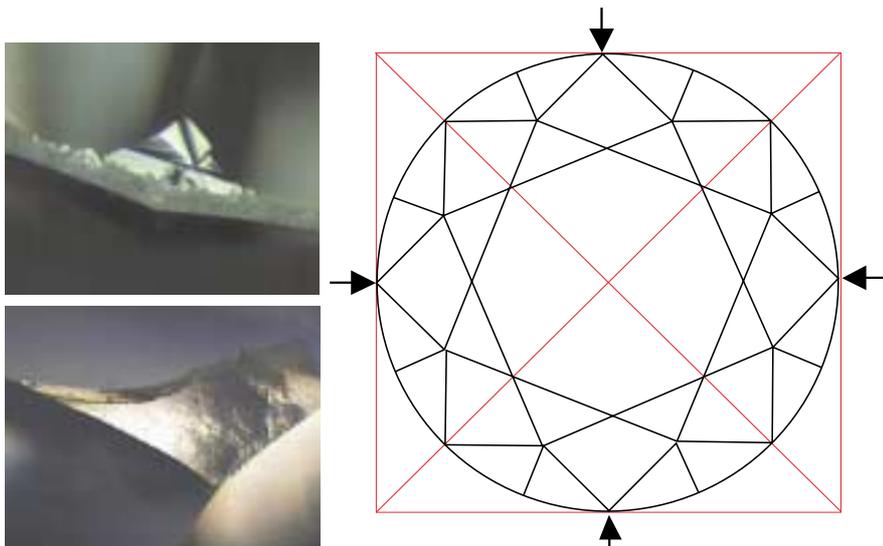
Le relevé de ces caractéristiques externes s'effectue en théorie à l'aide d'une loupe qui grossissement dix fois. À l'instar des caractéristiques internes, le report sur le diagramme s'effectue dans le cadre d'une observation au microscope binoculaire afin d'identifier correctement la nature des altérations. Excepté lorsqu'ils sont pénétrants, ces défauts de surface peuvent se corriger par un repolissage.

Le fini

L'évaluation du fini du diamant concerne la nature et la qualité du poli, du rondiste et de la colette du diamant. La qualité du poli d'un diamant est un des facteurs majeurs qui commandent l'éclat et à la dispersion de la lumière. Selon que la réflexion de la lumière est externe ou interne, la lumière engendre deux types de brillance.

La réflexion externe, nommée le lustre, résulte de la réflexion de la lumière par rapport à la surface de la pierre, suivant son angle d'incidence. L'intensité du lustre est proportionnelle à l'incidence du rayon lumineux. Une partie du rayon lumineux pénétrera dans





13. POSITIONNEMENT DU BRILLANT DANS L'OCTAÈDRE montrant les quatre points de contact avec les parties externes du cristal. C'est sur ces points de contact que l'on trouve les défauts nommés «naturels». Par exemple, un naturel exhibant de discrètes structures en triangles (a) et un naturel aux allures de paysage alpin sur un diamant de taille princesse, une taille en coussin (b).

la pierre. C'est la lumière réfractée dont l'importance est inversement proportionnelle à la lumière réfléchie (voir la figure 10). La lumière réfractée engendre la réflexion interne et la diffraction. La réflexion interne, issue de la réfraction, est bien évidemment liée à la qualité du poli, mais elle est surtout dépendante des proportions de taille comme nous le verrons dans le chapitre suivant.

Les défauts de poli d'un diamant sont de deux ordres : les défauts qualitatifs de finition, par exemple les stries de polissages, et les défauts accidentels. Les premières, marques résiduelles dues à la taille ou simplement provoquées par des impuretés (fragments de diamant) présentes sur le plateau de polissage, sont un avatar de la difficulté de façonnage du diamant. Les défauts accidentels, comme les «marques de brûlures», qui sont induites par l'échauffement de la pierre lors du polissage.

Les marques de brûlure apparaissent plus facilement dans certaines pierres

présentant plusieurs orientations cristallines, telles les macles (orientations corrélées) ou les diamants «naatés» (plusieurs orientations désordonnées), pierres beaucoup plus dures à polir en raison de la distribution statistique des orientations de dureté maximale. En raison de leur plus grande dureté apparente, ces pierres atteignent durant le processus de taille des températures auxquelles le carbone du diamant se transforme en graphite. Ces marques de brûlure apparaissent à la surface du diamant comme des aires laiteuses (dépolies), de morphologies variables selon l'orientation cristalline de la zone brûlée (voir la figure 11).

Il existe d'autres marques accidentelles telles les marques de doigts sur les pierres encore chaudes ou plus rarement la «peau de lézard», une surface d'aspect écaillé produite par une vibration du plateau de polissage.

Le poli se caractérise par des qualificatifs tels que : «très bon, bon, moyen, médiocre» (terminologie cibjo). Les diamants possédant un poli qualifié de «très

bon» sont une minorité ((pourcentage??)). Ce grade est bien évidemment le plus recherché, mais le grade «bon» est représentatif de la majorité de la population de pierres de qualité.

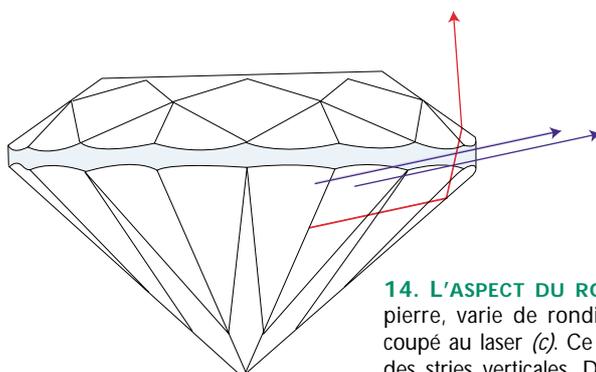
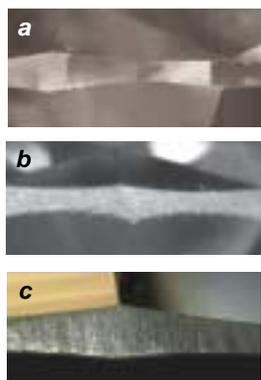
Si les exigences de qualité sont légitimes, il ne faut pas oublier que le diamant est un matériau remarquablement difficile à façonner et que l'obtention d'un poli ne serait-ce que qualifié de «bon» requiert de la part du lapidaire une expérience et un savoir faire considérables.

Le rondiste

La description du rondiste fait partie intégrante du certificat où sont mentionnés son épaisseur et la nature de sa surface. Sur le rondiste figurent souvent des «témoins» de la surface du cristal brut. Ces traces, nommées «naturels», se répartissent à quatre endroits opposés par paires (voir la figure 13) et sont orientées selon les deux axes A_2 qui sont parallèles à la table. Ces «naturels» sont également reportés sur les diagrammes.

L'épaisseur du rondiste n'est pas un élément négligeable. Premièrement, il intervient dans l'éloignement entre la couronne et le pavillon, de sorte qu'un rondiste trop épais permettra à une partie de la lumière de s'échapper latéralement (voir la figure 14), obérant d'autant la brillance perçue en observation par le haut. Deuxièmement, un rondiste trop mince fragilise la pierre, facilitant la fracture lors de chocs et l'apparition d'égrisures lors du frottement contre des surfaces dures pour les pierres serties à griffes.

La nature de la surface du rondiste est variable. Le rondiste peut être facetté (voir la figure 14a), une forme qui augmente sensiblement les réflexions internes. Il peut être «bruté», c'est-à-dire d'apparence sablée ou mate (voir la figure 14b). Il peut être plus ou moins poli en forme, c'est-à-dire qu'en conservant sa forme arrondie, comme un rondiste bruté, il peut présenter une surface dont le niveau de finition va de adouci à poli (cette finition tend à disparaître). Plus récemment, sont apparus des rondistes de type «brutés» issus de découpe laser, très plats et présentent des stries verticales (voir la figure 14c).



14. L'ASPECT DU RONDISTE, important pour la gradation de la pierre, varie de rondiste facetté (a), rondiste bruté (b), rondiste coupé au laser (c). Ce dernier a un aspect particulièrement plat avec des stries verticales. De surcroît un rondiste trop épais permet aux rayons lumineux de s'échapper du diamant (ci-contre).

La colette

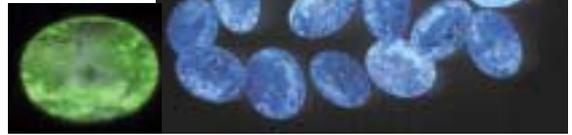
La colette est la pointe qui finit le pavillon, elle est le point de jonction des facettes dites «du pavillon». Il en existe deux types, la colette «fermée» qui est la pointe aiguë intacte et la colette dite «ouverte», lorsqu'elle est finie d'une petite facette. La colette fermée peut être abrasée, brutée ou plus rarement présenter un naturel comme le rondiste. La dimension de la facette d'une colette ouverte est indiquée sur les rapports et certificats. Une facette de colette trop grande nuira à l'aspect général du diamant en prenant l'apparence d'un point sombre au centre de la pierre. Cette apparence noire est due au fait qu'en regardant à travers la table, la direction du regard sera en général plus ou moins comprise dans l'orientation du cône de réfraction de la facette de colette. En revanche, cette facette ne diminuera pas le potentiel de réflexion du pavillon, car la plupart des rayons qu'elle recevra seront réfléchis, leur incidence étant généralement supérieure à l'angle critique.

La fluorescence

Lorsque nous traitons de la couleur, nous avons évoqué la fluorescence bleue des diamants «incolors» éclairés par une source ultraviolette. Selon les cultures, la présence d'une fluorescence est considérée comme un point négatif (aux États-Unis par exemple), alors qu'elle est parfois appréciée en Europe. La fluorescence n'est pas perceptible avec une source de lumière visible, sauf quelques cas extrêmes (diamants «émetteurs verts»). Encore faut-il que la lumière en question soit suffisamment énergétique pour activer le processus.

L'examen de la fluorescence bleue s'effectue à l'aide des rayonnements de deux longueurs d'ondes : ultraviolets

15. LA FLUORESCENCE BLEUE de diamant incolore est excitée par un rayonnement ultraviolet long de 366 nanomètres de longueur d'onde : ce rayonnement engendre une émission dont la longueur d'onde située dans le bleu. Environ un tiers des diamants incolores sont ainsi luminescents. Plus rarement, la luminescence peut produire un rayonnement vert (*cartouche*) ou d'une autre couleur.



courts, à 254 nanomètres, et ultraviolets longs, à 366 nanomètres. La fluorescence bleue, qui concerne environ un tiers des pierres, n'est généralement visible qu'à l'aide des ultraviolets longs. D'autres couleurs de fluorescence (jaune, verte, orangée etc.) peuvent se manifester, plus rarement, aux deux longueurs d'ondes utilisées. Dans certains cas rares, une phosphorescence – une luminescence persistante – de couleur variable et différente de la couleur de fluorescence, se manifeste après l'exposition aux ultraviolets. Cette phosphorescence ne dure en général que de quelques secondes à quelques minutes, mais elle peut exceptionnellement subsister plusieurs heures. Comme pour la couleur, la fluorescence est gradée selon son intensité par comparaison avec des pierres étalons.

Les proportions de taille

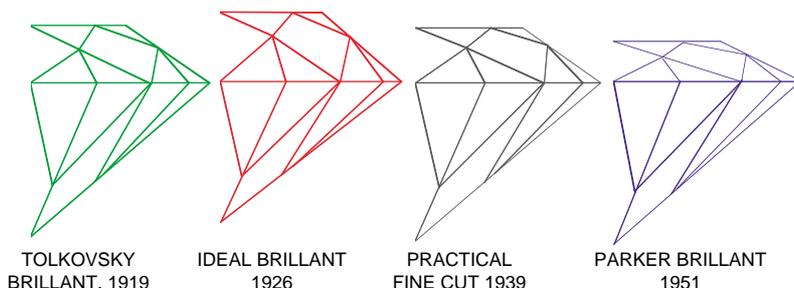
Si les notions de pureté et de couleur paraissent familières, les proportions de taille le sont plus rarement. Pourtant, on ne décrit pas une aile d'avion par son alliage et son revêtement en ignorant sa forme... Ainsi, les proportions de taille sont un facteur de qualité essentiel. Elles conditionnent directement le rendu de brillance et le «feu» du diamant. En effet, à couleur égale un diamant de pureté VS1 possédant de bonnes proportions sera bien plus attrayant qu'un diamant «Pur à la

loupe» incorrectement taillé : un diamant inclus bien taillé est beaucoup plus beau qu'un diamant pur mal taillé.

De toutes les tailles du diamant, c'est certainement la forme ronde brillant qui a été la plus étudiée et qui est la plus aboutie. Les proportions appliquées à cette taille résultent de la compréhension des lois optiques du matériau et de la maîtrise de la technique de taille et du polissage. Nous utiliserons cette taille comme exemple pour décrire les mécanismes optiques auxquels ces proportions doivent satisfaire. Depuis l'apparition de la taille Tolkovsky en 1919, les diamantaires n'ont cessé de chercher à optimiser le rendu de brillance du diamant (voir la figure 16). Ces règles de proportions s'appliquent aux autres formes de la taille du diamant, avec les particularités propres à chaque forme.

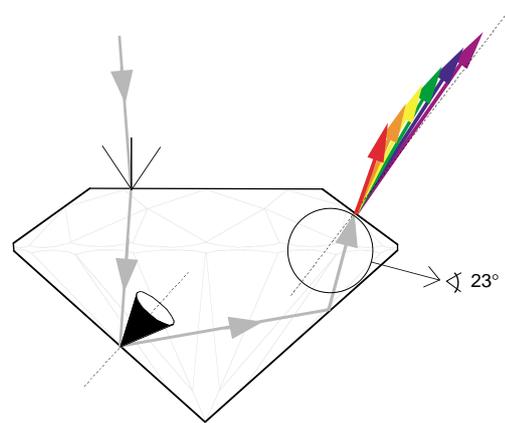
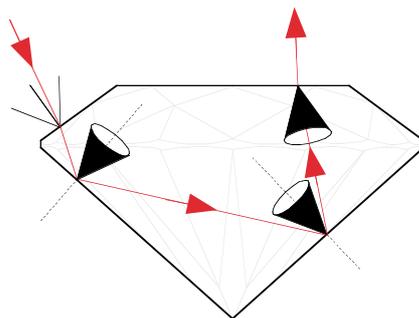
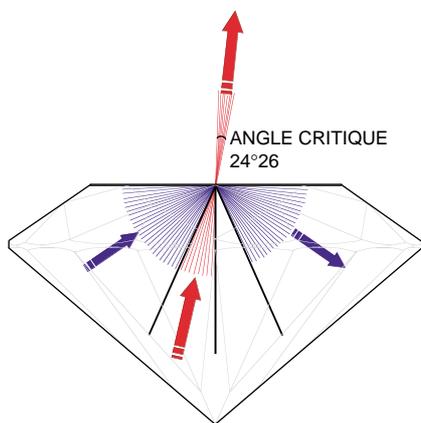
Comment optimiser la taille de manière à obtenir une meilleure restitution de la lumière reçue? La brillance dépend de trois mécanismes physiques bien connus : la réflexion interne, la diffraction ou dispersion et la scintillation.

La réflexion interne nécessite que la lumière pénètre dans la pierre par réfraction. Ensuite, par réflexion totale de la lumière dans le pavillon, la lumière ressort par la couronne. Cette réflexion totale se manifeste lorsque, à l'intérieur du diamant, l'incidence de la lumière par rapport aux facettes du pavillon est inférieure à $65^{\circ}74'$, valeur



16. QUATRE VARIATIONS DE LA TAILLE RONDE BRILLANT, élaborées entre 1919 et 1951. Les schémas sont alignés sur le rondiste. L'essentiel des modifications concerne l'angle de la couronne et la largeur de la table, ce qui joue considérablement sur l'épaisseur de la couronne. Ces différentes proportions visent à améliorer l'éclat de la pierre.





17. LES PROPORTIONS DE TAILLE D'UN DIAMANT altèrent la brillance à travers trois mécanismes : la réflexion, la dispersion et la scintillation. D'abord, en raison de l'indice de réfraction élevé du diamant (2,42), le diamant possède un angle critique de $24^{\circ}26'$ en deçà duquel la lumière qui pénètre est totalement réfléchi par la pierre (a). Ainsi, le trajet de la lumière à l'intérieur d'un diamant est optimum (toute la lumière qui pénètre ressort) quand les angles de réflexions sont supérieurs à celui de l'angle critique (b). Ensuite, le diamant disperse la lumière à la manière d'un prisme (c), car l'indice de réfraction varie selon la longueur d'onde (tableau ci-contre). Enfin, la scintillation, les « feux » de la pierre, résulte des éclats multiples obtenus quand la pierre bouge par rapport à l'observateur et la source lumineuse. Cette dernière caractéristique est aussi liée à la qualité du poli, à la pureté de la pierre et au caractère ponctuel de la source lumineuse.

COULEUR	LONGUEUR D'ONDE (NANOMÈTRES)	INDICE (n)
ROUGE	687,6	2,407
ORANGE	654,2	2,409
JAUNE	589,2	2,417
VERT	546,1	2,423
VERT	527,0	2,426
BLEU	486,1	2,435
VIOLET	430,8	2,451
ULTRAVIOLET	226,5	2,715

qui se calcule par la loi de la réfraction. Il existe donc une gamme d'angle d'incidence pour laquelle la lumière ressort complètement de la pierre. La limite de cette gamme est l'angle critique qui est égal $24^{\circ}26'$ par rapport à la normale au plan de la table ($90-65^{\circ}74'$) (voir la figure 17a). Lorsque l'on imagine le trajet d'un rayon lumineux dans un diamant, on peut représenter cet angle critique sous la forme de cônes qui matérialisent les limites de l'incidence autorisant la « sortie » du rayon. Lorsque l'incidence du rayon lumineux est supérieure à l'angle formé par les parois des cônes, la lumière sera complètement réfléchi (voir la figure 17b). Cela procure une première contrainte pour l'orientation de faces.

La dispersion résulte d'une variation d'interaction entre un rayonnement électromagnétique et la matière. Dans le cas du diamant, elle se manifeste par une spectaculaire décomposition du spectre de la lumière. Cette décomposition spectrale, que l'on nomme chez le diamant « le feu », est due à la variation d'indice de réfraction selon les différentes longueurs d'onde de la lumière. C'est le principe du prisme : la lumière visible est décomposée en ses différentes composantes, du rouge au violet. Dans le cas du diamant taillé rond brillant, la dispersion se révèle essentiellement lorsque les rayons lumineux sortent de la pierre par la couronne. Leur incidence par rapport à la facette traversée doit être comprise dans l'angle de réfraction sortant, mais plus l'incidence du rayon est

proche de la valeur de réflexion totale, plus l'angle de dispersion est important et donc plus les feux (les couleurs du spectre) seront visibles.

Enfin, la scintillation résulte des éclats multiples produits par les jeux de la lumière sur les facettes de la pierre lorsque celle-ci bouge par rapport à l'observateur et à la source lumineuse. C'est le fameux « jeu » de la pierre. Indépendamment du mouvement, l'intensité de cette scintillation est liée à la géométrie du facettage, à la qualité du poli, à la pureté de la pierre et à la ponctualité de la source lumineuse.

Ces trois aspects de la brillance sont donc étroitement inféodés aux proportions de taille et à la qualité du poli. Sur les rapports d'analyse ou les certificats, les proportions de taille sont exprimées en pourcentages pour les rapports largeur de la table sur largeur totale et pour les épaisseurs relatives de la couronne et du pavillon, également par rapport à la largeur totale moyenne au rondiste. Ces valeurs sont assez représentatives de la qualité globale des proportions d'un diamant. Il existe toutefois d'autres valeurs d'angles et rapports qui permettent de mieux appréhender la relation fine qui existe entre la géométrie de la pierre et le trajet des rayons lumineux. PRECISER????

Sous la mention « Proportions », les certificats indiquent également une évaluation globale de la symétrie. Ce commentaire se réfère à la géométrie générale :

l'alignement des arêtes des facettes de la couronne avec celles du pavillon, la forme des facettes, la régularité du rondiste, le centrage de la table et de la colette, etc.

Aujourd'hui, ces diamants taillés qui ornent nos bijoux, brillent de leurs propriétés optiques mais également du très long et très patient travail de l'homme. D'une certaine manière, il aura fallu six siècles pour tailler chacun de ces diamants qui sortent aujourd'hui des mains habiles des diamantaires.

Contrairement aux apparences, l'analyse de ces diamants ne se résume pas à l'énoncé d'un simple verdict. Les rapports décrivent le diamant, ils ne le jugent pas. Inclus ou non, incolore ou légèrement jaune, il reste beau et objet de désir. La gemmologie nous a fait mieux pénétrer son intimité. Elle ne nous l'a pas montré que sous l'angle de la minéralogie, de la chimie ou de la physique, mais dans sa globalité.

Franck NOTARI est directeur du GemTechLab, à Genève.

Remerciements : Emmanuel FRITSCH et Maison A. VERNAIN, diamantaires à Genève.

CIBJO, (1997), Diamond, allemand anglais français, International Confederation of Jewellery, Silverware, Diamonds, Pearls and Precious Stones, Londres, Grande-Bretagne

Pagel-Thiesen VERENA, (1993), Diamond Grading ABC, Handbook for Diamond Grading, Antwerpen, Belgique