

2011

**DIPLÔME D'UNIVERSITÉ DE
GEMMOLOGIE**

Présenté
Devant l'Université de Nantes
U.F.R. des Sciences et des Techniques

Par

M. HILAIRE GANGUENON

**Les diamants bruts de la République Centrafricaine et leur
commercialisation**

Soutenu publiquement le 07/06/2011
Au Département des Sciences de la Terre et de l'Univers
Devant la commission d'examen composée de :

M. E. FRITSCH	Professeur	Président
M. B. RONDEAU	Maître de Conférences	Vice-Président
M. H. GARCIA- GUILLERMINET	Directeur, Gem Paris	Examineur
M. F. NOTARI	Directeur, Gemtechlab	Examineur
M. C. EWELS	Chargé de recherches	Examineur
M. C. MONNIER	Maître de Conférences	Examineur
M. B. LASNIER		Invité

Sommaire

Résumé

Avant-propos

Remerciements

A. INTRODUCTION

B. PRESENTATION DE LA R.C.A.

- 1) Données générales
- 2) Géographie
- 3) Les ressources minérales de la R.C.A.

C. LE DIAMANT CENTRAFRICAIN ET SA MORPHOLOGIE

- I. Le diamant
- II. Formation
- III. Plus gros diamants de la R.C.A.
- IV. Qualités des diamants en R.C.A.

D. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LES DIAMANTS DE LA R.C.A.

1. Les formes des diamants
2. Etat de surface
3. Définitions de quelques défauts dans le diamant
4. Analyse Infrarouge du diamant

E. ECHANTILLONS ET METHODES

- II. Echantillons
- III. Méthodes

F. RESULTATS

1. Gemmologie classique
2. Luminescence
3. Spectrométrie Infrarouge
4. Spectrométrie par une lampe à halogène
5. Spectrométrie Raman
6. Cathodoluminescence
7. Analyse chimique

G. PRODUCTION ET COMMERCIALISATION DU DIAMANT EN R.C.A.

- I. Gisement de diamant
- II. Exploitation du diamant en R.C.A.
- III. Production de diamant en R.C.A.
- IV. Le commerce du diamant en R.C.A.

H. CONCLUSION-DISCUSSION

I. BIBLIOGRAPHIE

RESUME

Tous les échantillons étudiés dans le cadre de ce travail sont des diamants bruts de la R.C.A.

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés à une brève présentation de la R.C.A. Avant d'entamer l'étude de la morphologie et de la couleur des échantillons étudiés nous avons vu la forme des différents diamants. Ainsi, nous avons constaté dans notre étude que la croissance octaédrique et la dissolution rhombodécaédrique sont les morphologies dominantes des échantillons. En effet plus de 75 pour cent des échantillons présente une morphologie liée à ces dissolutions. Aussi la cathodoluminescence de ces diamants, observés au M E B (Microscope Electronique à Balayage) met bien en évidence la croissance octaédrique, nous avons également noté qu'un diamant présente un aspect maclé (DG7).

Ensuite nous avons effectué l'étude de quelques échantillons de diamants en analysant leurs spectres pour différents instruments (Infrarouge, MEB, et Raman). Ainsi les spectres analysés dans le domaine de l'infrarouge révèlent bien une structure typique du diamant dans toutes les analyses effectuées, nous avons également constaté que la majorité des échantillons sont de type IaA (95 %). Ils contiennent de l'azote (pic d'azote situé à 1280 cm^{-1}) sous forme d'agrégats A. Aussi ils montrent de l'hydrogène en impureté ; seul DG9 présente un spectre typique d'un diamant de type IIa. De plus nous avons étudié la luminescence de ces diamants à l'UV, un phénomène particulier à retenu notre attention pendant nos observations : après l'éclairage du diamant on observe la lumière bleue à l'intérieur et jaune à l'extérieur en UVL, tandis qu'en UVC on observe qu'une lumière jaune à l'extérieur de nos échantillons. Quant au Raman nous avons pu identifier une inclusion probable du graphite dans le diamant.

Enfin nous nous sommes intéressés à la mesure et au calcul de réflectance en utilisant une lampe à halogène comme source afin de les caractériser pour finir par le gisement, l'exploitation, la production et commercialisation des diamants de la R.C.A. ou nous avons constaté qu'il est difficile de contrôler les chiffres exacts de la production et de la commercialisation des diamants pour la simple raison qu'il existe la fraude à tous les niveaux des acteurs miniers du pays.

AVANT-PROPOS

Français d'origine centrafricaine, je suis né à Bédaya, un petit village situé à 600 kilomètres au nord de Bangui, la capitale de la R.C.A. (République Centrafricaine).

Je pense, en définitive que je me suis toujours intéressé aux pierres. Déjà tout petit, au bord de la rivière, j'adorais jouer sur le sable et récolter des petits cailloux de toutes couleurs.

Contrairement aux jeunes d'aujourd'hui, je ne disposais d'aucune console de jeux vidéo, je jouais donc volontiers dans les herbes, le fleuve ou dans le sable. Jouer aux cailloux était mon jeu préféré parce que j'adorais les cailloux brillants comme des billes que je ramassais et ramenais sans cesse à mes parents.

S'agissait-il de diamants ou de simples cailloux ?

Après une scolarité à l'école française, je suis parti à Bangui, la capitale centrafricaine, poursuivre mes études. Alors que je passais des vacances dans ma famille à Carnot (ville située à l'ouest du pays), j'ai découvert la grande valeur que pouvaient avoir ces petits cailloux. Mon hôte était négociant en diamants. En secret, ses collègues absents, il m'avait invité dans son bureau pour me montrer ces pierres si précieuses et si chères.

Cette rencontre a scellé ma décision, mon baccalauréat obtenu, d'enrichir ma connaissance des pierres par mon entrée en France puis mon inscription dans ce cursus d'études gemmologiques.

REMERCIEMENTS

Mes plus vifs remerciements s'adressent tout d'abord à feu M. Aboubacar Sissoko négociant en diamant à Carnot qui pour la première fois m'a fait découvrir la valeur des diamants, ensuite, je remercie également les professeurs Emmanuel Fritsch et Benjamin Rondeau pour m'avoir donné de nombreuses explications et les messages d'encouragement lors de ma rédaction. Je suis très reconnaissant à M. Franck Notari pour ses cours notamment sur les carbonados (diamant poly cristallin riche en fer).

Je tiens également à remercier particulièrement M. Christophe Lamiraud pour m'avoir accueilli pendant trois semaines à une formation d'"Initiation à la gemmologie", car il faut le dire, les débuts sont parfois difficiles. Je remercie Ndiaye Césaire de m'avoir aidé pour les expériences et interprétations à la spectrométrie par une lampe à halogène. Merci à Laurent Ganguenon et Henri Koulayom, Barthelemy Lodjéarem, Robert Béyom, Pascal Bédaya Ngaro, Justin Dotar Ganguenon et à mes enfants en particulier ainsi que toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont apporté un soutien et auprès desquelles j'ai trouvé un formidable réconfort.

Je tiens à exprimer ma gratitude à son excellence M. Ange Félix Patassé pour les nombreuses discussions enrichissantes et pour les explications qu'il m'a fournies concernant les gisements, productions et exploitations des diamants centrafricains.

Enfin je dédie mes recherches à la mémoire de mes parents Antoine Ganguenon et Berthe Yoguerem ainsi que mes oncles : le professeur Simon Bédaya Ngaro et le maire Timothée Ganguenon.

A. INTRODUCTON

Le diamant constitue actuellement la principale source de revenu de la République Centrafricaine (D. Auzias et al. 2007). Le premier diamant fut trouvé dès 1914 par un agent commercial de la société Concessionnaire de Kouango Français, passionné de géologie, Louis Brustier (books.google.fr). Puis les diamants furent exploités par des sociétés minières dès 1931, et ensuite par les artisans depuis l'indépendance en 1960. La totalité des diamants actuellement exploités provient des gîtes alluvionnaires. La R.C.A. (République Centrafricaine) se place au dixième rang mondial des pays producteurs de diamants avec une production annuelle moyenne d'environ 500 000 carats (Brunet, 2003) ; ces diamants centrafricains étant réputés pour leur fort pourcentage de joaillerie ou diamants gemmes (60 à 80 % de la production). Ils sont généralement de bonne qualité et bien cristallisés avec des morphologies très diverses (octaédrique, rhombododécaédrique etc.).

Ce travail de recherche dans le domaine de la gemmologie consiste à étudier et à analyser des diamants bruts de la R.C.A. afin de connaître leurs caractères physiques fondés sur des critères scientifiques ce qui va nous permettre d'apprendre et d'enrichir nos connaissances dans ce domaine. Vingt huit échantillons sont disponibles pour ce travail.

Ainsi après une présentation de la R.C.A. nous nous intéresserons à l'étude des échantillons à l'aide des appareils gemmologiques classiques pour :

- **la description de la morphologie**
- **la description de la couleur**
- **l'observation des inclusions**
- **la photographie des échantillons**

Ensuite, nous étudierons les différents échantillons par différentes techniques analytiques de laboratoire qui sont :

- **spectrométrie infrarouge**
- **lampe UV**
- **microscope électronique à balayage**
- **lampe à halogène**
- **spectrométrie Raman**

Enfin, nous nous intéresserons à la production et à la commercialisation du diamant en R.C.A.

B. PRESENTATION DE LA R.C.A

1) DONNEES GENERALES

Source : <http://www.stat-centrafrique.com/>

Superficie : 623 000 km²

Population : 3,89 millions d'habitants en 2003

Capitale : Bangui 500 000 habitants (plus grande ville)

Densité : 6,3 habitants /km² en 2003

Espérance de vie à la naissance : 49 ans (femmes : 59 ans ; hommes : 47 ans)

Taux de scolarisation : 68,7 % pour les 6 à 11 ans en 2003

Indice de fécondité : 5,3 enfants / femme

Taux de mortalité infantile : 132 / 1000 habitants

Taux de croissance : 2,5 % en 2003

Taux d'inflation : 2,9 % en 2005

Langue officielle : Français

Langue nationale : Sango (dialecte principal)

Religion : chrétiens (50 %), animistes (24 %), musulmans (15 %)

Principaux partenaires économiques : France, Belgique, Allemagne, Luxembourg, Cameroun

Forêts et savanes arbustives : 90 % de la superficie

Terres cultivées : 3,2 % de la superficie

Prairies : 4,8 % de la superficie

Autres : 2 %

Indépendance : Le 01 décembre 1958 de la France

La production nationale : manioc, canne à sucre, igname, palmier à huile, cacahuètes, banane plantain, le tabac, coton, taros, maïs, café, riz, sésame, bois. Également le diamant, l'or et les minerais divers (voir chapitre les ressources minérales de la R.C.A., page 8)

2) GEOGRAPHIE

La R.C.A. est un pays enclavé situé au coeur du continent africain (figure 1), il se trouve à plus de 1 000 km des ports de Douala (Cameroun) et de Pointe-Noire (Congo). Elle partage une frontière avec 5 pays. Limitée au nord par le Tchad, au sud le Congo (Brazzaville) et la République Démocratique du Congo (ex Zaïre), à l'Est par le Soudan, enfin à l'Ouest par le Cameroun. Sur le plan administratif, elle est divisée en seize préfectures réparties en sept régions depuis 1996.

PRODUCTION ET EXPORTATION EN QUANTITE

Année	Trimestre	DIAMANT BRUT (*)		OR (**)	
		P T S	E T S	P S B	E
2000	1	-	-	-	-
	2	129461	129461	602	100
	3	113528	113528	3457	2736
	4	113528	113528	3457	2736
2001	5	119897	119897	1443	1018
	6	92346	92346	3158	3158
	7	95362	95362	21122	20863
	8	141665	141665	8838	32781
2002	9	105803	105803	3114	2575
	10	130704	130704	12048	11616
	11	94535	94535	472	-
	12	83725	83725	0	-
2003	13	87215	87215	1557	-
	14	77853	77853	664	-
	15	91061	91061	0	-
	16	75414	75414	0	-
2004	17	89121	89121	2585	-
	18	99107	99107	2574	-
	19	91061	91061	-	-
	20	75414	75414	-	-

P T S : Productions Totales des Sociétés

E T S : Exportations Totales des Sociétés

P S B : Production des Sociétés et Bijoutiers

E : Exportations

(*) carats

(**) grammes

Source : bureau d'évaluation et de contrôle de diamant et d'or et commerce extérieur de la DGSEES

Tableau 1 : production et exportation de diamant et d'or Centrafricain

Les principaux indices de minéralisation (figure 2) outre le diamant et l'or sont : **Fer, cuivre, uranium, calcaires, granites et l'hydrocarbure.**

Le gisement de **fer** de Bogoin, découvert avant l'indépendance du pays n'a que des réserves modestes. Une société mixte (R.C.A-Roumanie) envisageait de produire 10 000 tonnes d'acier/an.

Les indices de **cuivre** de Ngadé découverts durant le levé géologique de la grande reconnaissance de 1951 à 1954 ont fait l'objet d'une étude incomplète.

L'**uranium** métal : Le C.E.A. (Commissariat à l'Energie Atomique) a découvert le gisement d'uranium de Bakouma (905 km à l'est de Bangui). Une société mixte, la compagnie d'uranium des mines de Bakouma (URBA), avec la participation du gouvernement Centrafricain, du CEA et de la Compagnie

Française des mines d'Uranium, avaient promis d'entrer en production avant fin 1972 ; promesse non tenue. La convention a été résiliée suite à la chute des cours de l'uranium amorcée depuis le début des années 70. En août 2008 le gouvernement Centrafricain a signé un accord avec le groupe industriel Français Areva (ex. CEA) pour l'exploitation du gisement d'uranium qui devrait commencer en 2010 (ministère de ressources énergétiques et minières).

Des **calcaires** : Quelques dépôts importants de calcaire sont présents à Bobassa dans les environs de Bangui. Des calcaires avec lesquels il est envisageable de fabriquer du ciment ainsi que des **granites** de construction à Bouar (Ouest du pays).

Hydrocarbure : suite aux forages effectués en 1986 au Nord, Nord-Est de la R.C.A. la présence d'une nappe de pétrole a été confirmée. Celle-ci est répartie entre le sous-sol Centrafricain et celui du Tchad (figure 2). Pour des raisons diplomatiques l'exploitation équitable n'a pu avoir lieu.

D'autres indices de minéralisation ont été relevés :

- Bauxite
- Nodules de manganèse
- Graphite de Bambari
- Gneiss
- Marbre de Njoukou

La R.C.A. possède également des indices minéraux courants tels que :

- Calcite
- Ambre de Bimbo
- Tourmaline
- Topaze
- Quartz rose
- Quartz fumé
- Morion
- Améthyste
- Citrine
- Cristal de roche
- Amazonite
- Sodalite
- Jaspe
- oeil-de-tigre
- Chrysobéryl
- prasiolite
- Célestine.

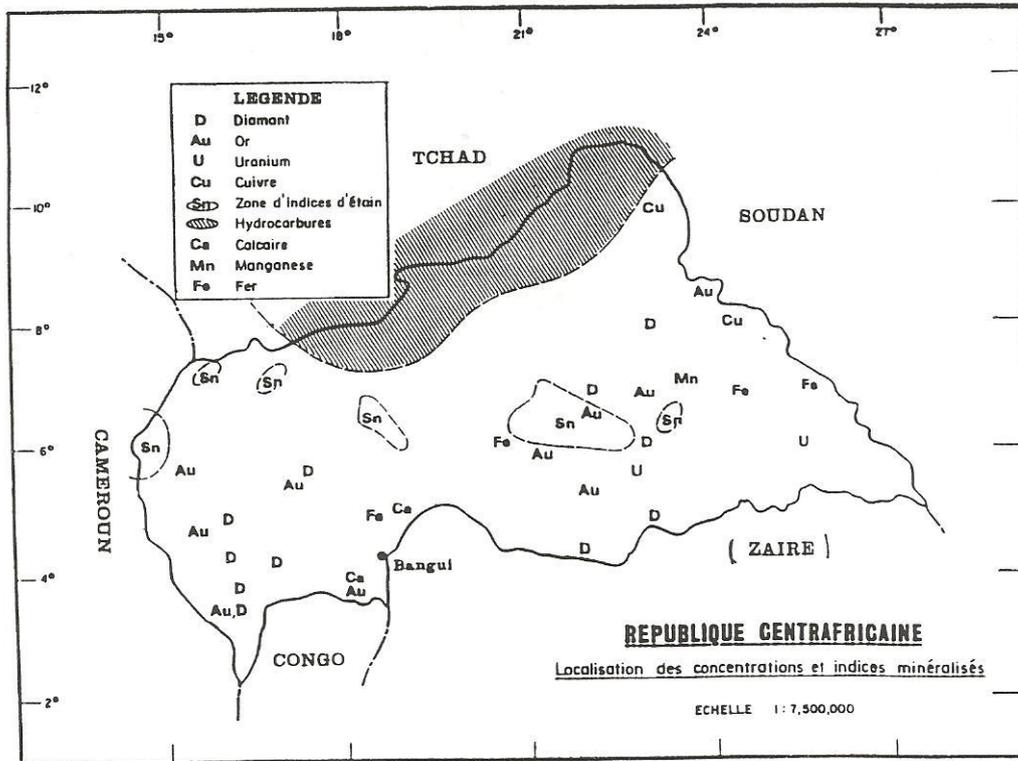


Figure 2 : carte des indices miniers de la R.C.A. (Lancet, 1998).

C. LE DIAMANT CENTRAFRICAIN ET SA MORPHOLOGIE

I. LE DIAMANT

Les activités minières en Afrique Equatoriale Française ont mené à la découverte, par L. BRUSTIER, du premier diamant centrafricain en 1914 à l'ouest d'Ippy, à environ 150 km des exploitations actuelles. Un diamant se définit comme forme minérale du carbone (voir chap. analyse chimique au M.E.B), le diamant doit son nom à sa dureté 10 sur l'échelle de Mohs (Cette échelle a pour fonction de classer les minéraux selon un principe simple : le minéral le plus dur raye le minéral le plus tendre). Sa résistance à l'abrasion est 140 fois plus forte que celle des rubis et des saphirs, les cristaux les plus durs après le diamant (Schumann, 2000). Il est utilisé pour la parure mais également employé à diverses fins industrielles. Il possède une grande variété de propriétés, car il est différent des autres minéraux composé de carbone par sa structure cristalline, l'arrangement de ses atomes de carbone et les liaisons qu'ils forment.

II. LA FORMATION DU DIAMANT

Pour que la formation du diamant puisse avoir lieu, des très fortes températures et des pressions extrêmement élevées sont nécessaires. Elles sont produites entre 150 à 200 km de profondeur dans le manteau supérieur. Après leur formation, une forte activité volcanique provoque la remontée des roches contenant les diamants jusqu'à la surface de la terre. Lorsque le magma a refroidi les roches bleutées appelées kimberlites (issu du nom Kimberley, célèbre gisement d'Afrique du Sud où les roches volcaniques ont été découvertes pour la première fois) se sont formées. Les phénomènes météoritiques vont éroder les kimberlites au fil du temps pour exposer les diamants et des minéraux indicateurs (particule indiquant la présence de diamants). En R.C.A. actuellement il n'existe pas de gisement kimberlitique. Cependant des études sur les lamproïtes (autre type de roche habituellement associé au diamant) de Boali (ville située à 80 km de Bangui) ont été commencées dans les années 2001 mais le coup d'état militaire de 2003 y a mis un terme (comm. pers., A. F. Patassé, 2009).

III. LES PLUS GROS DIAMANTS DE LA R.C.A.

En R.C.A., les ouvriers miniers dénomment les plus gros diamants (10 cts et plus) : "mbangoro"

Année	Poids brut (en carats)	Poids taillé (en carats)	commentaires
1955	-	148	-
1974	500	170,49	Vendu à l'émir d'ABOÛ DHABIÛ
1975	138	55	-
1984	156	97	-
1988	740	-	Le plus gros « carbonado » trouvé dans l'ouest du pays est exposé à la Smithsonian Institution de Washington
1991	211		-
1994	-	82	-
-	587	312,24	Le Spirit of De Grisogono a été découvert en R.C.A. il a été en Suisse ou il a été taillé. Le Gübelin Gem Lab a expertisé ce diamant noir et a noté qu'il était d'une rare beauté pour ce type de diamant pour un tel poids (diamant-info.com, 2009). Plusieurs autres gros diamants ont été découverts mais malheureusement à cause de la contrebande n'ont pas fait l'objet de comptabilité. Le premier plus gros diamant noir taillé au monde n'a pas été nommé, le poids taillé : 489,07 carats (sa provenance est incertaine peut être de la R.C.A. ?).

- : inconnu

Tableau 2 : quelques plus gros diamants centrafricain connus

IV. QUALITE DES DIAMANTS DE LA R.C.A.

Tous les diamants exploités en R.C.A. sont issus des gîtes alluvionnaires. Ils sont bien ronds et une excellente qualité, 60 à 80 % de la production est destinée à la joaillerie. Ce qui situe le pays au cinquième rang mondial pour la qualité de ses diamants (Brunet, 2003).

D. DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES SUR LE DIAMANT DE R.C.A.

1. LES FORMES DES DIAMANTS

❖ LA FORME OCTAEDRIQUE

C'est une morphologie due essentiellement à la croissance.

La forme octaèdre est composée de :

- 8 faces triangulaires
- 12 arêtes
- 6 sommets

C'est la forme stable théorique d'un cristal de diamant.

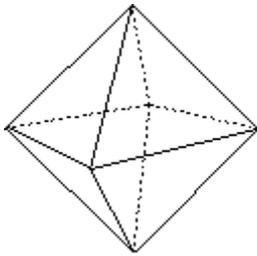


Figure 3 : Forme octaédrique du diamant

❖ LA FORME RHOMBODODECAEDRIQUE

C'est une morphologie due essentiellement à des phénomènes post-croissance d'un octaèdre. C'est le résultat de la dissolution d'un diamant octaédrique. Cette dissolution s'attaque d'abord aux arêtes. La dissolution est marquée sur les faces octaédriques par des figures de corrosions sous la forme de triangle, les trigones. Lorsque la dissolution est poussée, les arêtes sont très arrondies et les faces octaédriques deviennent des pyramides très plates à trois côtés. Ceci résulte en une morphologie ressemblant à un dodécaèdre qui est toujours à faces courbes (E. Fritsch, conf. Déc. 1995).

La forme rhombododécaèdre présente :

- 12 faces en losange
- 24 arêtes
- 14 sommets

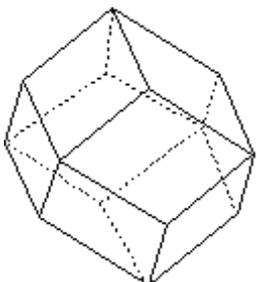


Figure 4 : Forme rhombododécaédrique du diamant

❖ AUTRES FORMES DES DIAMANTS

Il existe aussi d'autres formes cristallines particulières du diamant. Nous citerons pour exemple :

- Les formes maclées : C'est l'association régulière de deux ou plusieurs cristaux d'orientations différentes de la même espèce minérale suivant des lois géométriques bien définies directement liées à la symétrie vraie ou approchée du réseau cristallin.

- Le carbonado est un diamant poly cristallin riche en fer, on trouve cette catégorie de diamant en R.C.A. et au Minas Gerais, Brésil.

- Le bort (boart) de cristallisation confuse, aux formes arrondies sans clivage net, couleur grise ou noir

- Ballas de forme sphérique à structure radiée et de qualité tenace

- La framesite qui est un bort plus tenace

- Sterwartite qui est un bort plus tenace contenant de la magnetite

- Le short boart etc.

2. ETAT DE SURFACE

La totalité des diamants de la R.C.A. sont issus de gîtes alluvionnaires. Ils se forment au cours de longs transports durant lesquels la majorité des diamants comportant des défauts (craquelures) sont bloqués ou brisés. Seuls les diamants de qualité gemme parviennent jusqu'aux lieux d'extraction ; c'est la raison pour laquelle la majorité des diamants exploités en R.C.A. sont de bonne qualité.

3. DEFINITION DE QUELQUES DEFAUTS DANS LE DIAMANT

➤ Les défauts sont liés principalement à la substitution d'atomes de carbone par ceux d'azotes et à des lacunes en atomes de carbone. Les défauts ou impuretés sont les suivants :

- **Azote isolé (N) ou centre C** : Ce défaut apparaît lorsqu'un atome d'azote remplace un atome de carbone en laissant une liaison insaturée. En infrarouge il présente un pic à 1135 cm^{-1} qui est dû à une vibration locale proportionnelle à la quantité d'azote présente (Clarks et al., 1992).

- **Agrégat A** : il représente l'association de deux atomes d'azote voisins substitués à des atomes de carbone.

- **Agrégat B** : Il représente l'association de quatre atomes d'azote voisins substitués à des atomes de carbone, autour d'une lacune de carbone.

- **Le centre N3** : Selon Bursill et Glaisher (1985), il est formé d'un agrégat de 3 atomes d'azote substitués, entourant une lacune de carbone. C'est un sous produit de la transformation des agrégats A en agrégats B. Le centre N3 présente une absorption seulement à 415 nm qui possède une structure vibrationnelle dans le visible (mais pas d'absorption dans l'infrarouge).

- **Les défauts liés à l'hydrogène** : C'est la deuxième impureté la plus courante après l'azote dans le diamant. Cependant, d'après Fritsch et Al. (1991) l'hydrogène est exclusivement trouvé dans les diamants de type Ia, il semble donc que cette impureté soit liée à la présence d'azote.

- **Les plaquettes** : ce sont des atomes d'azote et de carbone sous forme d'un défaut plan étendu parallèle au plan du cube. Les diamants qui possèdent des plaquettes sont donc plus riches en azote (Gaillou, 2005).

➤ Les types de diamants ainsi que les sous types ont été définis selon les critères de la spectrométrie infrarouge qui sont les suivants :

(Source : <http://www.gemnantes.fr/recherche/diamant/index.ph>)

- **Type I** : ce type contient une quantité significative d'azote détectable en infrarouge.

- **Type Ia** : les azotes peuvent migrer et former des agrégats (Clark et al.1992). L'énergie d'activation nécessaire est procurée par une haute température et une haute pression stable. Le sous-type Ia représente les diamants qui possèdent de l'azote sous forme d'agrégat, et non sous forme d'azote substitutionnel isolé. D'après G. Davies (1976), la première sorte d'agrégat à se former est une paire d'atomes adjacents substitutionnels.

- **Type Ib** : l'azote est assimilé, lors de la croissance du diamant, sous la forme d'atomes d'azote isolés (centre C) substitués aux atomes de carbone. De tels atomes d'azote donnent lieu à une absorption caractéristique dans la zone à un phonon vers 1135 cm^{-1} . Ces diamants sont très rares dans la nature, environ 0,1% (Woods, 1992).

- **type II** : selon Woods (1992) ce type ne comporte pas d'azote ou en quantité si faible ($< 2 \text{ ppm}$) que les spectromètres d'absorption infrarouge ne détectent pas sa présence. Selon Zaitsev (2001), les diamants de type II sont rares dans la nature. Seulement 1 à 2% des diamants naturels ne montrent aucune trace de défauts liés à l'azote visible en absorption infrarouge.

- **type IIa** : C'est le diamant dit « pur », sans défaut, qui est un isolant électrique. Il est dépourvu d'azote et de toute autre impureté. Les diamants de ce groupe sont donc incolores intrinsèquement.

- **type IIb** : Il contient du bore en substitution du carbone, d'où les propriétés de conduction électrique de ce type de diamant (car la teneur en bore est supérieure à la teneur en azote). La teneur en bore est de l'ordre de 1 à 5 ppm dans les diamants naturels, ce qui provoque une couleur bleue pour les pierres de dimension courante.

4. ANALYSE INFRAROUGE DU DIAMANT

Le spectre infrarouge d'un diamant de type IIa (pur) se présente sous la forme illustrée en figure 5.

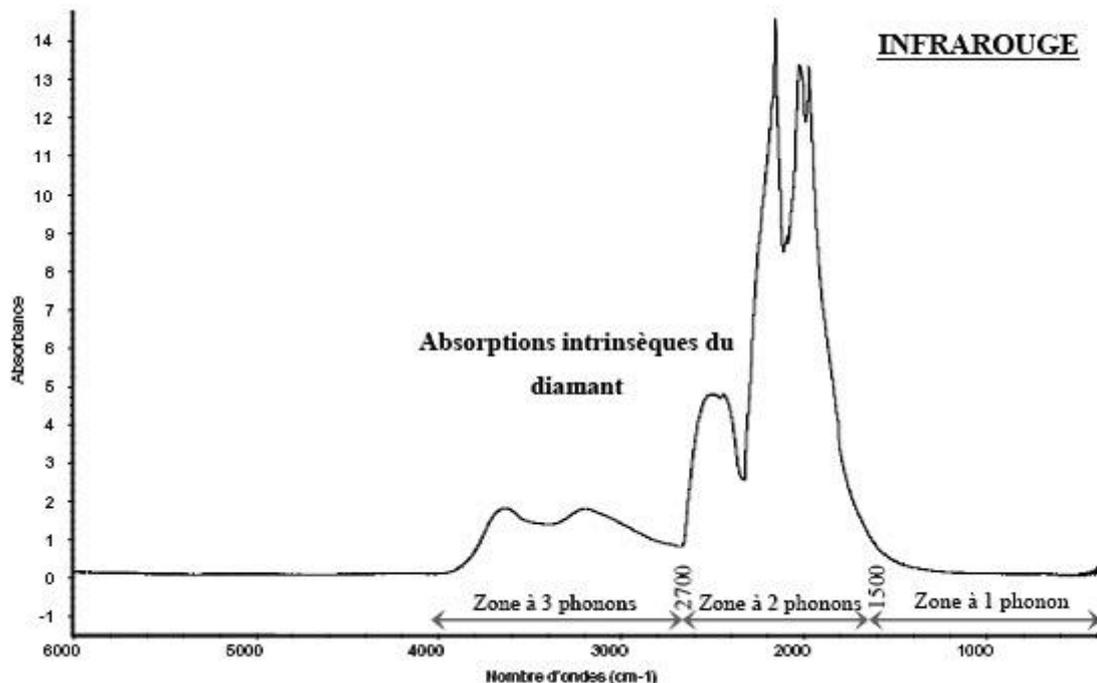


Figure 5 : Spectre infrarouge d'un diamant illustrant les trois zones.

Source : <http://www.gemnantes.fr/recherche/diamant/index.ph>

Les zones à du spectre infrarouge :

- zone à 1 phonon : région de l'azote (zone des défauts)
- zone à 2 phonons : les bandes d'absorption intrinsèque du diamant
- zone à 3 phonons : idem.

- Les absorptions infrarouges connues et identifiées dans la littérature, qui nous serviront de référence.

Source : F. Moutier (2007).

Absorptions communes en infrarouge :

- 482 cm^{-1} : absorption liée aux agrégats A
- 754 cm^{-1} : absorption liée aux agrégats B
- 780 cm^{-1} : absorption liée aux agrégats B
- 1010 cm^{-1} : pic secondaire des agrégats B
Corré à l'absorption à 1174 cm^{-1} et l'épaule à 1100 cm^{-1}
- 1130 cm^{-1} : absorption liée au centre C
- 1180 cm^{-1} : la bande la plus intense de l'absorption de l'agrégat B
- 1212 cm^{-1} : absorption liée aux agrégats A
- 1282 cm^{-1} : la bande la plus intense de l'agrégat A
- 1332 cm^{-1} : une absorption fine à la fréquence du Raman
- 1344 cm^{-1} : absorption lié au centre C
- Entre 1358 et 1380 cm^{-1} : absorptions liées aux plaquettes
- 1405 cm^{-1} : mode de déformation de la vibration carbone-hydrogène.
- 1450 cm^{-1} (H1a) : Absorption due à une liaison carbone et azote C-N
- 2786 cm^{-1} : première harmonique de la déformation angulaire C-H
- 3107 cm^{-1} : absorption liée à l'hydrogène (Fritsch et al. 1991a). Elongation de la liaison C-H
- 3237 cm^{-1} : vibration N-H
- 4168 cm^{-1} : absorption liée à l'hydrogène (Fritsch et al. 1991a)
- 4496 cm^{-1} : combinaison de l'élongation et de la déformation angulaire des CH
- 4940 cm^{-1} (H1b) : absorption lié aux agrégats A et au traitement par irradiation et recuit

E. ECHANTILLONS ET METHODES

I. ECHANTILLONS

Notre étude pour ce mémoire a porté sur 28 diamants bruts de la République centrafricaine (R.C.A.) dont 27 sont issus de la région de Boda, sud-ouest du pays et un seul (DG₁) issu de N'Zako à l'Est du pays. Ces échantillons ont été sélectionnés de manière aussi diversifiée que possible sur le plan descriptif : forme cristalline, couleur et aspect. Leur poids varie de 0.01 à 0.45 carat. Afin de les distinguer, nous leur avons attribué nos initiales (DGN) qui sont respectivement : D : Diamant, G : Ganguenon et N : Numéro de l'échantillon.

II. METHODES

1. Matériels classiques en gemmologie

Nous avons tout d'abord utilisé une loupe PEER 18-MM-10x et une binoculaire GEMOLITE MARK X, sous un grossissement variant de 10 à 45x, en utilisant une lumière fluorescente réfléchie et un éclairage en champ noir. Ces outils classiques gemmologiques nous ont permis de :

- déterminer la morphologie et la couleur
- observer les inclusions et l'aspect des cristaux
- prendre des photos des échantillons

Le poids en carats des échantillons a été déterminé avec une balance ADE PRECISION PROFESSIONAL.

2. La spectrométrie infrarouge

Lors de cette étude nous avons focalisé sur l'observation des absorptions des diamants dans le domaine de l'infrarouge. Pour cela nous avons utilisé le spectromètre infrarouge :

- fabricant : BRUKER
- modèle : VERTEX 70
- système de purge résolution de 4 cm⁻¹
- mode = absorbance
- temps de scan : 500 secondes (= 8 minutes)
- ces spectres ont été accumulés entre 450 et 6850 cm⁻¹

Ces conditions permettent de garantir la qualité du spectre. La chambre équipée d'un microfaisceau a été utilisée, de manière à travailler en transmission sur les échantillons.

3. Lampes UV

La fluorescence et la phosphorescence des échantillons sont observées sous une lampe ultraviolet, avec UV courts ($\lambda=254\text{nm}$) et UV longs ($\lambda=365\text{nm}$). La fluorescence est observée lorsque l'échantillon émet des rayons lumineux sous l'effet d'une excitation ultraviolet. Si cette émission persiste après que la lampe UV est éteinte, c'est que l'échantillon est phosphorescent. L'intensité, la couleur, la distribution et la durée de ces deux propriétés sont estimées à l'oeil, et dépendent fortement de l'observateur. La lampe est une lampe A. Krüss UV 240, l'observation se fait dans une chambre noire.

4. Spectrométrie par une lampe à halogène

Pendant nos recherches nous avons rencontré un étudiant chercheur (Ndiaye Césaire) au laboratoire de spectrométrie et d'optique laser (L S O L) de l'Université de Bretagne Occidentale (U. B. O.) qui nous a permis d'examiner nos échantillons par spectrométrie en utilisant comme source une lampe à halogène.

- Nous décrivons le matériel utilisé et le principe de mesure comme suit :

Le spectromètre utilisé est le « USB 2000 » qui effectue une analyse spectrométrique et nous permet par un traitement informatique de déterminer les variations de l'intensité réfléchi en fonction de la longueur d'onde. La source présente un spectre continu dans l'ensemble du domaine compris entre 300 et 1100 nm. La lumière réfléchi par le matériau est collectée par un système optique à travers le connecteur (1) et projetée sur la fente d'entrée (2) dont la largeur peut varier entre 5 et 200 μm . Selon l'ouverture de la fente, on peut connaître la quantité de lumière qui entre dans le système et la résolution correspondante. Afin de bloquer les effets du second ordre et du troisième ordre de la diffraction, un filtre absorbant (3) est placé juste après la fente. La lumière sortant du filtre absorbant arrive sur un collimateur (4) qui la réfléchit. Le faisceau collimaté arrive directement sur le réseau (5) qui sélectionne la longueur d'onde du système et le disperse. On obtient ainsi un spectre dispersé qui est réfléchi par un miroir de focalisation (6). Un système de balayage permet alors de faire défiler le spectre devant un détecteur (7-8-9-10) équipé d'une fente. Le détecteur composé de plusieurs barettes linéaires permet ainsi de mesurer l'ensemble du spectre de façon simultanée en donnant la quantité de lumière réfléchi pour chaque intervalle spectral. La figure 6 ci-dessous montre le fonctionnement d'un tel dispositif.

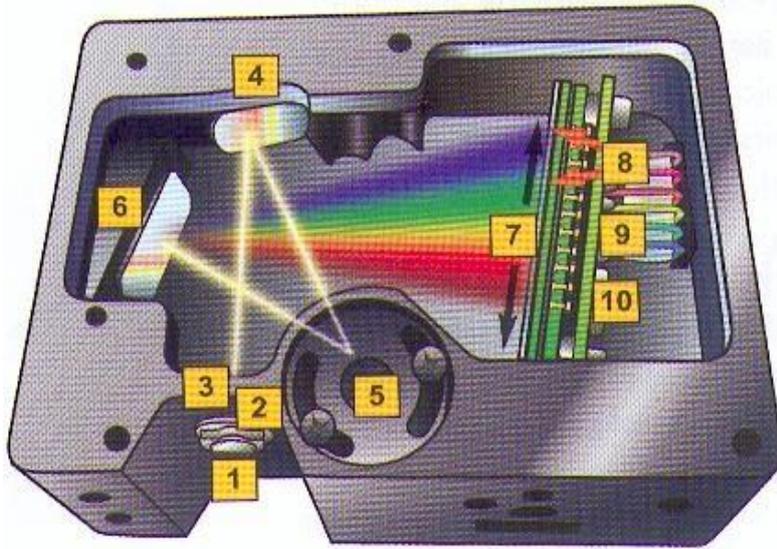


Figure 6 : Principe de fonctionnement du spectromètre USB 2000

L'absorption de la lumière par la matière est caractérisée par la fraction d'énergie absorbée en fonction de la longueur d'onde. L'échantillon ainsi éclairé à nouveau une partie de la lumière qui l'éclaire et devient à son tour une source secondaire. Dans cette partie nous nous intéressons à la fraction de la lumière réfléchie en fonction de la longueur d'onde.

5. La spectrométrie Raman

Afin de déterminer précisément la nature d'une inclusion dans le diamant, nous avons utilisé le Spectromètre Raman de type ISA T64000 de marque Jobin-Yvon-Spex du groupe Horiba. La spectrométrie Raman est une méthode d'analyse qui se fait sans préparation d'échantillon quelque soit la dimension des échantillons, elle permet d'identifier le matériau.

6. MEB

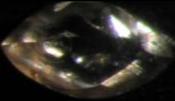
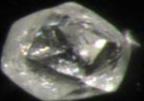
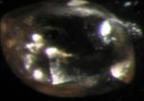
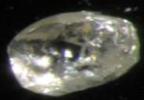
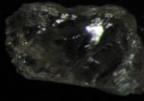
Le Microscope Electronique à Balayage (MEB) de type JEOL 5800 disponible à l'Institut des Matériaux Jean Rouxel de Nantes (IMN) est utilisé pour obtenir une image agrandie des échantillons afin de révéler des détails structuraux. L'imagerie en cathodoluminescence (CL) à très fort grossissement (x 1000 et plus) a permis dans cette étude de voir les figures de croissance des échantillons et ou de détecter les défauts étendus dans les diamants. Les analyses demandent une préparation d'échantillons avec métallisation.

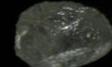
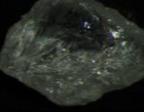
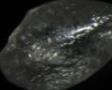
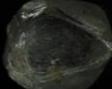
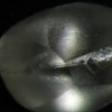
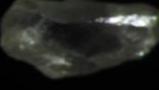
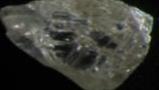
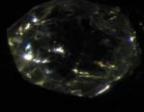
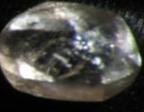
F. RESULTATS

1. Gemmologie classique

La majorité des diamants analysés dans le cadre de notre étude sont dits « presque incolores ». En effet, parmi les vingt-huit échantillons étudiés, sept diamants sont nettement incolores, un est vert et deux vert clair, cinq sont jaunes et quatre ont une teinte jaune claire et les autres sont bruns, mates, gris et gris clair.

En règle générale, les diamants centrafricains ont une croissance octaédrique, quelle que soit la situation géographique. Mais la forme octaédrique a été dissoute et donc leur forme ou morphologie est celle résultant de la dissolution de ces octaèdres. C'est donc la croissance octaédrique et la dissolution rhombododécaédrique à faces courbes qui sont principalement les morphologies dominantes des échantillons analysés. La couleur, le poids, la morphologie (tableau 3), les photos (figure 7) et la luminescence ont été examinées par des appareils gemmologiques classiques.

Echantillon	Couleur	Poids (En carats)	Photos	Morphologie
DG ₁	Jaune	0.30		Rhombododécaèdre : face courbe, une tache d'irradiation
DG ₂	Incolore	0.05		Rhombododécaèdre : cristal très dissous et très transparent
DG ₃	Incolore	0.45		Rhombododécaèdre : cristal très arrondi assez lisse
DG ₄	Jaune clair	0.06		Rhombododécaèdre : cristal allongé
DG ₅	Incolore	0.30		Surface irrégulière assez brillante
DG ₆	Incolore	0.10		Cristal fortement dissous et cassé. Surface clivée bien nette.
DG ₇	Brune	0.010		Cristal allongé avec un fragment de clivage et la surface présente de petites aspérités

DG ₈	Jaune	0.05		Cristal allongé avec un clivage et une cassure
DG ₉	Incolore	0.10		Cristal très transparent, incolore presque pur.
DG ₁₀	Mate	0.10		Cristal à face plane, côté gauche peu cassé.
DG ₁₁	Verte	0.10		Octaédrique : taches brunes sur la face externe
DG ₁₂	Surface givrée	0.10		Cristal à faces arrondies
DG ₁₃	Jaune clair	0.10		Cristal incolore presque pur, face plate à face courbe brillante
DG ₁₄	Jaune clair	0.10		Cristal allongé la surface présente des irrégularités
DG ₁₅	Jaune lair	0.06		Cristal à surface irrégulière, peu fracturé
DG ₁₆	Jaune	0.06		Rhombododécaèdre régulier à faces courbes assez lisse
DG ₁₇	Brune	0.04		Faces en gradin, cristal légèrement dissous
DG ₁₈	Vert incolore	0.05		Rhombododécaèdre régulier à faces courbes assez lisse et transparent
DG ₁₉	Gris clair	0.06		Rhombododécaèdre : cristal dissous, face courbe
DG ₂₀	Incolore	0.09		Cristal à faces courbes presque pur
DG ₂₁	Gris clair	0.04		Cristal bien formé, arrêtes et trigone bien visible.

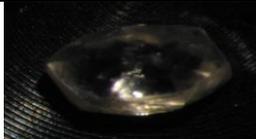
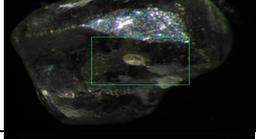
DG ₂₂	Vert clair	0.06		Rhombododécaèdre très dissous
DG ₂₃	Incolore	0.10		Cristal très dissous surface lisse
DG ₂₄	Jaune	0.065		Cristal très dissous, les trigones ne sont pas marqués à la surface
DG ₂₅	Gris	0.06		Surface irrégulière, pointe de l'octaèdre cassé. Ce cristal contient une grosse inclusion (voir chapitre Raman)
DG ₂₆	Jaune	0.05		Cristal bien formé, trigone bien définis, une tache d'irradiation
DG ₂₇	Brune	0.045		Cristal très dissous à face courbe.
DG ₂₈	Brune	0.07		Surface rugueuse.

Tableau 3 : morphologie, couleur et poids des échantillons



Figure 7 : photo de six cristaux de diamants constituent un camaïeu légèrement nuancé, en haut de gauche à droite 3 rhombododécaèdres respectivement de couleur incolore (DG20, 0,09 ct), jaune (DG1, 0,31ct) et grise (DG19, 0,06 ct). En bas de gauche à droite 3 octaèdres respectivement, jaune (DG26, 0.05 ct), brun (DG27, 0.04 ct) et incolore (DG23, 0.1).

2. La luminescence aux rayons ultraviolets

L'analyse des différents échantillons sous éclairage UV long et UV court est caractérisée en terme de fluorescence et de phosphorescence. Nous avons constaté que sur 26 échantillons analysés, 20 diamants ne montrent aucune phosphorescence et que seulement 6 échantillons respectivement DG14, DG15, DG18, DG20, DG24, et DG26 sont phosphorescents.

Echantillon	UVL	UVC	Echantillon	UVL	UVC
	Fluorescence	Fluorescence		Fluorescence	Fluorescence
DG₁	Jaune vert, homogène et transparent. Intensité moyenne	Jaune-vert moyen à faible. homogène et transparent.	DG₁₂	Jaune blanc laiteux assez intenses.	Jaune moyen laiteux.
DG₂	Hétérogène cœur bleu intense à l'intérieur et périphérie inerte.	Homogène jaune-orange transparent.	DG₁₃	Bleu-blanc homogène transparent assez intense.	Jaune transparent moyen.
DG₄	Orange transparent et homogène intensité faible.	Orange, transparent homogène intensité faible.	DG₁₆	Orange faible et transparent.	Orange très faible.
DG₅	Bleu-blanc laiteux, homogène translucide. Intensité moyenne.	Jaune laiteux.	DG₁₇	Jaune laiteux faible.	Orange faible
DG₆	Bleu-blanc laiteux homogène translucide, intensité moyenne.	Jaune laiteux faible.	DG₁₉	Jaune laiteux moyen.	Orange faible laiteux moyen.
DG₇	Jaune moyen homogène translucide.	Jaune translucide faible.	DG₂₂	Orange très faible.	Orange très faible.
DG₈	Jaune faible translucide.	Jaune faible translucide.	DG₂₃	Jaune très faible	Jaune très faible
DG₉	Orange moyen homogène translucide.	Rouge-orangé plus vif translucide, pierre au comportement peu courant.	DG₂₅	Jaune-orangé faible et transparent.	Orange très faible.
DG₁₀	Jaune blanc assez fort homogène et laiteux.	Jaune-orangé faible et laiteux.	DG₂₇	Orange homogène	Orange faible.

DG₁₁	Jaune bleu laiteux	Jaune-orangé plus faible homogène.	DG₂₈	Jaune-orangé très faible.	Jaune faible
------------------------	--------------------	------------------------------------	------------------------	---------------------------	--------------

Tableau 4 : comportement en luminescence UV des échantillons qui ne phosphorescent pas.

Echantillon	UVL		UVC	
	Fluorescence	Phosphorescence	Fluorescence	Phosphorescence
DG₁₄	Jaune laiteux intense, homogène	Supérieur à 2 minutes	Jaune laiteux moyen	1 minute
DG₁₅	Jaune transparent intense.	10 secondes	Jaune transparent moyen intense.	Non
DG₁₈	Bleu-blanc laiteux fort.	10 secondes	Jaune moyen transparent.	10 secondes
DG₂₀	Bleu transparent fort.	Supérieur à 2 minutes	Jaune transparent moyen faible.	1 minute
DG₂₄	Jaune blanc laiteux homogène.	5 secondes	Jaune moyen laiteux et homogène.	15 secondes
DG₂₆	Jaune blanc laiteux homogène.	2 secondes	Jaune moyen faible laiteux.	2 secondes

Tableau 5 : Comportement en luminescence UV des échantillons qui phosphorescent.

- Observation particulière

Un phénomène singulier a retenu notre attention :

On éclaire le diamant à étudier d'abord par un rayonnement UV long puis par un rayonnement UV court. On s'intéresse alors à la répartition volumique de la luminescence. Dans le cas de l'UV long on observe la lumière bleue à l'intérieur de la pierre c'est-à-dire au noyau de celle-ci et la lumière jaune à la surface extérieure ; tandis que dans le cas de l'UV court, on observe que de la lumière jaune à l'extérieur du diamant il n'y a pas de pénétration de la lumière à l'intérieur de la pierre. Cela s'explique par le fait que le diamant est plus opaque aux UV courts. Voir Schémas ci-dessous

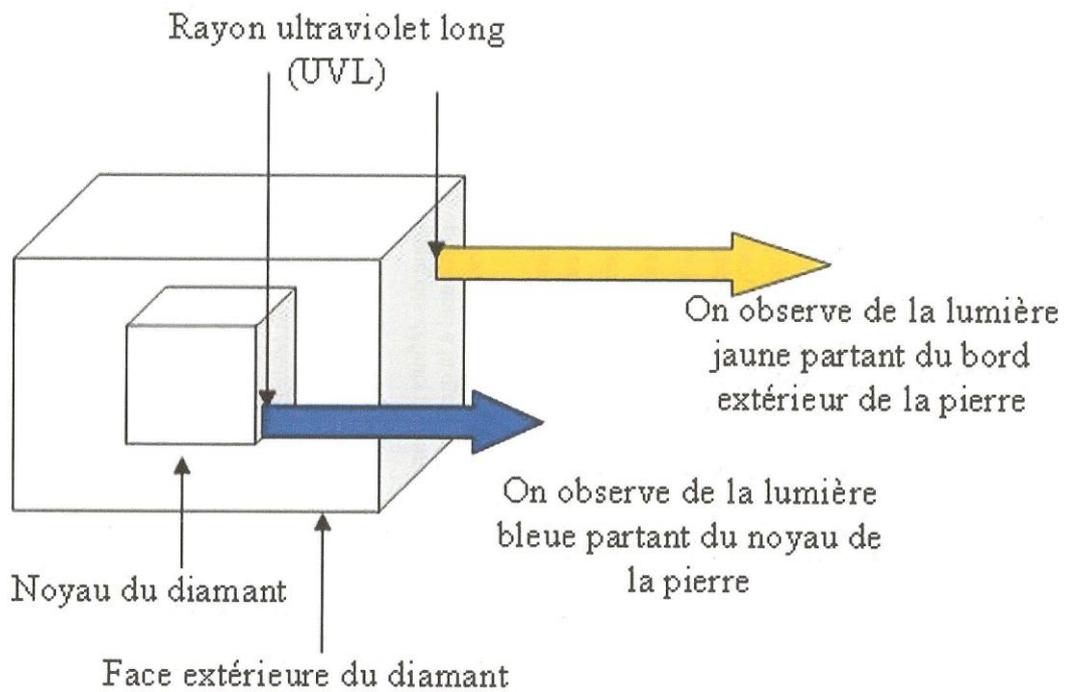


Schéma explicatif de l'expérience de l'observation d'un diamant au rayonnement ultraviolet long (UVL)

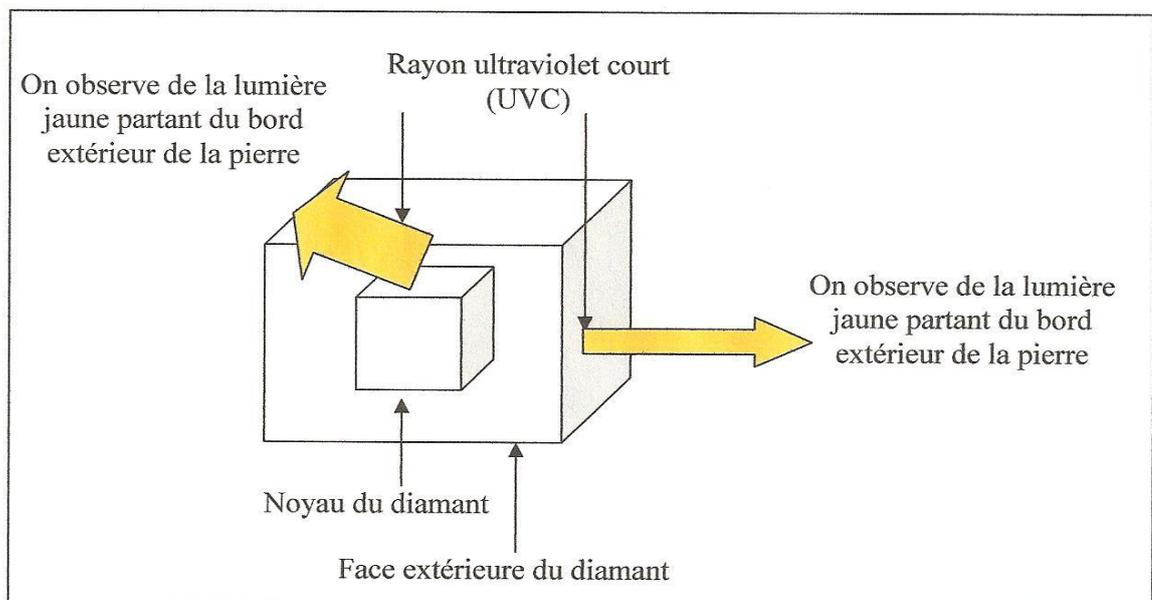


Schéma explicatif de l'expérience de l'observation d'un diamant au rayonnement ultraviolet court (UVC)

Les UV courtes ne peuvent pas atteindre le cœur de la pierre, qui reste inerte.

3. Spectre d'absorption infrarouge

Afin de nous entraîner à classifier nos diamants par types, nous nous sommes servis d'un exemple (figure 8) qui est une plaque de diamant très transparent et homogène mais pas de Centrafrique !

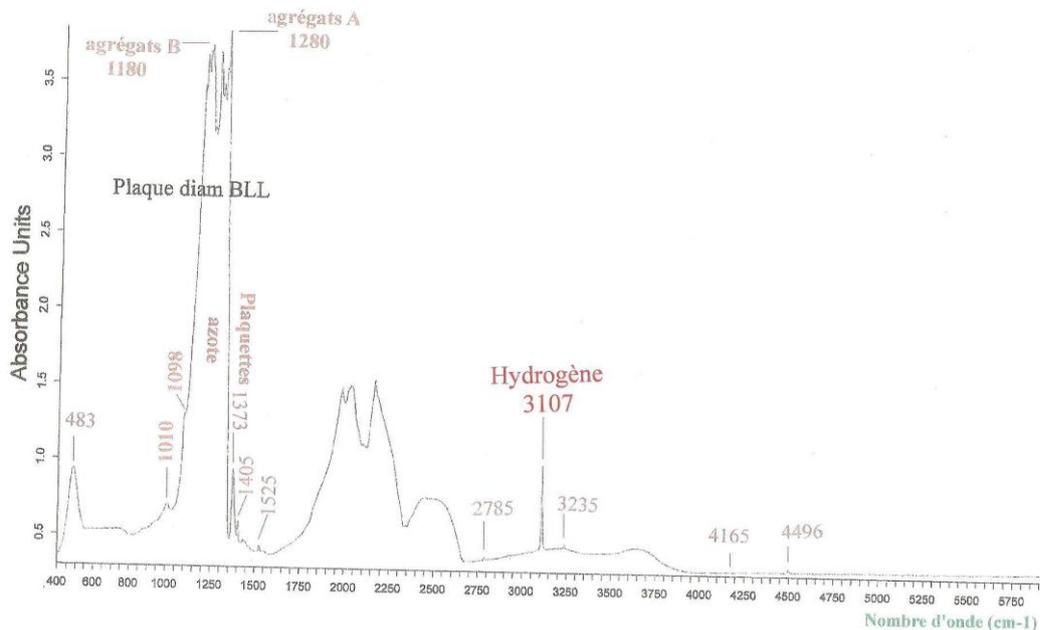


Figure 8 : Spectre infrarouge d'un échantillon de diamant de référence (plaque diamant)

Comme l'indique la (figure 8) ci-dessus on note dans la région de l'azote :

- pics des **agrégats A** à 1280 cm^{-1} (absorption totale)
- pics des **agrégats B** à 1180 (absorption totale), 1098 et 1010 cm^{-1} .

Entre 1750 cm^{-1} à 3750 cm^{-1} on note une absorption plus ou moins importante qui est une caractéristique commune à tous les diamants (en absorption intrinsèque) et dans cette plage de fréquence on trouve :

- les **plaquettes** à 1373 cm^{-1}
- une absorption propre à l'**hydrogène** à 3107 cm^{-1} et les pics secondaires à 1405 , 1525 , 2785 , 3235 , 4165 et 4496 cm^{-1} .

Nous allons ci-dessous présenter les commentaires et les spectres pour certains de nos échantillons.

Les diamants qui contiennent de l'azote en grande quantité sous forme d'agrégats A et B, rappelons que :

Ces diamants contiennent des agrégats A en plus grande quantité que les agrégats B nous pouvons en déduire qu'ils sont de type **IaA**>>**B**. Voir figures (9), (10), (11), (12), (13), (14) et (15) respectivement ci-dessous.

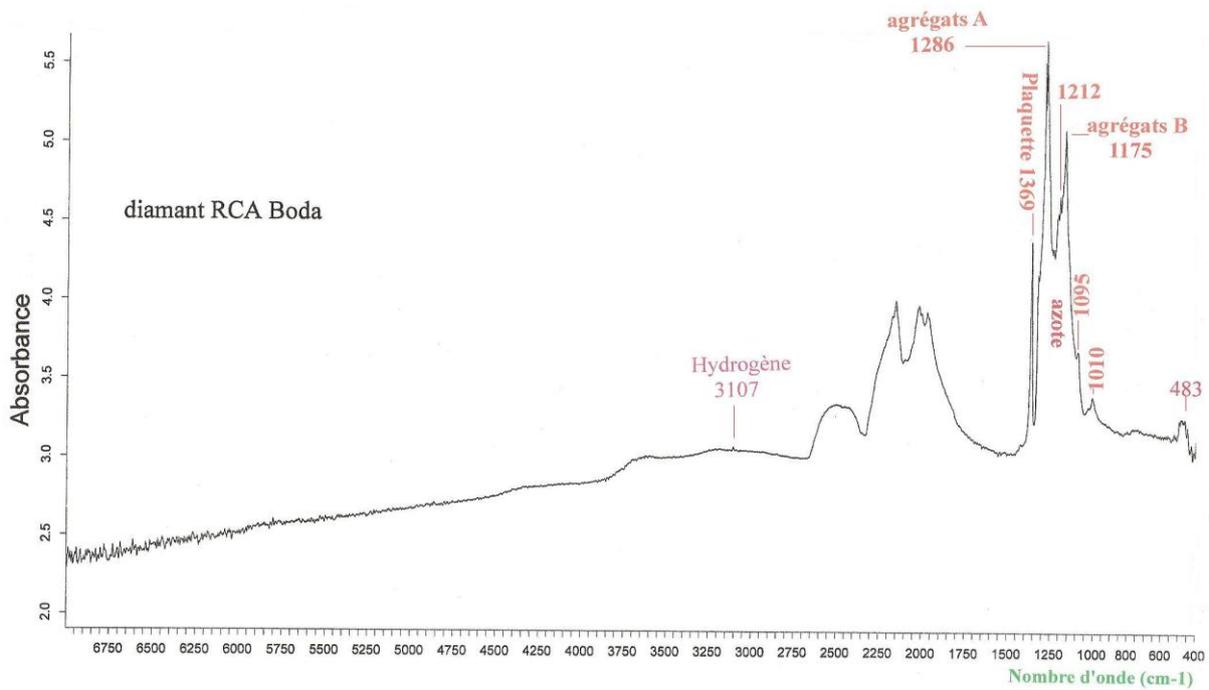


Figure 9 : spectre infrarouge d'un diamant (échantillon DG10) de couleur incolore 0,1 ct. Ce diamant est de type **IaA>>B**

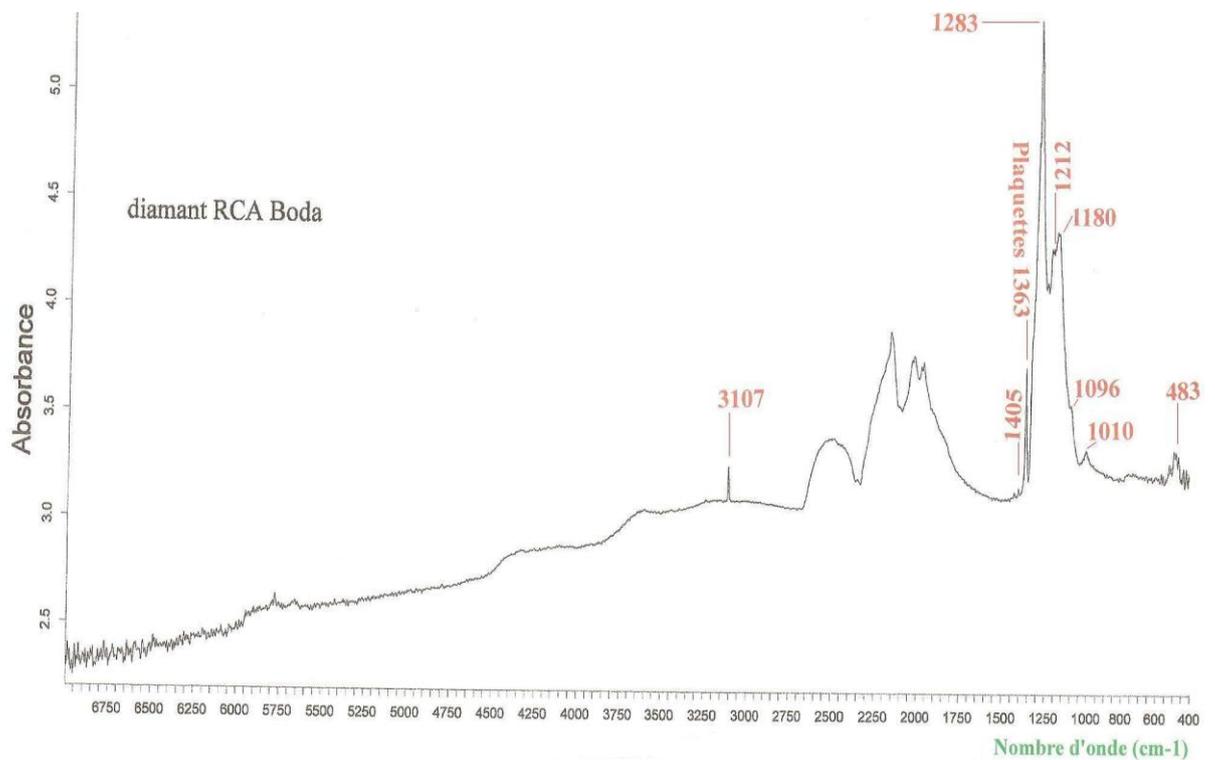


Figure 10 : Spectre infrarouge d'un diamant (échantillon DG2) de couleur incolore 0,05 ct. Ce diamant est de type **IaA>>B**

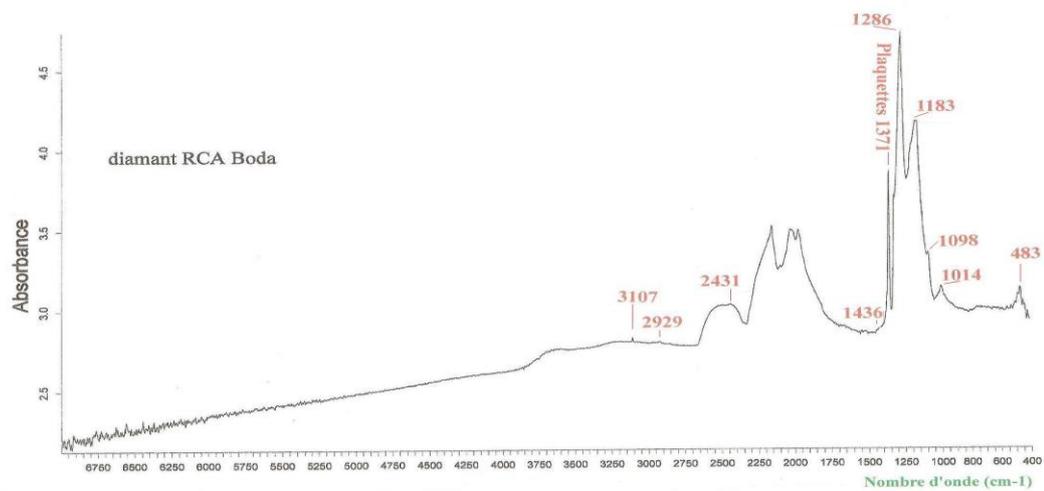


Figure 11 : spectre infrarouge d'un diamant (échantillon DG6) de couleur incolore 0,1 ct. Ce diamant est de type **Ia A>>B**

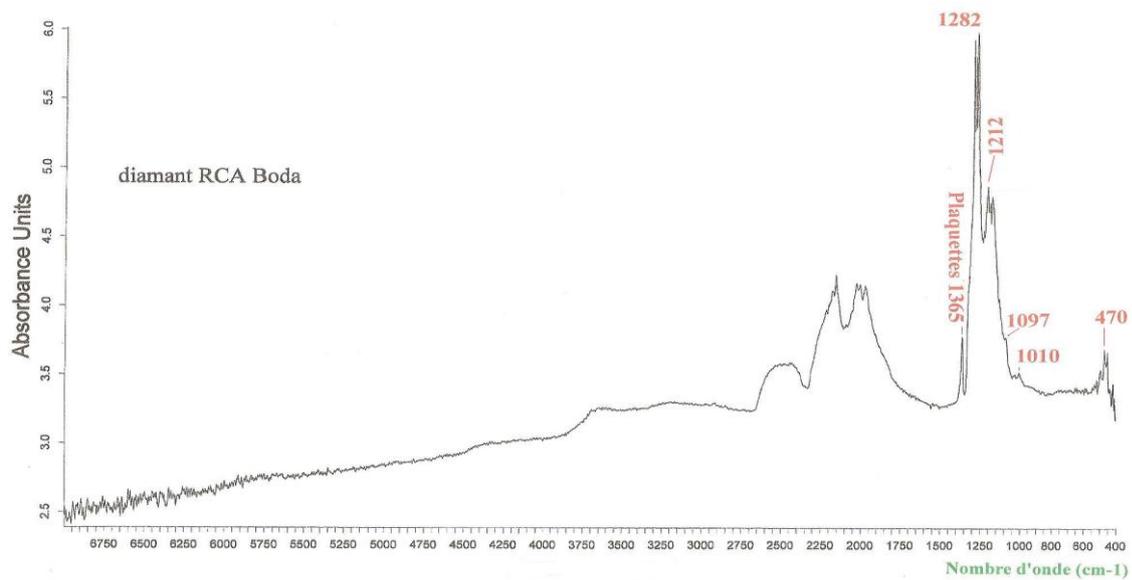


Figure 12 : Spectre infrarouge d'un diamant de type **IaA>>B** (DG₅), qui montre des absorptions caractéristiques des agrégats A avec un pic principal à 1282 cm⁻¹ et un pic à 1212 cm⁻¹.

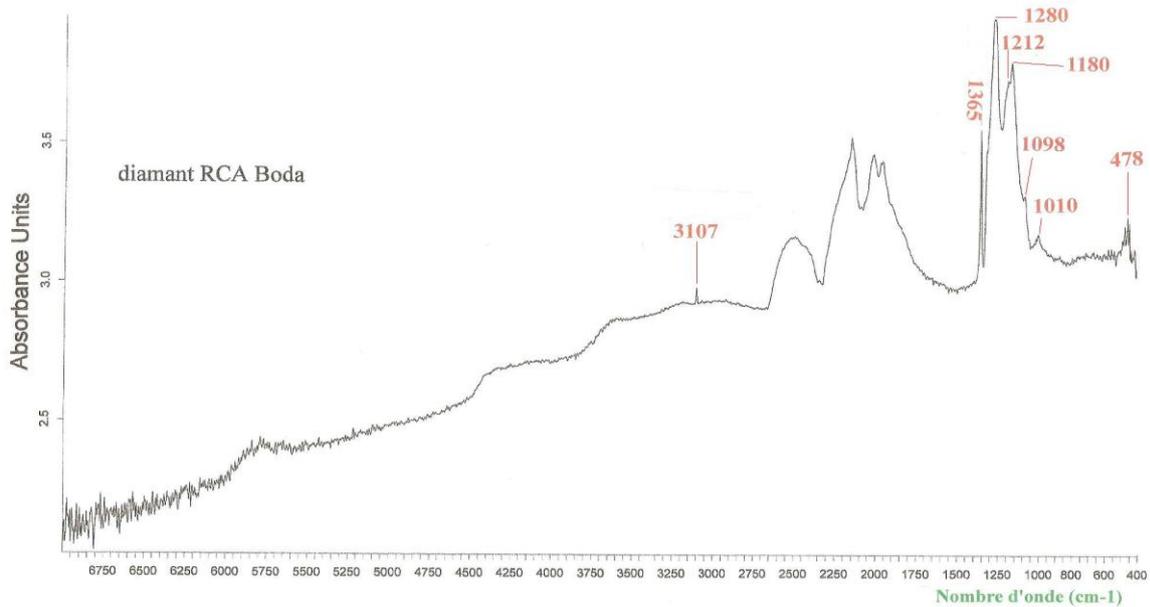


Figure 13 : spectre infrarouge d'un diamant de type **IaA>>B** (DG₅).

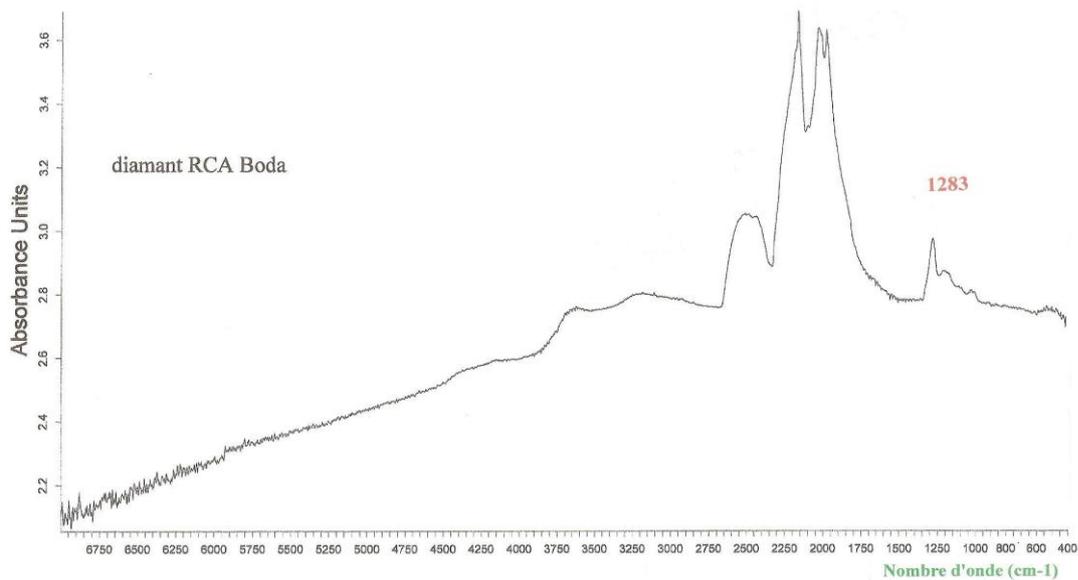


Figure 14 : Spectre infrarouge d'un diamant de type **IaA** (DG₇). Ce diamant contient uniquement des impuretés d'azote sous forme d'agrégat A.

Le DG1 (figure 15) est le seul échantillon issu de l'Est du pays. Ce diamant contient également de l'azote en grande quantité avec les pics des agrégats **A** à 480 et 1286 cm^{-1} , des agrégats **B** à 1180, 1096 et 1010 cm^{-1} ainsi qu'une forte présence des plaquettes avec un pic à 1364 cm^{-1} . Ce diamant est donc de type **IaA>>B**. Mais il ne contient pas d'hydrogène.

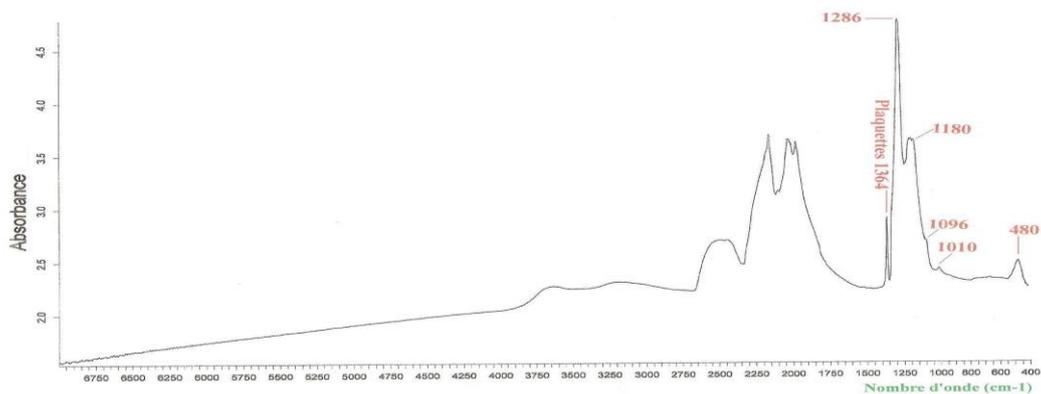


Figure 15 : spectre infrarouge d'un diamant (échantillon DG1) de couleur jaune 0,31 ct. Ce diamant est de type **IaA»B**. l'Ouest du pays

Le DG9 (figure 16) présente un spectre typique d'un diamant de type **IIa** :

- sur la plage 4000 cm^{-1} nous avons une structure classique d'absorption au diamant.
- ensuite l'absence d'hydrogène (pas de pics à 1405 et 3107 cm^{-1})
- enfin entre 1966 à 600 cm^{-1} nous n'avons aucune absorption liée à l'**azote**.

De ce fait, nous déduisons que ce diamant est du type **IIa**.

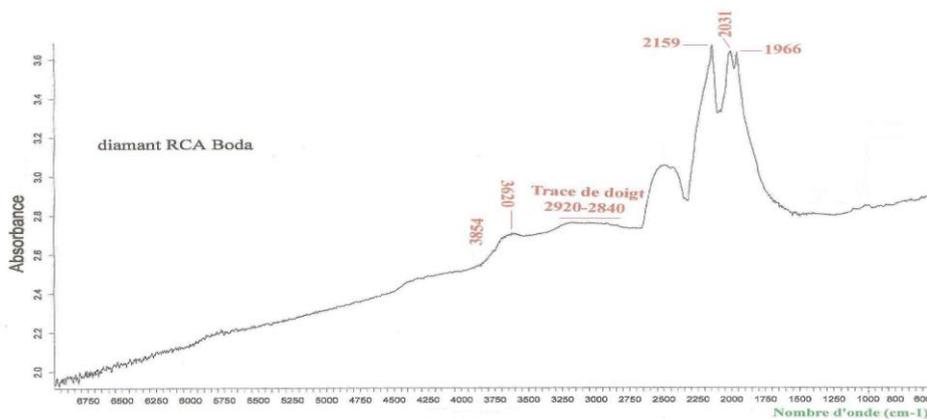


Figure 16 : Spectre infrarouge d'un diamant (échantillon DG9) de couleur incolore 0,1 ct. Ce diamant est de type **IIa**

4. Spectrométrie par une lampe à halogène

Afin d'étudier la transparence et le caractère réfléchissant des échantillons dont nous disposons, nous définissons la notion de réflectance spectrale qui représente les rapports en énergie émise et l'énergie incidente à une longueur d'onde fixe λ .

Pour cela nous nous sommes servis d'un étalon de référence, un matériau qui réfléchit quasiment toute la lumière incidente de la source à halogène utilisée (figure 17).

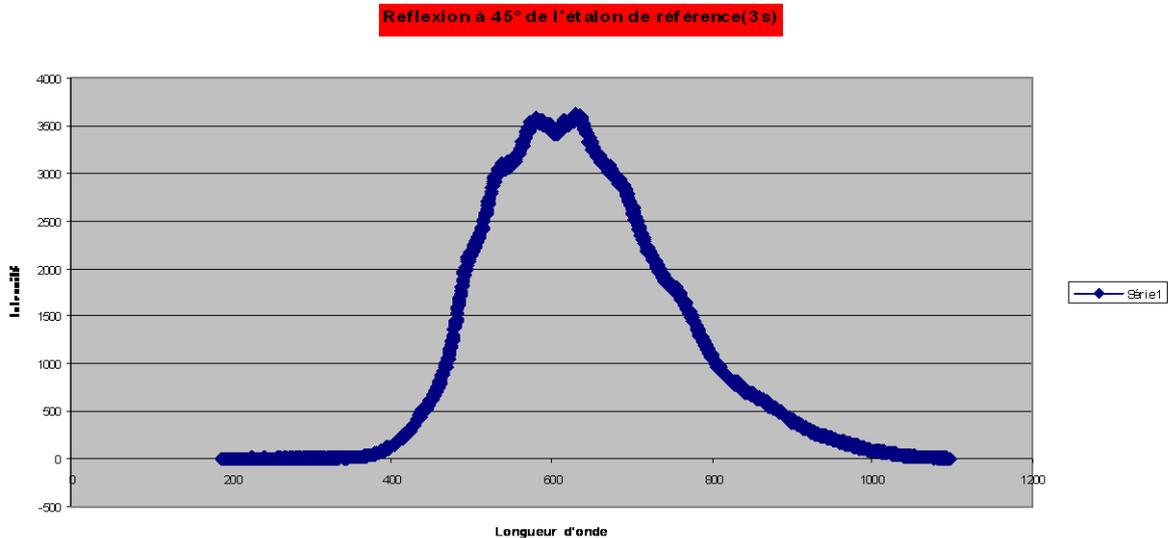


Figure 17 : Spectre de réflexion à 45° par un étalon de référence

Nous constatons que pour une longueur d'onde fixée à 600nm l'intensité (~l'intensité incidente) vaut 3450.

Spectre obtenu par le DG1 : pour une longueur d'onde fixée à 600 nm l'intensité réfléchie vaut 183. Cet échantillon a donc pour facteur de réflectance : $183/3450 = 0.053043$, ce qui signifie que cet échantillon est très transparent puisqu'il a un facteur de référence réflectance très faible (figure 18)

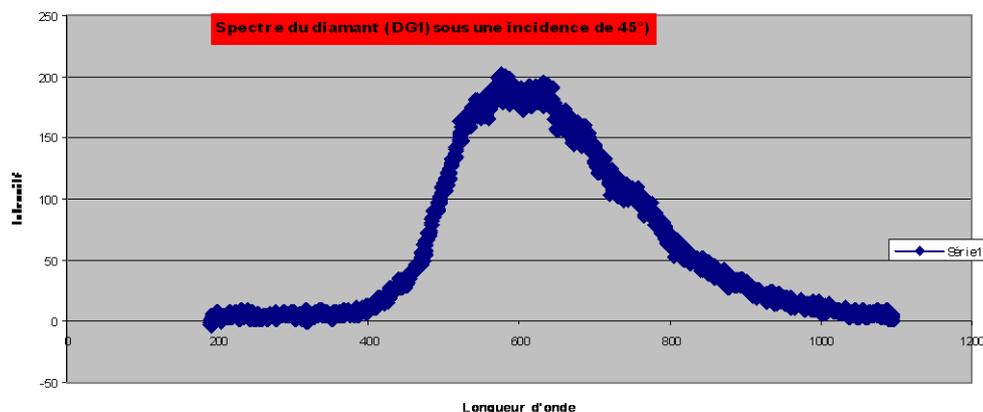


Figure 18 : Spectre de réflexion à 45° par DG1

Spectre obtenu par le DG8 : pour une longueur d'onde fixée à 600 nm l'intensité réfléchie vaut 1270. Donc le facteur de réflectance est de $1270/3450 = 0.36811$, ce qui signifie que le DG8 est moins transparent que le DG1 car le facteur de réflectance est plus élevé (figure 19).

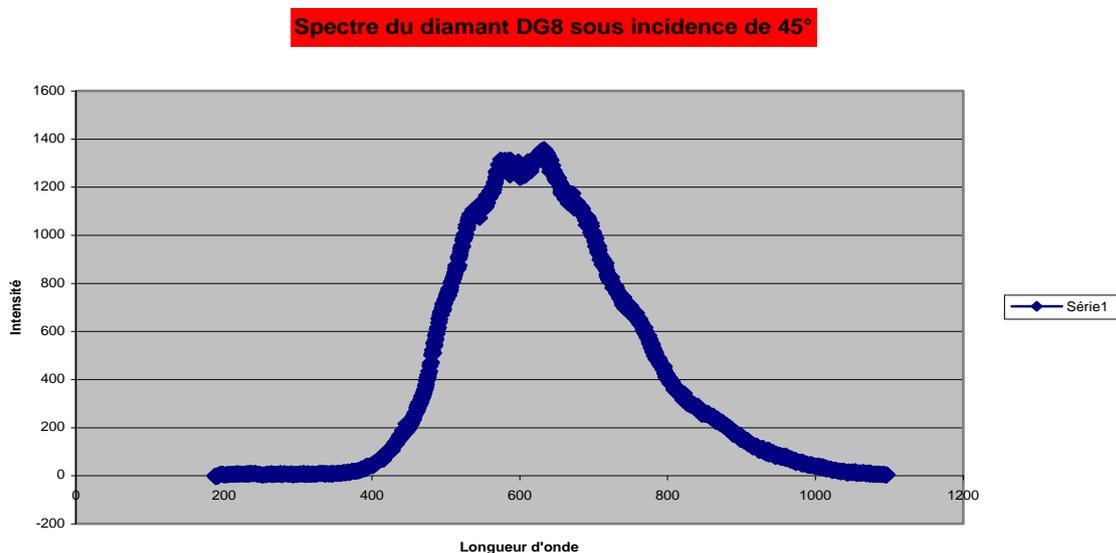


Figure 19 : Réflexion à 45° par DG8

5. Spectrométrie de diffusion Raman

En observant les échantillons à la loupe binoculaire, nous avons détecté une grosse inclusion dans l'un d'entre eux (figure 20). Il s'agit du DG₂₅.

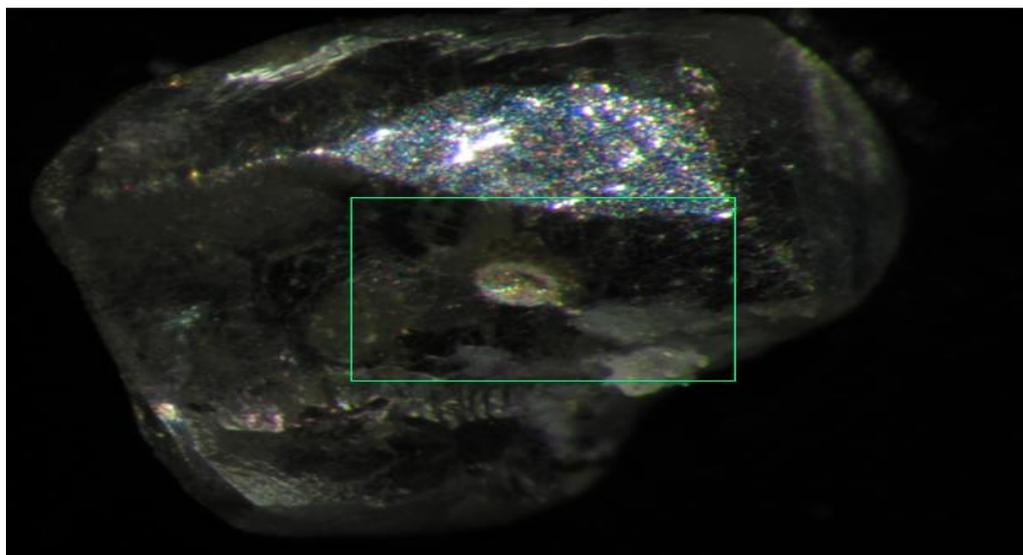


Figure 20 : inclusion probable de graphite dans diamant visible au centre du rectangle vert (DG₂₅), grossièrement x30.

Le diamant présente un pic caractéristique de diffusion Raman à 1331cm^{-1} . Le spectre présente la bande à 1585.7cm^{-1} caractéristique du graphite. Cela nous permet d'identifier une inclusion probable de graphite dans le diamant (figure 21).

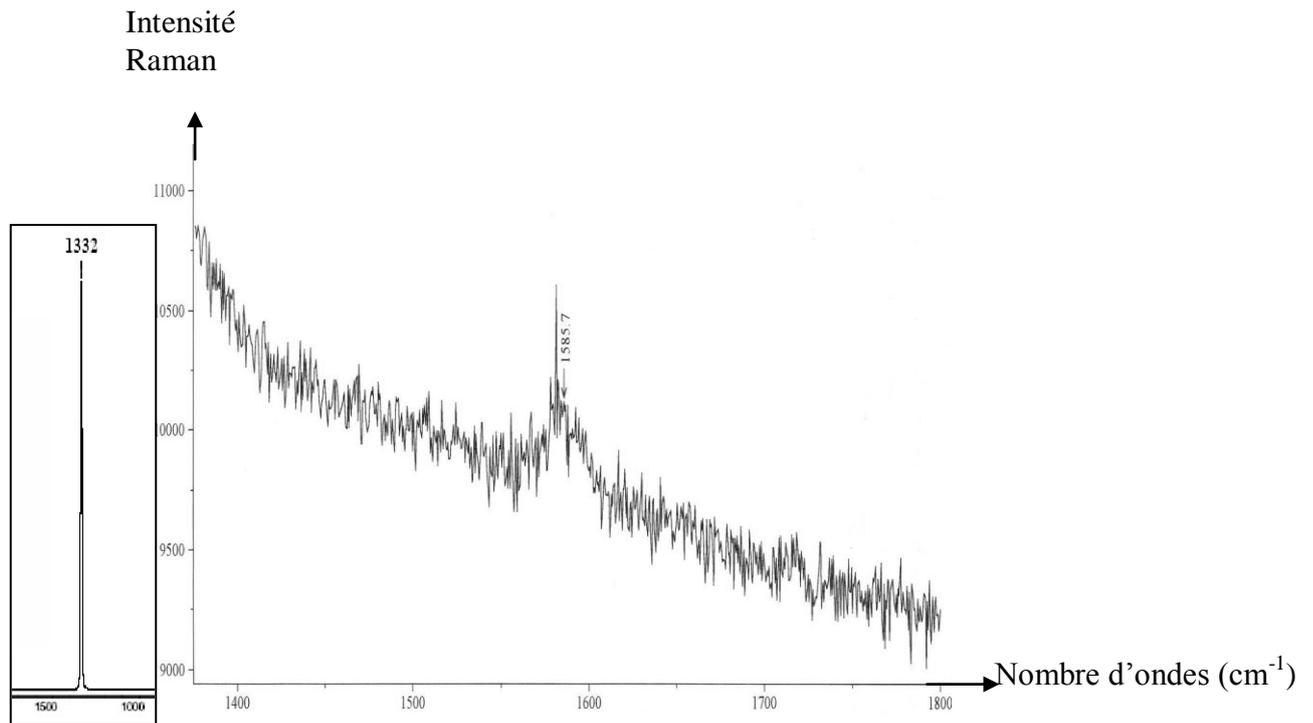


Figure 21 : Spectre Raman d'une inclusion du graphite dans un diamant brut de la R.C.A. (échantillon DG25), bande caractéristique du graphite à 1585 cm^{-1} .

6. Cathodoluminescence

Les échantillons observés en imagerie de cathodoluminescence :

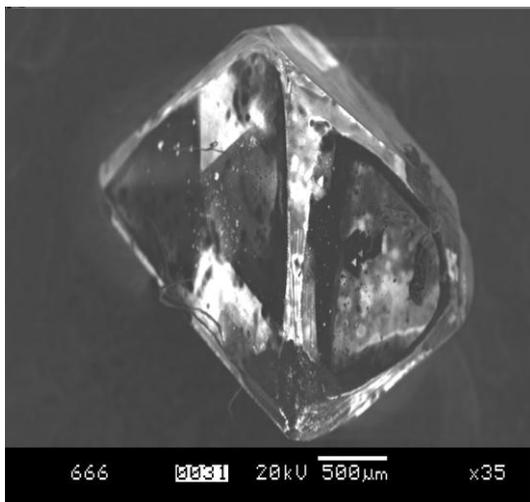


Figure 22 : Meb-DG11. Croissance octaédrique, on voit des trigones inverses sur les faces planes et homogènes en CL, car elles ont été peu dissoutes.

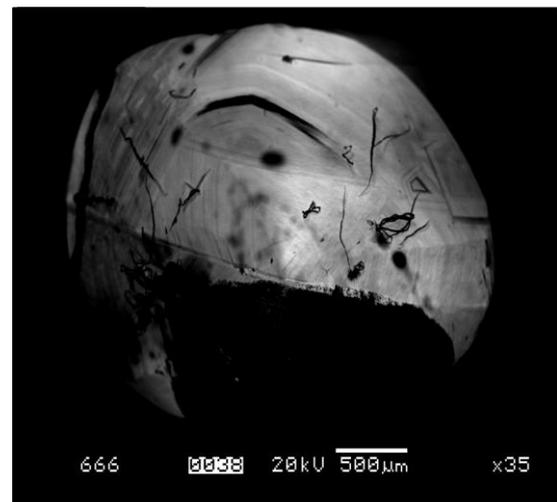


Figure 23 : Meb-DG12. Phases de Croissance de couche inerte et de couche claire, présence des taches d'irradiations à la surface. Il montre une face arrondie du rhombododécaèdre, due à la dissolution, qui révèle l'alternance de couches de croissance à la CL variée.

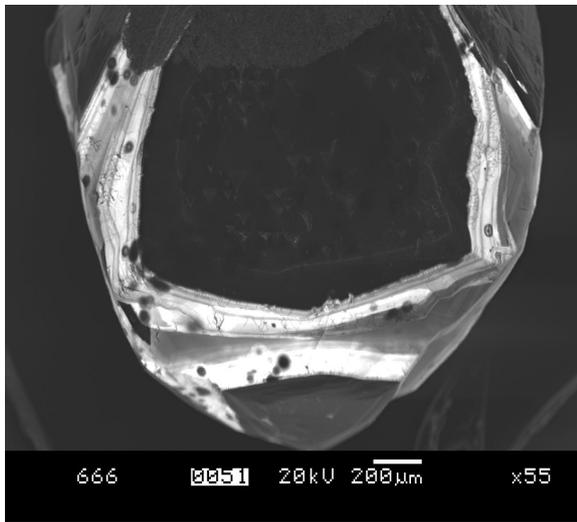


Figure 24 : Meb-DG26.
Croissance octaédrique; luminescence en couches nettes et définies. Face plane et homogène en CL, car elle a été peu dissoute.

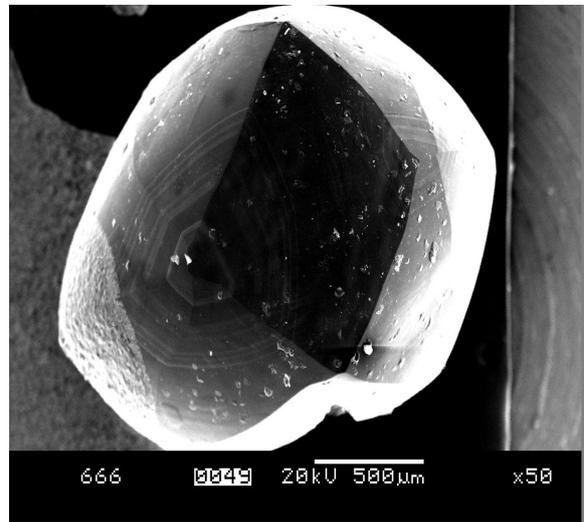


Figure 25 : Meb-DG21. Jolie face classique de rhombododécaèdre qui montre une face arrondie, due à la dissolution, qui révèle l'alternance de couche de croissance à la CL variée. Croissance octaédrique en couches superposées visible en « courbes de niveau » sur l'image.

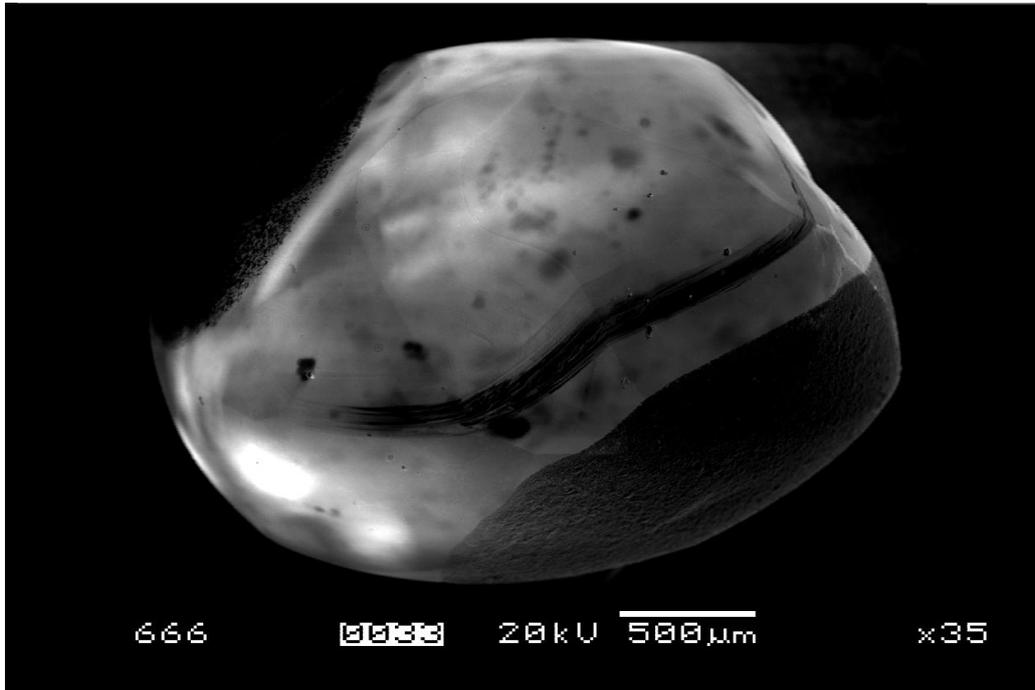


Figure 26 : Meb-DG20. octaèdre dissous à croissance lente normale. Présence de taches d'irradiations.

7. Analyse chimique

L'analyse chimique de nos échantillons nous donne un spectre avec un signal important qui correspond exclusivement au carbone constituant majoritaire du diamant (figure 27). Les autres petits pics présents correspondent soit à une contamination (oxygène), soit à la métallisation (Au, Pd).

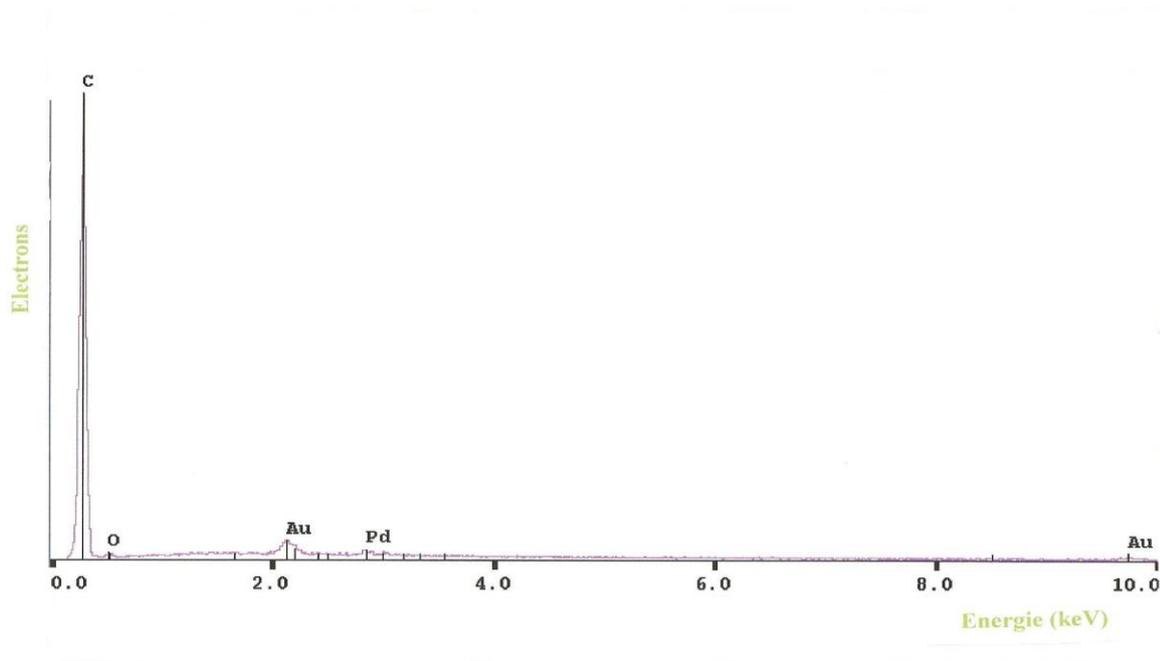
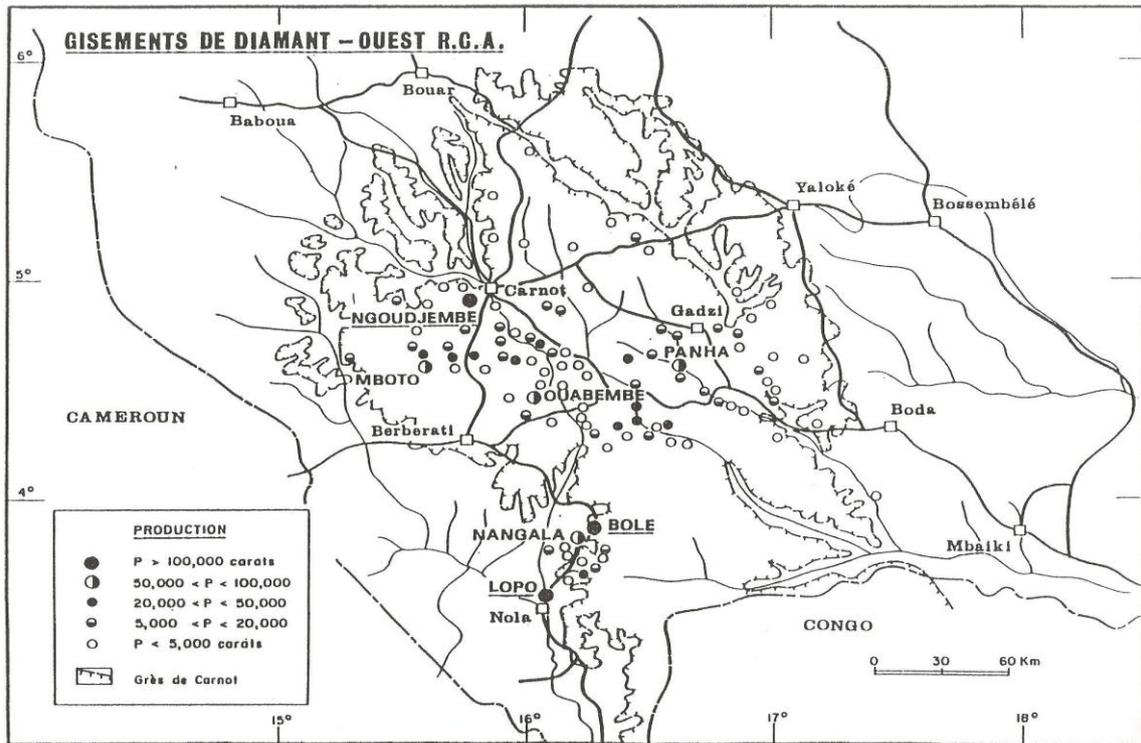


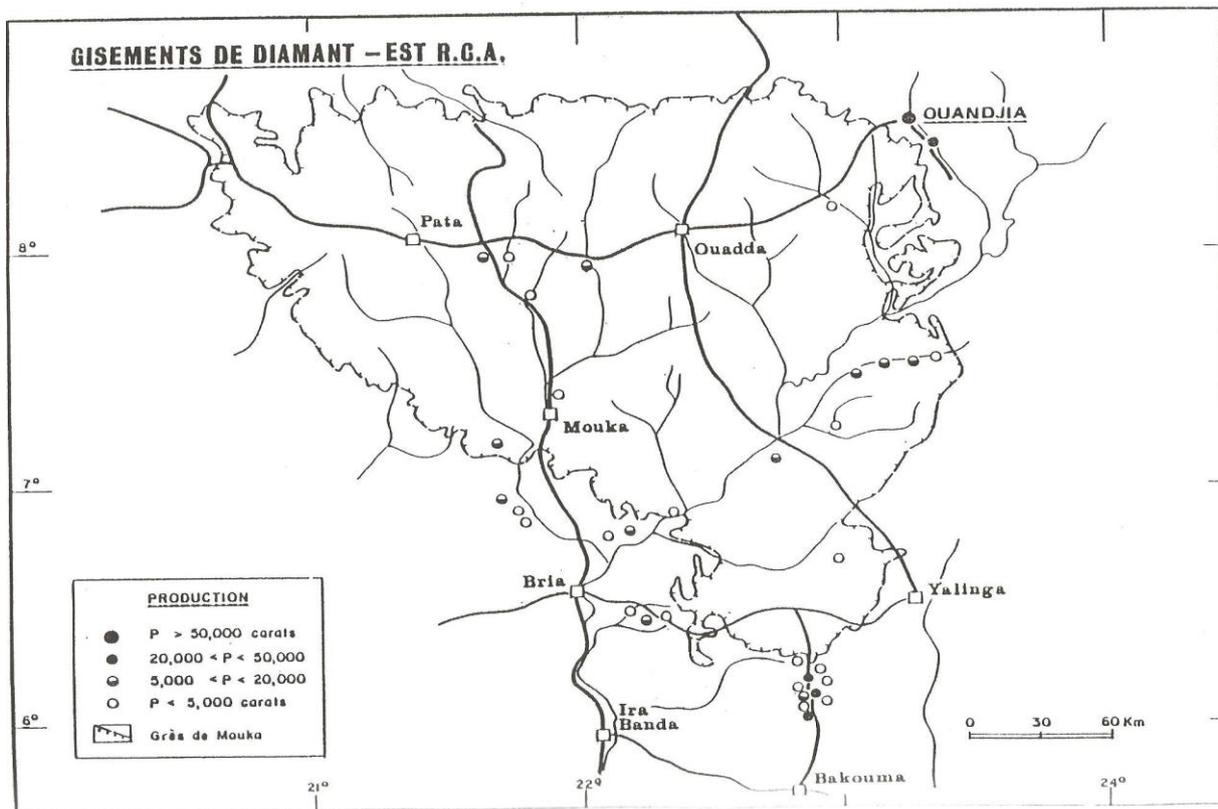
Figure 27 : Spectre de l'analyse d'un diamant de R.C.A. (DG1) au MEB (échelle linéaire).



Source : (B. Lancet, 1998)

Figure 29 : carte de localisation des gisements, Ouest de la R.C.A.

- **L'autre est à l'Est du pays** (figure 30), centrée sur la Haute-kotto, à partir des formations alluviales de Mouk-Ouadda, dans la région de Bria, le long de bassin de la Kotto et plus au Sud, entre Ira Banda, Bakouma et Yalinga, dans la région de N'Zako.



Source : (B. Lancet, 1998)

Figure 30 : carte de localisation des gisements, Est de la R.C.A.

1) LES GITES ALLUVIONNAIRES LES PLUS IMPORTANTS EN R.C.A

Source : (M.G. Bardet, 1979)

- les gîtes sur les grés
- les gîtes sur les socles

a) Les gîtes sur les grés :

Environ 80 % de la production provient des grés dans l'ouest, 20 % seulement dans l'est.

Les dépôts sur les grés sont très variés selon la morphologie des vallées : dépôts sur dalles, en flat, en canyons et marmites. Il y a aussi des terrasses à différents niveaux. La composition du gravier et la proportion en éléments lourds sont assez constants.

Les teneurs en diamant par contre varient énormément d'une rivière à l'autre, et suivant les cours, les points mêmes du cours d'une rivière donnée.

b) Les gîtes sur les socles :

Ils sont moins nombreux que ceux sur grés surtout à l'Ouest. La morphologie des vallées sur le cristallin est bien plus uniforme avec de grand flat et un épais dépôt alluvial. Les terrasses sont les plus développées.

Les teneurs en diamant sont plus constantes que les gîtes sur les grés.

2) L'EVALUATION DES TENEURS EN DIAMANTS DE LA R.C.A.

Source : (M.G. Bardet, 1974)

Il est très difficile d'évaluer avec précision les teneurs en diamant des alluvions exploités. En effet, les diamineurs (la cheville ouvrière) ne calculent pas le poids exact de leur production, ni le cubage du gravier lavé. En tout état de cause, cette exploitation artisanale est une exploitation "hors normes" c'est-à-dire qu'elle a des teneurs nettement inférieures au seuil de rentabilité de toute société minière, ainsi ces teneurs en diamant se déterminent comme suit :

Les gîtes les moins riches :

- les terrasses (simple à exploiter) : 0,04 carat / m³

Les gîtes les plus riches :

- les marmites ou les canyons (grés ou socle) : 63 carats / m³
- les gîtes en lit vif sans stérile sur socle.

L'estimation de carats au km de rivière :

De 400 à 900 carats pour les rivières pauvres

5000 carats pour les cours d'eau riches

Plus de 10 000 carats pour des rivières très riches

A titre de comparaison, Est avec Ouest :

- la proportion de diamant de joaillerie est plus forte dans l'Est que dans l'Ouest

- le rapport P / C (nombre de pierre par carat) est moins élevé à l'Est. Il dispose du pourcentage de grosses pierres les plus importantes

P / C moyen de l'Est = 1,6

donc les pierres sont plus grosses

P / C moyen de l'Ouest = 5

- la dimension moyenne des gisements de l'Ouest est supérieure à celle de l'Est, selon les statistiques de (Mestraud, 1982) arrêtées au début des années 60 on trouverait :

Dans l'Ouest R.C.A. - sur 128 gisements inventoriés, 8 ont sorti plus de 50 000 carats.

La moyenne s'établirait à environ 15000 carats par gisement.

Dans l'Est – sur 40 gisements inventoriés, 7 ont dépassés 20 000 carats.

La moyenne était un peu plus de 8000 carats.

Après les années soixante l'exploitation artisanale n'a pas permis le contrôle sérieux des flux de transaction des diamants.

3) classification des gîtes alluvionnaires en R.C.A.

Source : Cl. Censier dans (B. Lancet, 1998)

Les différents gîtes alluvionnaires peuvent être classés d'après leur position par rapport au lit actuel de la rivière, voir figure (31), (32) et (33) ci-dessous.

Ainsi on distingue :

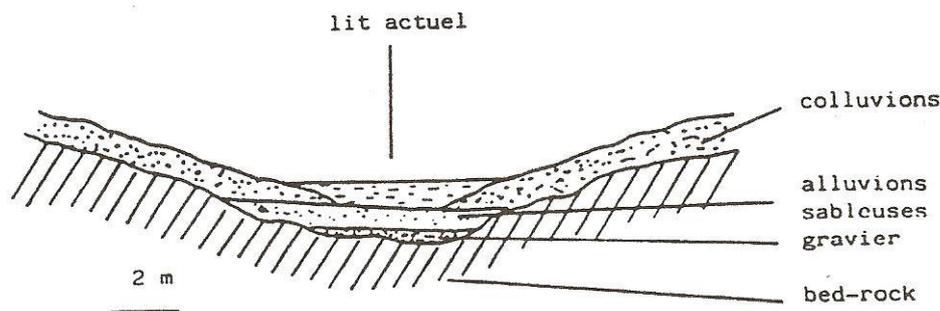
Les gîtes en lit vif : situés sous le lit actuel de la rivière

Les gîtes sur berge : situés en dehors du lit actuel de la rivière.

a) Les gîtes en lit vif

En fonction de la force du courant, donc de l'alluvionnement, on distingue les gîtes : "Sous stériles" et les gîtes "sans stérile"

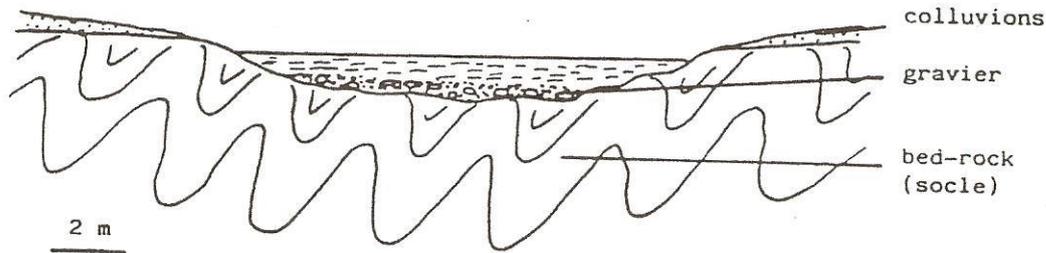
Les gîtes "Sous stériles" : Le courant d'eau exerçant un tri naturel densimétrique des alluvions conduit à l'accumulation d'un niveau graveleux dans lequel sont concentrés les minéraux lourds et donc le diamant. Ce niveau appelé "gravier", repose sur le bed-rock et est recouvert par des alluvions sableuses (figure 31), ces alluvions stériles sont appelées "souia" par les diamineurs. Sur la formation de Carnot, il y a fréquemment creusement de canyons ou de marmites (cuvette creusée) figure 33 dans lesquelles le gravier est à haute teneur diamantifère.



Source : Cl. Censier, (1989)

Figure 31 : Gîtes alluvionnaires diamantifères en lit vif (gîtes sous stérile).

Les gîtes "Sans stériles" : Lorsque la force du courant est élevée, il y a déblaiement des matériaux les moins grossiers et les plus légers. Ce phénomène peut conduire à l'élimination des alluvions stériles pour ne laisser qu'une couche de gravier directement accessible sous un certain niveau d'eau. A l'amont des petits cours d'eau là où la vitesse des courants d'eau est élevée il y a formation des petites marmites régulièrement visitées par les diamineurs. Les gîtes sans stériles sont les domaines des prédilections des "diamineurs plongeurs". A l'aide d'un matériel rudimentaire (une bassine ou un casque et un sac), ils ramènent le gravier situé jusqu'à trois mètres de profondeur.



Source : Cl. Censier, (1989)

Figure 32 : Gîtes alluvionnaires diamantifères en lit vif (gîtes sans stérile).

b) Les gîtes sur berges

Ils résultent d'un processus d'alluvionnement ancien et sont les témoins de la position antérieure du lit de la rivière. Cette catégorie de gîtes est basée sur leur morphologie, ainsi on peut distinguer :

Les flats et les dalles

Les cayons et les marmites

Les terrasses.

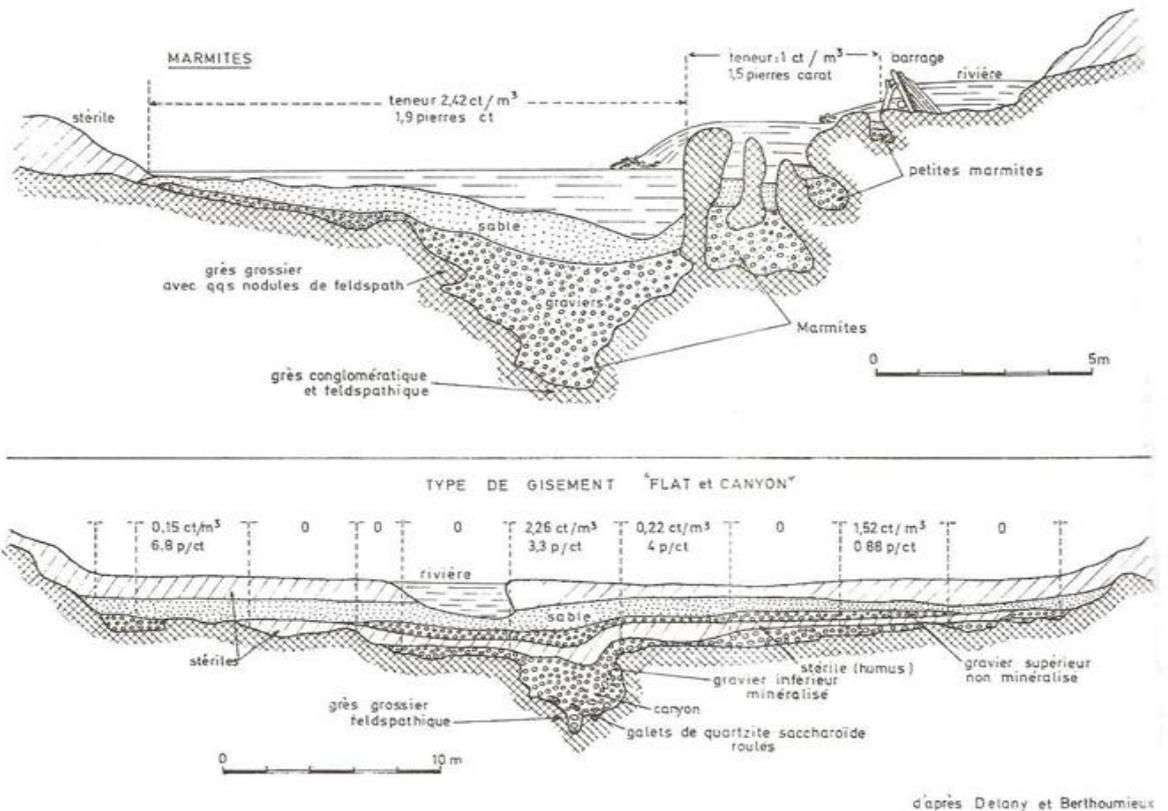
Les flats et les dalles : ce sont des gîtes sur berge dont le bed-rock à une forme tabulaire. Le terme de "flat" est réservé aux gîtes dont le bed-rock appartient aux formations du socle. Le terme de "dalle" caractérise les gîtes sur la formation de Carnot. Les dimensions de ces gîtes sont très variables. La largeur varie d'une dizaine de mètres à plus de cent mètres, la longueur peut se mesurer en kilomètres ; l'épaisseur du gravier est d'environ 50 cm. Les flats et les dalles font partie des rares gîtes alluvionnaires dont l'exploitation mécanisée est possible.

Les canyons et les marmites

Les gîtes sur berge en forme de "canyon" ou de "marmite" (figure 33) se sont développés uniquement sur la formation de Carnot. Leur répartition très irrégulière, fait que leur repérage est difficile. Cependant ils sont activement prospectés car ils représentent souvent des teneurs intéressantes.

Les canyons : Ce sont des couloirs étroits creusés dans le bed-rock tendre qui jalonne le lit mineur et se retrouve aussi en terrasse, formant les pièges riches en gravier. Ils sont exploités par plongées successives et hasardeuses, le courant étant souvent violent, ou encore par détournement du cours.

Les marmites : ce sont des cavités sub-circulaires creusées dans le bed-rock par des galets pris dans des tourbillons (figure 33).



Source : Cl. Censier, (1989)

Figure 33 : Alluvions diamantifères sur grés en R.C.A.

Les terrasses :

Les terrasses sont d’anciens dépôts surélevés (de +5 à +40 mètres). Les teneurs sont relativement basses et irrégulières. Leur reconnaissance est très difficile. Les teneurs sont très variables. La mise en exploitation artisanale d’une terrasse nécessite une manutention considérable ; le gravier doit être ramené au bord de la rivière pour y être lavé.

II. Exploitation des diamants en R.C.A.

Les diamants centrafricains ont été uniquement exploités par des sociétés minières durant toute la période coloniale jusqu'en 1961. Après l'indépendance, un tournant va marquer ces exploitations mécanisées aux profits des autochtones par la législation de l'exploitation artisanale qui demeure jusqu'à nos jours.

a) Les sociétés minières

Ces compagnies doivent, successivement dans les zones minières qui leur sont octroyées par le Ministère, mener les activités de reconnaissance d'indices ou prospection, de recherche de gisement économiquement exploitable et procéder éventuellement aux travaux d'exploitation du gisement découvert.

D'après Bardet (1974), dès 1927 plusieurs sociétés minières vont s'engager dans l'exploitation des diamants en R.C.A. :

C.E.M. : Compagnie Equatoriale des Mines, **C.M.O.O.** : Compagnie Minière de l'Oubangui-Oriental.

- **1932-1933** : Des prospections très sérieuses furent exécutées avec des gros moyens par les Belges de la Remina et de la Forminière dirigés par F. Delhayé et E. Polinard

- **1939** : Société Minière Internationale (**S.M.I.**) important concurrent de la C.M.O.O.

- **1942** : Société Minière Dulos Frères (**S.M.D.F.**)

- **1945** : Sangha mine

- **1935-1945** : A cette période la production du diamant va être rapide et importante dans l'Ouest du pays en passant de 130 carats à 83 000 carats / an

- **1947** : La production passe à plus de 100 000 carats / an

- **1950** : Evolution vers la mécanisation des principales sociétés.

- **1951-1957** : Apogée des sociétés minières avec environ 130 000 carats / an.

- **1960** : Année de l'indépendance de la R.C.A. (dans cette recherche je me suis inspiré en particulier de Bardet qui est toujours d'actualité).

- **1969** : Selon Bigo (2000), le Président de la République Centrafricaine J.B. Bokassa réclame une somme importante d'argent aux sociétés minières et augmente le coût des « permis d'exploitation ». Ensuite, il a pris la décision d'expulser toutes ces sociétés minières, sous prétexte de leur refus d'acquitter le montant de leurs taxes et redevances.

- **1979** : Le Président J.B. Bokassa revient sur sa décision juste avant d'être renversé du pouvoir.

- **1983** : Neuf sociétés sont installées en R.C.A., ces sociétés sont agréées, spécialisées dans les opérations d'achat (auprès des collecteurs) et d'exportation de diamants. Celles-ci n'ont pas investi les activités d'extraction. Leur nombre variait de quatre à huit pendant plusieurs années.

- **2008** : Le ministre d'état aux mines procède à la fermeture de plusieurs bureaux d'achats en province (Carnot, Berberati, Bria) selon le ministre ces fermetures se justifient par leurs incivisme fiscal (Centrafrique-presse.com) De nos jours, on ne compte désormais que cinq grandes sociétés actives:

- **SODIAM**
- **BADICA**
- **COURONNE**
- **SADIOR**
- **SOCADIO**

b) Les principaux acteurs miniers de la R.C.A.

Ce sont, à partir des ouvriers miniers aux sociétés de commercialisation (Bureaux d'Achat Import Export – B.A.I.E.) en passant par les artisans solitaires ou regroupés, les collecteurs et les coxeurs (intermédiaires). Ils doivent pratiquer leur travail fidèlement aux conditions du Code minier en vigueur.

❖ les ouvriers miniers

Ils assurent la main d'oeuvre dans les mines artisanales, ne perçoivent pas de salaire mais seulement des indemnités qui sont liées au creusement et l'extraction des roches stériles et des graviers (figure 34), au transport et au traitement du minerai, ainsi qu'à la construction des infrastructures d'exploitation à l'échelle artisanale. Ils sont tous centrafricains, agréés par la délivrance d'une carte officielle d'ouvrier minier disponible à la Brigade de Contrôle Minier.



Figure 34 Les ouvriers miniers travaillent sur un chantier diamantifère 10 km de Boda sud-ouest R.C.A.
Photo : Magloire Ganguenon

❖ Les exploitants artisans

Ce sont les chefs de chantier. Ils dirigent les unités de production où travaillent les ouvriers miniers. Par chantier, ils emploient en moyenne 4 à 5 ouvriers, y compris quelques femmes.

Le montant de la patente d'un exploitant artisan est fixé par la Loi des Finances, leur agrément les autorise à détenir, transporter et vendre les diamants bruts. Ces diamants sont documentés dans le « Cahier de production » élaboré. Ce registre comporte les informations sur le lieu, la quantité et le nom du producteur et celui de l'acheteur des diamants. Les exploitants artisans fonctionnent avec l'appui des Collecteurs qui leur apportent une aide financière ou technique telle que : pelles, pics, pioches, tamis, motopompes, moyen de transport ou encore des liquidités pour acheter de la nourriture, cela à la condition que tous les diamants découverts leur soient proposés à la vente en priorité.

En 2006, 1302 Exploitants Artisans patentés ont été enregistrés au niveau de Bangui et dans deux régions minières.

La politique de la R.C.A. encourage les artisans à se regrouper en coopératives qui doivent elles-mêmes adhérer, pour leur meilleur encadrement, à l'Union Nationale des Coopératives Minières de Centrafrique (UNCMCA).

En fin 1986, on dénombrait 85 coopératives Minières agréées par le Département en charge des Mines.

❖ les collecteurs

Ce sont les opérateurs qui, lorsqu'ils sont agréés, assurent la collecte des diamants bruts auprès des artisans et d'autres collecteurs pour les revendre aux Bureaux d'Achats Impot-Export, à des bijouteries ou encore à des tailleries. Leurs documents de travail sont la carte d'identité de collecteur et le bordereau d'achat. La plupart des collecteurs sont des musulmans commerçants qui disposent de fonds immédiatement disponibles pour faire leurs affaires. Ceux qui ne sont pas autonomes se font pré-financés pour leurs activités par les BAIE ou d'autres collecteurs, et sont tenus, selon les termes de leur entente, à revendre à leurs pré-financeurs, la totalité de leurs pierres.

En 2006, 298 collecteurs ont été recensés, toutes nationalités confondues. Comparativement à l'année 2005 dont le nombre de collecteurs agréés était 348, nous constatons une chute de l'effectif. Selon les réflexions internes de la Direction Générale des Mines, cela se justifierait par :

- la faillite, pour certains collecteurs ;
- l'absence d'assistance financière des Bureaux d'Achat auprès d'autres.

N'était-ce pas déjà l'aurore de la crise financière globale ?

Les collecteurs ne sont autorisés ni à exploiter, ni à exporter. Ils sont organisés dans un Syndicat National.

❖ les coxeurs

Ils doivent être agréés pour être autorisés à uniquement faciliter les contacts d'affaires à deux niveaux :

- entre les artisans et les collecteurs ou les agents acheteurs de BAIE
- entre les collecteurs eux-mêmes ou entre eux et les agents acheteurs de BAIE.

❖ les Bureaux d'Achats Import-export (BAIE)

Les gérants et les agents acheteurs agréés des bureaux d'achat et centres d'achat sont autorisés à acheter aux artisans ou groupements d'artisans, aux collecteurs et aux Sociétés Minières, les diamants bruts, en vue de leur exportation. Ils sont organisés au sein du COBADIOR, le Collectif des Bureaux d'Achat de Diamant et d'Or.

c) Méthode d'exploitation traditionnelle en R.C.A.

Actuellement, tous les diamants extraits de la R.C.A. sont issus des méthodes manuelles primitives (figure 35). La durée d'un chantier d'extraction est fonction du nombre d'ouvriers miniers au travail et surtout de l'emplacement du lieu d'extraction :

En flat : on trouve beaucoup d'arbres et de racines cela rend le travail pénible. En bordure de rivières au fur et à mesure que le trou s'enfonce il faut élever de soutènement avec des branches et des feuilles de fougères pour empêcher l'éboulement.



Figure 35: Exploitation artisanale de diamant en flat 10 km de Boda Sud-ouest de la R.C.A.
Photo : Magloire Ganguenon

En carrière ou terrasse : il faut décaper l'épaisse couche de "**lakiri**" ou latérite rouge afin d'atteindre le gravier minéralisé. L'exploitation se fait souvent en gradin.

En sous marin : c'est-à-dire en lit vif de la rivière. Ici, le problème d'extraction ne se pose pas. Avec un seau, une pelle, une corde et un radeau, la plongée permet de remonter à la surface de l'eau le gravier minéralisé, dans tous les cas le travail peut être temporairement arrêté à cause de la présence de « gogo marin » sorte de conglomérat ou faux bed-rock cuirasse qu'il faut briser avant d'atteindre le gravier proprement dit.

d) Les étapes du travail dans un chantier

Tout d'abord, il faut repérer un lieu d'extraction. Ensuite il faut procéder à la prospection en utilisant un sonde qui est une **canne à sonder** (barre de fer de 10 mm de diamètre et 3,5 mètres) grâce à laquelle l'artisan peut découvrir le gravier minéralisé à extraire en enfonçant la barre en profondeur, alors « il y a un bruit qui fait **tac-toc** » selon les témoignages.

Le démarrage des activités nécessite une équipe de 4 ouvriers miniers avec un équipement de base dont : une pelle, "kanga" ou pioche pic, "coupe-coupe" ou machette, seau, tamis, bassin de 25 litres, une balance électrique et un testeur de diamant pour un coût minimum de 700 euros environ. En terrain hydromorphe ou en flat l'acquisition d'une motopompe s'avère nécessaire.

La crevaison consiste à faire un trou d'environ 3 mètres de long et 2 mètres de large selon la disposition du terrain, la profondeur dépend de la hauteur du gravier (1 m ou plus). Une fois le gravier extrait, on passe à l'opération de lavage de gravier, c'est la phase la plus délicate dans une exploitation artisanale. Dès le lever du soleil, la première équipe dite "équipe des chanceux" s'aligne dans l'eau jusqu'aux genoux faisant face aux tas de graviers extraits, le dos tourné à la rivière, le gravier leur sera remis dans des tamis ou paniers tressés en rotin servant de calibreurs. Les cailloux les plus gros seront tout de suite jetés sur la rive tandis que le sable noir qui contient les diamants et ses minéraux indicateurs seront restés au fond des tamis (figure 36). Les cinq premiers essais suffiront à l'exploitant artisan pour savoir si le gravier est diamantifère ou non. Enfin, lorsque le test est positif, l'équipe se mettra joyeusement à la fouille (piquage à vue). C'est le moment crucial pour l'exploitant artisan de doubler la vigilance car la moindre négligence peut entraîner la disparition des diamants par ses ouvriers. Souvent ils cachent les diamants dans les cheveux ou sous la langue mais ces vols ne seront connus que lorsqu'il constatera que ses ouvriers sont ivres ou par une dénonciation de l'un d'entre eux. Les diamants piqués varient selon : la morphologie, la couleur et le poids.



Figure 36 : Lavage et piquage dans la vallée de la Membérée Sud-ouest de le R.C.A.
Photo : Magloire Ganguenon

e) La rentabilité journalière d'un chantier minier

Source : gasfrance.free.fr/ExploitationMin.doc.htm

Si l'extraction journalière repose sur une extraction de :

- 6 m³ de terre stérile

- 2 m³ de gravier diamantifère

Soit 8 m³ à densité 2,7 de matériaux

Soit 21,6 tonnes / jours à extraire

Si la **teneur** en gravier porteur est de : 1 à 3 carats / m³

Alors la production jour se détermine comme suivante :

1 à 3 carats de diamants x 2 (2 m³) = 2 ou 6 carats / jour

f) Les difficultés sur les chantiers minier

Dans le cycle d'extraction les ouvriers miniers sont confrontés à des grosses difficultés dues à des moyens techniques rudimentaires et des risques de sécurité sanitaire (chocs, chutes, maladies, manque de services médicaux etc.). Ces exploitations entraînent la dégradation de l'environnement (déforestation, chamboulent des terrains, tas de déblais etc.).

III. LA PRODUCTION DES DIAMANTS EN R.C.A.

La production des diamants en R.C.A. de 1931 à 1961 était exclusivement le domaine d'environ dix sociétés d'extraction qui ont extrait approximativement 2.25 millions de carats. Les artisans miniers ont remplacé les sociétés après 1961 et ont produit 18 millions de carats cumulés depuis. Par conséquent il n'y a aucune société d'extraction majeure produisant activement de diamants dans le pays. Selon R. Brunet (2003), on estime que la production est en moyenne 420 000 carats par an depuis quelques années, ce qui en ferait, sur la période, le cinquième producteur du monde.

Selon les données statistiques la R.C.A. produisait :

- 500 000 carats en 1998
- 450 000 en 1999 (treizième au monde)
- 449 000 ou 641 000 en 2001 (dixième pays au monde)

Cependant il est important de souligner qu'une grande partie, environ 60 %, relève de la contre bande, notamment en direction des pays voisins. Il faut noter également que la différence entre le chiffre des importations de diamants bruts de la R.C.A. enregistré par le conseil supérieur du diamant d'Anvers est plus important que le chiffre des exportations officielles de diamants bruts archivé par le ministère des ressources énergétiques et minérales de la R.C.A.

Source : - Centrafrique Presse : www.centrafrique-presse.com/.

Les chiffres de production de brut

Source : <http://www.diamants-infos.com/>

2006 : 421 000 carats
2005 : 353 000 carats
2004 : 351 000 carats
2003 : 333 000 carats
2002 : 416 000 carats
2001 : 449 000 carats
2000 : 450 000 carats
1999 : 450 000 carats
1998 : 500 000 carats
1997 : 500 000 carats
1996 : 470 000 carats
1995 : 500 000 carats
1994 : 530 000 carats
1993 : 494 000 carats
1990 : 415 000 carats

Production totale de 1990 à 2006 : 6 632 000 carats

Selon la publication des statistiques de production mondiale des diamants bruts en 2006, la R.C.A. est classée au treizième rang (tableau 6).

PRODUCTION MONDIALE DE DIAMANTS en 2006

Classement	PAYS	VALEUR MOYENNE EN CARATS
1	Fédération de Russie	38 360 810,00
2	Botswana	34 293 401,00
3	Australie	29 940 451,30
4	République Démocratique du Congo	28 990 241,43
5	Afrique du Sud	14 934 706,23
6	Canada	13 206 357,00
7	ANGOLA	9 175 060,73
8	Namibie	2 402 477,34
9	Zimbabwe	1 046 025,45
10	Ghana	972 647,88
11	Sierra Léone	603 566,07
12	Guinée	473 863,25
13	RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE	419 528,35
14	Guyana	350 518,00
15	Tanzanie	272 161,41
16	Lesotho	112 408,46
17	Brésil	94 010,00
18	République Populaire de Chine	74 080,20
19	Indonésie	51 603,06
20	Togo	28 176,00
21	Venezuela	16 880,73
22	Inde	10 273,95
	TOTAL	175 829 247,84

Tableau 6 : Production mondiale des diamants bruts en 2006

Source : programme international de certification du processus Kimberley 2006 (Gordon, 2008)

(Rien de plus récent)

Il est à noter que les chiffres de production atteignaient leur apogée entre 1965 à 1979 sous le régime de l'ex empereur J. B. BOKASSA premier. C'est à cette période que les relations amicales entre Bokassa et son "ami-frère" l'ancien Président de la République Française Valéry Giscard D'Estaing ont été consolidées. La fameuse histoire de "**l'affaire des diamants**" a mis un terme à ces relations (Bokassa, 2006). Depuis quelques années les chiffres de production restent très stables.

Selon Bardet (1974), **le chiffre des réserves "restant à prendre" est d'environ 5 millions de carats dont 1,5 millions de carats gemmes**. Ce chiffre des réserves n'est pas encore réactualisé. Cependant l'avenir peut réserver des surprises vu l'immensité des régions vierges lorsque se développeront des recherches plus systématiques et rationnelles.

IV - La commercialisation du diamant brut de la R.C.A

Le commerce du diamant est une affaire souvent secrète et non officielle.

En R.C.A. le commerce du diamant s'effectue selon les exigences du Processus de Kimberley. Ce commerce est caractérisé par une chaîne des principaux acteurs suivants :

- **L'exploitant-artisan**

Il établit un magasin dans les régions minières du diamant et enregistre sa production sur un « Cahier de production » pour officialiser ses produits. L'exploitant-artisan vend ses diamants à des intermédiaires (collecteurs), il peut aussi vendre directement aux bureaux d'achat. Lorsqu'un paquet de diamants est vendu à un intermédiaire ou à un bureau d'achat, il peut produire un double de reçu, une copie ou un bordereau conservés par le vendeur, et l'acheteur. Ce bordereau d'achat porte le nom du vendeur, le numéro de permis, le poids en carats, la valeur et l'origine. Si, par exemple, un collecteur achète chez cinq exploitants-artisans différents, sa vente à un bureau d'achat sera accompagnée de cinq bordereaux d'achats. Le paiement s'effectue toujours en liquidité et au comptant, il est rare que de faux pas soient commis au cours de ces ventes où des millions de FCFA (Franc de la Communauté Financière Africaine) sont en jeu.

- **Les collecteurs**

Un collecteur des pierres et métaux précieux bruts est un intermédiaire qui achète des matières aux exploitant-artisans pour les revendre à un bureau d'achat ou une taillerie de diamant. Soit ils sont souvent en personne sur les chantiers miniers soit ils délèguent à des agents de renseignements qui les informent des matières précieuses découvertes et prêtes à la vente.

La vente des diamants par le collecteur à ses clients produira alors un bordereau d'achat.

- **Les Bureaux d'Achat Import-Export (B.A.I.E.)**

Les bureaux d'achat ont leurs sièges à Bangui la capitale de la R.C.A. et certains ont des filiales appelées **Centre d'Achat** en province près des zones de production. Ils sont autorisés à acheter aux artisans ou groupements d'artisans, aux collecteurs et aux Sociétés Minières, les diamants bruts, en vue de leur exportation. Actuellement il existe cinq B.A.I.E. qui agissent avec dynamisme. Ce sont : BADICA, la COURONNE, SODIAM, SOCADIOR et SADIOR.

- **LE BIDB**

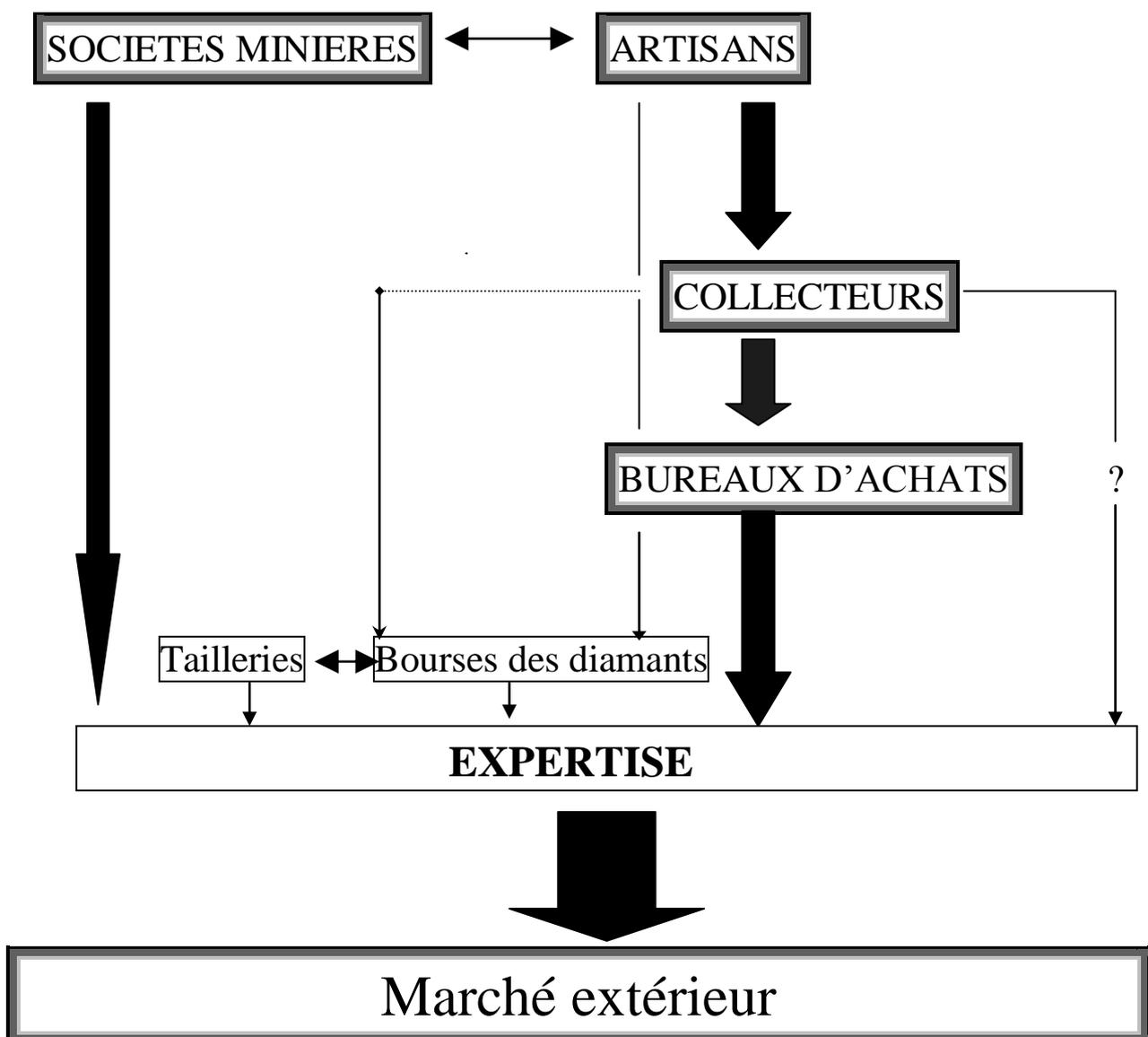
La Bourse Internationale du Diamant de Bangui a été créée en février 1994. Elle organise les séances de bourses sur les sites miniers, ses opérations sont organisées souvent dans la transparence et en toute sécurité.

- **Le BECDOR**

Le gouvernement centrafricain dispose d'un éventail impressionnant de statistiques concernant la production et le commerce des diamants grâce au Bureau d'Évaluation et de Contrôle des Diamants et de l'Or (BECDOR). Qui a été créé en 1982 pour surveiller le marché intérieur des diamants et évaluer les exportations officielles. Le Bureau évalue les paquets de diamants présentés par les bureaux d'achat et par les sociétés qui exportent aux termes d'autorisations exceptionnelles, afin de déterminer les taxes.

Le BECDOR tient aussi à jour une base de données sur l'ensemble de la production de diamant du pays. Cependant, il est à noter que la fraude ou les exportations clandestines existent à tous les niveaux de la chaîne des acteurs miniers, que ce soient les ouvrier-miniers, les exploitant-artisans ou les collecteurs dont nombreux sont originaires des pays voisins (Soudan, R.D.C. ex Zaïre, Congo, Tchad et Cameroun).

Schéma caractéristique de l'exploitation et de la commercialisation des diamants en R.C.A



H. CONCLUSION - DISCUSSION

Nous avons étudié et analysé des diamants bruts de la R.C.A. afin de connaître leurs caractères physiques. Dans les échantillons étudiés, j'ai déterminé tout d'abord que la croissance octaédrique et la dissolution rhombododécaédrique sont les morphologies dominantes. Ces études également m'ont permis de comprendre, entre autres, que ces matériaux demeurent semblables, dans leurs caractères généraux, qu'ils soient centrafricains ou d'une autre région du monde. C'est ainsi que l'analyse de mes résultats me permet de dire :

- Rien de bien nouveau en Infrarouge. Les diamants de type Ia dominant très largement l'ensemble (96 %) et sont de type IaAB (agrégats A en plus grande quantité que les agrégats B). Un seul échantillon est de type IIa (4%). La majorité des diamants que nous avons étudiés présente des plaquettes aux alentours de 1364 cm^{-1} . Cela nous permet de dire que les diamants de la R.C.A. sont riches en azote. Notons cependant que l'échantillon DG1 contient beaucoup d'azote, mais pas d'hydrogène ce qui est peu commun. Serait-ce une caractéristique des diamants de l'Est de la R.C.A. ? Malheureusement je n'ai pas assez d'échantillons qui m'auraient permis de pouvoir comparer les aspects des diamants de l'Est à ceux de l'Ouest.
- La fluorescence est assez forte, et tous nos échantillons fluorescent. Les couleurs sont inhabituelles :
Bleu : 7
Jaune à blanc : 14
Orange : 5
Or habituellement les diamants apparaissent au UV de couleur bleue la Plupart du temps, ou sont inertes (Moses et al., 1997). Il aurait fallu étudier plus d'échantillons pour avoir de statistiques plus précises à ce sujet.
- Les démonstrations par une lampe à halogène illustrent que par un calcul de réflectance, on parvient à caractériser les échantillons. Ceci nous permet de savoir si tel ou tel échantillon est plus transparent ou plus réfléchissant que l'autre. Ainsi les diamants très réfléchissants ont un facteur de réflectance très élevé tandis que ceux qui sont très transparents ont un facteur de réflectance plus faible. C'est le cas pour les 15 échantillons que nous avons étudiés au spectromètre, seulement 2 échantillons ont un facteur élevé, il s'agit du DG8 saturé d'inclusions et du DG25 qui contient une grosse inclusion (voir chapitre Raman). Les autres diamants, eux, ont un très faible facteur de réflectance. C'est ce qui

explique la bonne qualité et le caractère pur, transparent et brillant de la plupart des diamants de la R.C.A.

Enfin, les exploitations mécanisées des diamants par les sociétés minières uniquement étaient facilement contrôlables et bénéfiques à l'économie Centrafricaine, tandis que la législation de l'exploitation artisanale au profit des autochtones rend difficile l'évaluation avec précision de la production sur l'ensemble de la vaste zone minière Centrafricaine. Le commerce clandestin des diamants a nettement augmenté ; le bureau d'évaluation et de contrôle des diamants et de l'or et de commerce extérieur de la Direction Générale de la Statistique, des Études Économiques et Sociales (DGSEES) de la R.C.A. estime que la majorité de la production réelle est produite clandestinement et exportée en fraude. De nos jours, l'attirance des sociétés minières, des bailleurs de fonds ou de la main d'œuvre importante peut-elle permettre à la R.C.A. (au 13^{ème} niveau mondial) dans les activités extractives du diamant de devenir un grand pays producteur ?

Je terminerai en disant que cette recherche m'a permis, non seulement d'approfondir considérablement mes connaissances des diamants, mais aussi une bonne expérience sur le plan de l'autonomie dans le travail et de la prise en charge dans ce vaste domaine qu'est la gemmologie que je connais seulement depuis très peu de temps, et qui m'intéresse beaucoup.

I. BIBLIOGRAPHIE

- Auzias D., Fontaine S., Labourdette J.P. (2007) Le petit futé République Centrafricaine publié par petit futé, Paris, 198 p.
- Bardet M.G. (1973) Géologie du diamant. Memoire du B.R.G.M. n° 83,t1, Paris, 235 p.
- Bardet M.G. (1974) Géologie du diamant. Gisement du diamant d'Afrique. Mémoire du B.R.G.M., t.2, Paris, 229 p.
- Bigo D. (2000) Le pouvoir et l'obéissance en Centrafrique. Edition Karthala Paris; collection : Hommes et sociétés 360 p.
- Bokassa J. (2006) Les diamants de la trahison. Edition Pharos/jaques-marie laffont éditeur Saint-Amand-Montrond 298 Pages.
- Brunet R. (2003) Le diamant un monde en révolution. Edition Belin, Paris, 416 p.
- Bursill L. A., Glaisher R. W. (1985) Aggregation and dissolution of small and extended defect structures in type Ia diamond. American mineralogist vol. 70, pp. 608-618.
- Censier C., (1989) Dynamique sédimentaire d'un système fluvial diamantifère mésozoïque. La formation de Carnot R.C.A. thèse doctorat, Université de Bangui R.C.A., Archives B.R.G.M., 128 p.
- Clark C.D., Collins A.T., Woods G.S. (1992) Absorption and luminescence spectroscopy. Dans : "the properties of natural and synthetic diamond", éditeur J.E. Field, Academic press, Londres, p.35 et p.79.
- Davies G. (1976) The A nitrogen aggregate in diamond its symmetry and possible structure. J. Phys, vol. C19, pp. L534-L542 ;
- Fontana M. (1995) Guide des Pierres précieuses. Edition De Vecchi S.A. Paris, 206 p.
- Fritsch E., Scarratt K., Collins (1991) Optical properties of diamonds with an unusually high hydrogen content. New Diamond Sciences and Technology, MSR International Conference Proceedings, MRS Pittsburgh. P.671 - P.676.
- Gaillou E. (2005) Nouvelles Absorptions Photoinduites dans le Diamant : H1b, H1c et système à 4850 cm⁻¹. Mémoire de diplôme d'Université de Gemmologie, Université de Nantes, Nantes, France.
- Gordon C. (2008) Diamant de la roche brute à la magie des pierres. Edition Citadelles et Mazenod Paris, 428 p. Page consultée 145.
- Lancet B. (1998) L'exploitation diamantifère en République Centrafricaine. Mémoire de diplôme d'Université de Gemmologie, Université de Nantes, Nantes, France, 108 p.
- Mestraud J.L., (1982) Géologie et ressources Minérales de la R.C.A. Mémoire du B.R.G.M. n° 60 185 p.
- Moses T.M., Reinitz M., Johnson L., King M., et Shigley E., (1997) A Contribution to Understanding the Effect of Blue Fluorescence on the Appearance of Diamonds. Gems & Gemolgy, Vol. 33, No. 4, pp. 244-259.
- Moutier F. (2007) Etude d'une collection de diamant. Memoir de Diplôme d'Université de Gemmologie, Université de Nantes, Nantes France. P.20.
- Schumann W. (2000) Guide des Pierres précieuses. Delachaux et Niestlé, Paris (11^e édition). 280 p.
- Woods. (1992) The "type" terminology for diamonds. Dans Properties and Growth of diamond. Edition Davies, Londres, pp. 83-84.
- Zaitsev A. M. (2001) Optical Properties of Diamond, a data handbook Springer-Verlag Edition, Berlin, 502 p.

Sites Internet

- Analyse du minier en Centrafrique : www.investie.org/IMG/pdf/analyse_du_minier_en_centrafrique.pdf. consulté le 10/03/2009.
- Centrafrique Presse : www.centrafrique-presse.com/. Consulté le 10/01/2009.
- Diamant Info : <http://www.diamants-infos.com/>. Consulté le 11/02/2009.

- Direction Générale de la Statistique, des Etudes Economiques et Sociales (DGSEES) de la R.C.A. : <http://www.stat-centrafrique.com/>. Consulté le 20/03/2009.
- Exploitations artisanales des mines de diamants : <http://gasfrance.free.fr/EploitationMin.doc.htm>. Consulté le 11/03/2009.
- France diamant : <http://www.francediamant.fr/L-univers-des-diamants/les-plus-celebres-et-plus-gros-diamants-tailles.html> consulté le 20/02/2009.
- GemNantes : formation et recherche à l'université de Nantes : <http://www.gemnantes.fr/recherche/opale/index.php>. Consulté le 10/04/2009. www.quid.fr/2007/Art_Divert/pierre_celebres/1. Consulté le 02/01/2009.
- Histoire de Centrafrique : des origines à 1966 Par Pierre Kalck books.google.fr/books? Consulté le 04/11/2009
- Mémoire Online-La fiscalité : www.memoireonline.com/.../m_La-fiscalité-miniè-re-en-République-Centrafricaine0.html - Consulté le: 07/07 2010

ANNEXE

Les critères d'évaluation

Les **4 C** : **Clarity** (pureté), **Carat** (masse ou poids : 1 carat est égal à 0,20 g), **Colour** (couleur), **cut** (taille, proportion, et qualité de finition).

La pureté

La pureté est l'absence des inclusions ou de particularité de cristallisation.

- Echelle de pureté :

IF : rien à l'intérieur de la pierre observée avec la loupe 10 x

VVS1-VVS2 : minuscule inclusion très difficile à **voir** à la loupe 10 x

VS1-VS2 : très petite inclusion difficile à voir à la loupe 10 x

SII-SI2-SI3 : petite inclusion invisible pour le grand public, mais visible un œil expérimenté avec une loupe 10 x.

P1-P2-P3 : piqué 1, piqué 2, piqué 3.

La masse

La densité du diamant est de 3,5 (plus lourd que l'émeraude (2,7) et plus léger que le saphir (4)). Un diamant taillé "brillant" de :

0,10 carats a un diamètre de 3mm	
0,50 carat.....	5,2mm
1 carat	6,5mm
2 carats.....	8,2mm

La couleur

La couleur est un élément essentiel d'évaluation des diamants. Souvent une confusion est faite entre la couleur et la pureté. Un diamant pur et teinté peut valoir dix fois moins qu'un autre diamant de même poids, ayant quelques inclusions peu gênantes mais d'une couleur exceptionnelle.

- Echelle de couleur :

G.I.A. Normes internationales

- D**.....Blanc exceptionnel +
- E**.....Blanc exceptionnel
- F**.....Blanc extra +
- G**.....Blanc extra
- H**.....Blanc
- I-J**.....Blanc nuancé
- K-L**.....Légèrement nuancé
- M-Z**.....Teinté

La taille

La taille du diamant est un élément important d'évaluation et nécessite une grande expérience. La perfection de la taille conditionne en effet la brillance et l'éclat du diamant.

La taille comporte les étapes suivantes : l'étude préliminaire, le clivage ou le sciage, l'ébrutage, le facetage et le polissage.

