

## Utilisation des minéraux lourds comme indicateurs de paléoplacers alluvionnaires diamantifères en République centrafricaine (RCA)

### *Use of heavy minerals as indicators of diamantiferous (alluvial) paleo-placers in Central African Republic (CAR)*

Aline MALIBANGAR (1), Jacques LANG (2) et Claude CENSIER (2)

- (1) Département des Mines et Géologie, Faculté des Sciences, Université de Bangui, BP 1450, Bangui, République Centrafricaine  
Tel / Fax : (236) 61 85 35 Courriel : aline\_malibangar@hotmail.com  
(2) Centre des Sciences de la Terre, Université de Bourgogne, 6 boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France

#### Résumé

Le diamant est la première ressource minérale de la République Centrafricaine (RCA). Exclusivement exploité par plusieurs sociétés minières avant 1960, il l'est maintenant de façon artisanale. Avec une production annuelle d'environ 500 000 carats (1 carat = 0,2 g), la RCA est le dixième producteur de diamant (en valeur) dans le monde. Les diamants gemmes (pierres de joaillerie, taillables) représentent 70 à 75 % de la production. Deux principales zones diamantifères présentant une relation spatiale évidente existent en RCA : la Formation de Mouka-Ouadda à l'Est et celle de Carnot à l'Ouest. Ces formations, représentant les 'roches magasins' du diamant, constituent ainsi des 'gisements secondaires', en ce sens que le diamant a subi des remaniements depuis son émission à partir des kimberlites constituant les 'gisements primaires' ou 'roches mères' ; ces dernières sont inconnues à ce jour en RCA. L'érosion des gisements secondaires et le transport limité, avec re-concentration par le réseau hydrographique actuel ou subactuel, conditionnent l'existence de gîtes alluvionnaires. La mise en place du diamant dans la partie orientale de la République Centrafricaine remonterait au Kibarien (1100 Ma), ce qui coïncide avec un événement distensif en Afrique Centrale.

Compte tenu de ce contexte particulier, retracer l'histoire géologique du diamant de la RCA consiste d'une part à se focaliser sur la dynamique sédimentaire et les milieux de dépôt des formations fluviales créacées de Mouka-Ouadda et de Carnot, d'autre part à établir et à préciser, éventuellement, les filiations de ces dernières avec les gîtes quaternaires, notamment grâce à l'étude des minéraux lourds. Des échantillons de sables prélevés dans les alluvions sableuses sur graviers ont été traités en vue d'analyser les minéraux lourds de la fraction FII (63-125 µm). Cette étude constitue une indication préliminaire des accompagnateurs du diamant dans les concentrés et peut représenter une méthode de prospection diamantifère efficace, applicable pour l'exploitation des gisements alluvionnaires.

**Mots-clés :** RCA, minéraux lourds, fluviale, alluvionnaire, diamant.

#### Abstract

*Diamonds are the first mineral resource of Central African Republic (CAR). Exclusively mined by several companies before 1960, it is now prospected in a craftsman's way. With an annual production of about 500,000 carats (1 carat = 0.2 g), CAR is the 10th diamond producer (in value) in the world, and diamond gems (talliable, jewellery stones) account for 70%-75% of this production. Two principal diamantiferous zones presenting an obvious spatial relationship exist in CAR: the Mouka-Ouadda Formation in the East and the Carnot Formation in the West. These formations, representing the store-rocks ("roches magasins"), constitute the "secondary deposits" in the sense that the diamond has been subjected to some modifications since it was eroded from the kimberlites which are the primary occurrences or "parent rocks". At the moment, the latter are unknown in the CAR. The weathering of the secondary occurrences and the limited transport, with re-concentration by the actual or sub-actual hydrographic network, condition the existence of alluvial deposits. The diamond formation in the eastern part of the Central African Republic is as old as the Kibarian (1100 Myr), which corresponds to an extensive event in Central Africa.*

*Considering the particular context that prevails today in the CAR, i.e. no evidence is given of primary occurrences of kimberlitic nature, retracing the diamond geological history in CAR consists, on the one hand, in focussing on the sedimentary dynamics and depositional environments of the Cretaceous fluvial formations of Mouka-Ouadda and Carnot, and on the other hand, in more precisely stating the affiliations of the latter with Quaternary alluvial deposits, in particular by means of the heavy mineral study. In order to analyse the heavy minerals in the FII (63-125 µm) fraction, sand samples from the sandy alluvial deposits over gravel have been processed.*

*This paper presents a preliminary study of diamond-accompanying minerals in concentrates and can represent an efficient method for diamond prospecting, applicable to the exploitation of diamantiferous alluvial deposits.*

**Key words:** CAR, heavy minerals, fluvial formation, alluvial, diamond.

## INTRODUCTION

La République centrafricaine (RCA), située entre les longitudes 14° et 28° E, les latitudes 2° et 12° N, couvre une superficie de 623 000 km<sup>2</sup>. Pays enclavé sans accès direct à la mer, il est limité au nord par le Tchad, à l'ouest par le Cameroun, au sud par la République Démocratique du Congo (ex-Zaire) et à l'est par le Soudan (fig. 1). Partie intégrante du vieux bouclier africain, les formations géologiques rencontrées en RCA appartiennent pour l'essentiel au Précambrien et sont généralement métamorphisées et granitisées. Ce soubassement ancien est localement recouvert en discordance par des formations sédimentaires mésozoïques quasi horizontales, la Formation de Carnot à l'ouest et celle de Mouka-Ouadda à l'est. Ces deux formations, essentiellement détritiques, constituent les principales roches magasins pour le diamant en RCA.

## INTRODUCTION

*The Central African Republic (CAR), situated between the 14° and 28° East longitudes and the 2° and 12° North latitudes, has a 623,000 km<sup>2</sup> area. The country, landlocked without any direct access to the sea, is bounded by Chad in the North, Cameroon in the West, the Democratic Republic of Congo (ex-Zaire) in the South and Sudan in the East (Fig. 1). It is an integral part of the old African shield and the geological formations encountered in the CAR belong essentially to the Precambrian and are generally granitized and metamorphic. This ancient basement is locally discordantly covered by almost horizontal Mesozoic sedimentary formations, the Carnot Formation in the West and that of Mouka-Ouadda in the East. These two formations, essentially clastic, are the main store-rocks in terms of diamond in CAR.*

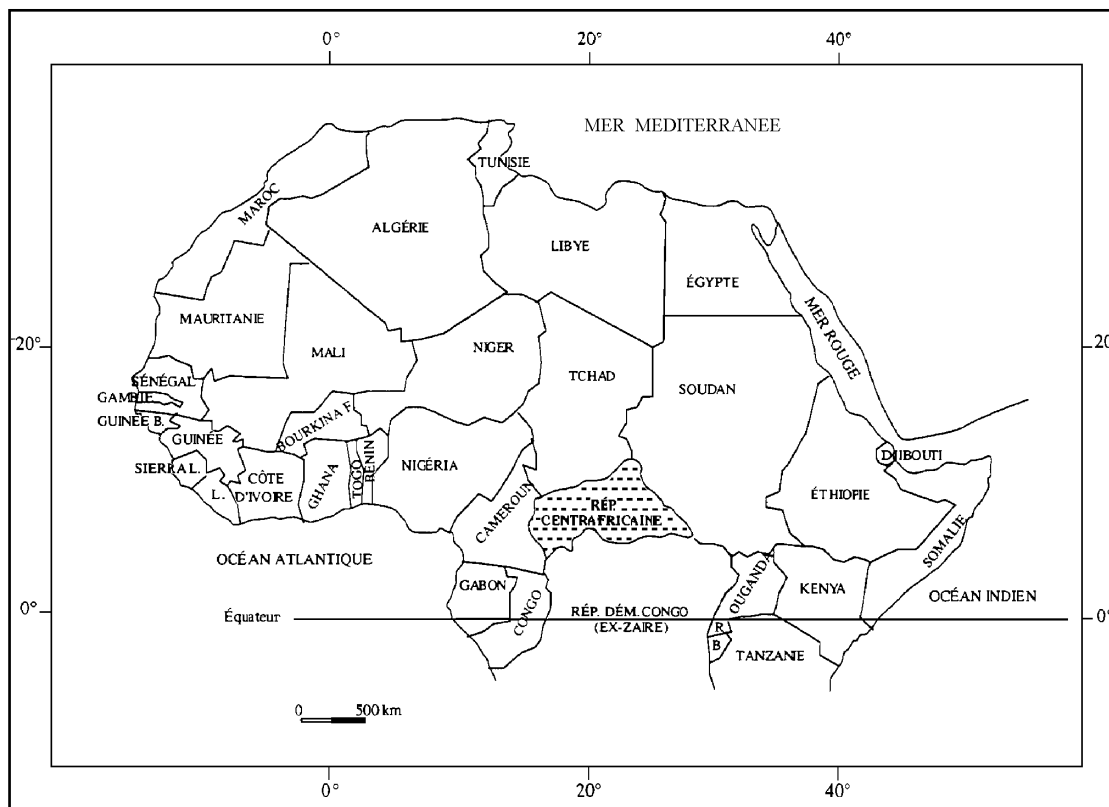


Fig. 1 – Situation géographique de la République centrafricaine.

Fig. 1 – Geographic situation of the Central African Republic.

L'étude des minéraux lourds apporte des renseignements sur l'origine et la dynamique de dépôt du matériel détritique des Formations fluviales de Mouka-Ouadda et de Carnot. Dans cette perspective, environ 1000 échantillons de ces formations ainsi que ceux des formations sous-jacentes ont été traités (dont un tiers environ broyés, d'où une certaine réserve quant aux résultats) dans un but de comparer les associations minéralogiques

*The heavy mineral study brings some information on the origin and depositional processes of the detritic material from Mouka-Ouadda and Carnot fluvial Formations. In that perspective, about 1000 samples from these formations and some others from the underlying ones have been processed (of which about one third were crushed, thus resulting in some reserve concerning the results) with the aim to compare the min-*

à l'échelle régionale. Parallèlement, quelques échantillons de sables prélevés dans les alluvions sableuses quaternaires sur graviers ont été traités en vue d'analyser les minéraux lourds de la fraction FII (63-125  $\mu\text{m}$ ), pour comparaison avec les précédents.

Les résultats de cette étude ont été exploités dans deux directions. D'une part, rechercher l'origine des minéraux lourds des formations fluviales crétacées (gisements secondaires) et ainsi, appréhender la répartition globale des minéraux lourds au sein de ces dernières ; d'autre part, comparer les cortèges minéralogiques avec ceux des alluvions quaternaires diamantifères (gisements tertiaires).

## 1. CADRE GEOLOGIQUE

En Centrafrique, il existe principalement les formations géologiques suivantes (fig. 2) :

1°) les formations du socle précambrien initialement subdivisées en un 'complexe de base' d'âge précambrien inférieur et des formations supérieures d'âge précambrien supérieur ; des études récentes (Censier, 1991; Malibangar, 1998) ont permis de les regrouper en :

- un 'complexe granito-gneissique', principalement constitué de faciès gneissiques, gneisso-migmatitiques, granitiques et amphibolitiques ;
- un 'complexe schisto-quartzitique', surtout caractérisé par des faciès quartzitiques et schisteux ;

2°) les formations de couverture, qui regroupent :

- les formations glaciaires paléozoïques de la Mambéré (à l'ouest) et de la Kombélé (à l'est) ; elles sont sub-horizontales et constituées de faciès glaciogéniques et de faciès glaciaires de remaniement ; elles sont séparées des formations fluviales mésozoïques (crétacées) par une discontinuité qui correspond à une lacune stratigraphique ;
- les formations fluviales grés-conglomératiques mésozoïques (crétacées), appartenant au 'Continental Intercalaire' ;
- les formations superficielles d'âge tertiaire (Continental Terminal) et d'âge quaternaire (essentiellement constituées d'alluvions).

## 2. MÉTHODES D'ÉTUDE

### 2.1. Traitement des échantillons

L'extraction des minéraux lourds a été opérée uniquement sur la fraction granulométrique FII (63-125  $\mu\text{m}$ ). Les échantillons meubles et peu consolidés ont été lavés sur un tamis de maille 0,05 mm. Les échantillons consolidés ont été broyés et la fraction granulométrique FII a été constituée à partir des résidus obtenus.

*erological associations at a regional scale. At the same time, a few sand samples taken in the quaternary and sandy alluvial deposits over gravel were processed in order to analyse the heavy minerals from the F II fraction (63 – 125  $\mu\text{m}$ ), for comparison with the precedent.*

*The results were exploited following two directions. First, the origin of the heavy minerals from the Cretaceous fluvial formations (secondary deposits) was investigated and therefore, it helped understand the global distribution of heavy minerals within these formations; and second, the mineralogical assemblages were compared to the diamantiferous quaternary alluvial deposit assemblages (tertiary deposits).*

## 1. GEOLOGICAL SETTING

*In Central African Republic, the main geological existing formations are the following (Fig. 2):*

*1°) the formations of the Precambrian basement initially sub-divided into a "basic complex" from the lower Precambrian time and some superior formations from the upper Precambrian period; recent studies (Censier, 1991; Malibangar, 1998) have allowed to group these formations as follows:*

- *a "granite gneissic complex", mainly made of gneissic, gneisso-migmatitic, granitic and amphibolitic facies;*
- *a "schisto-quartzitic complex", mainly characterised by quartzitic and schistose facies;*

*2°) the covering formations, that include:*

- *Mambéré (West) and Kombélé (East) Paleozoic glacial formations; they are sub-horizontal and consist of glaciogenic and reworked glacial facies; they are separated from the Mesozoic (Cretaceous) fluvial formations by a discontinuity which corresponds to a stratigraphic unconformity;*
- *the Mesozoic (Cretaceous) sandy conglomeratic fluvial formations, part of the Continental Intercalaire;*
- *the superficial Tertiary (Late Continental) and Quaternary (essentially made of alluvial deposits) formations.*

## 2. METHODS

### 2.1. Sample treatment

*The heavy mineral extraction was only done on the granulometric fraction FII (63-125  $\mu\text{m}$ ). The loose and poorly cemented samples were washed on a 0.05mm mesh sieve. The consolidated samples were crushed and the granulometric fraction FII was separated from the obtained residues.*

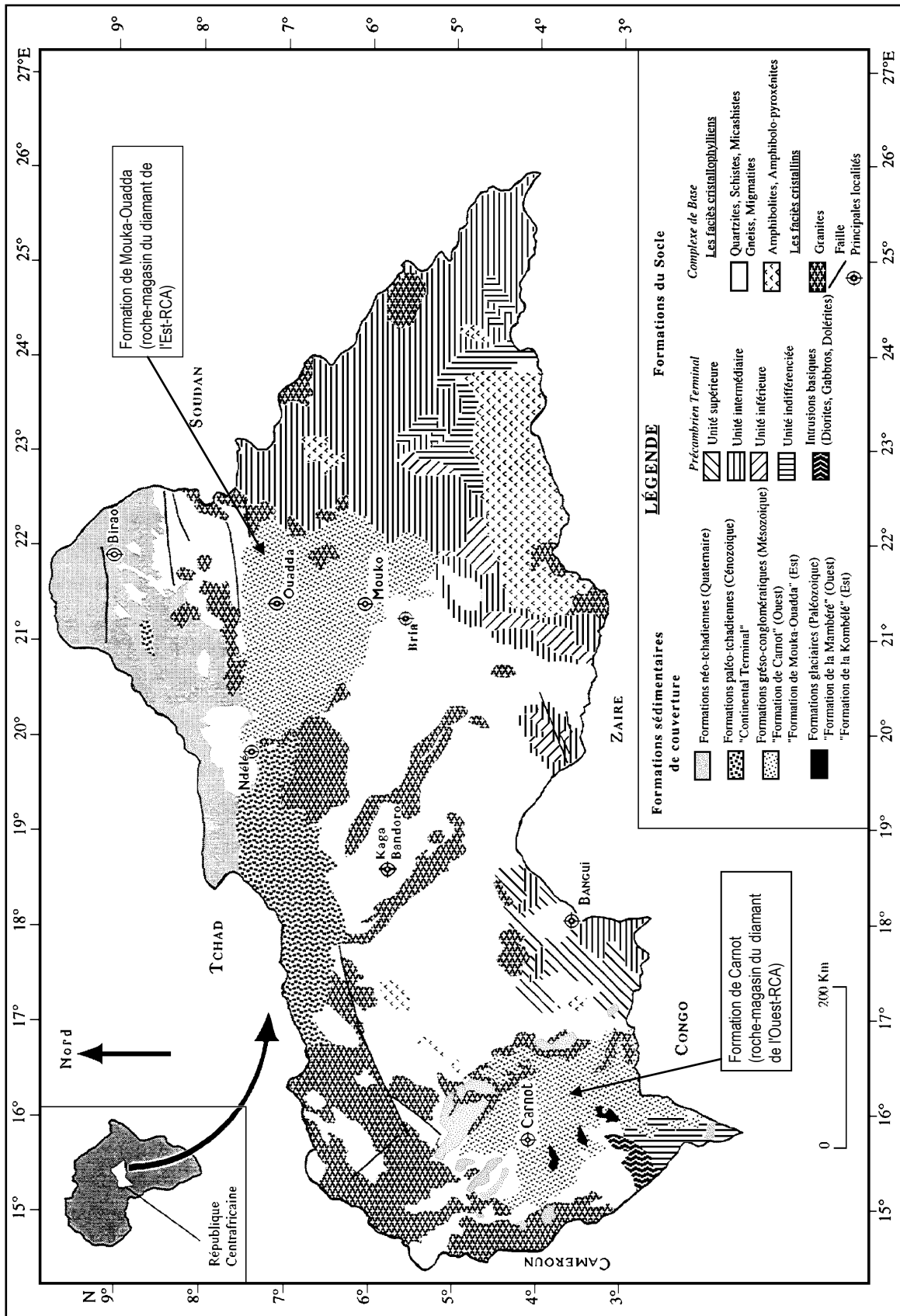


Fig. 2 – Carte géologique simplifiée de la République centrafricaine avec localisation des principales formations diamantifères.  
Fig. 2 – Simplified geological map of Central African Republic including the locations of the main diamondiferous formations.

La séparation des minéraux lourds a été réalisée à l'aide du bromoforme ( $d=2,89$ ), à l'exclusion de toute autre liqueur dense, afin d'obtenir des résultats comparables. A chaque opération de séparation, les différentes fractions obtenues ont été pesées.

## 22. Techniques analytiques

La détermination et le comptage des minéraux lourds ont été réalisés sur la fraction FII uniquement. En effet, divers travaux (Pomerol, 1968; Pupin, 1976; Tourenq, 1986; Censier, 1991) ont montré que le résidu lourd de cette fraction est représentatif d'un sédiment détritique. Il est alors possible d'établir les filiations minéralogiques susceptibles d'exister entre les différentes formations, puis de localiser les provinces pétrographiques d'où elles sont issues.

L'analyse a porté essentiellement sur le comptage de 100 grains transparents, ce qui nous a paru suffisant pour obtenir un résultat assez précis. Ainsi chaque échantillon est caractérisé par le cortège minéralogique lourd de sa fraction FII dans laquelle on a évalué le pourcentage de chaque espèce minérale présente. L'évaluation du nombre de grains obtenus après broyage de l'échantillon n'a pas, en raison du risque de fragmentation des minéraux, la précision que laissent supposer les valeurs chiffrées.

## 3. RESULTATS ET DISCUSSION

### 31. Résultats

#### 311. Détermination des cortèges minéralogiques

L'évolution des cortèges minéralogiques a été examinée pour chaque secteur géographique et la comparaison a porté sur les pourcentages moyens de chaque minéral observé, à l'exception de la brookite et de l'andalousite, présentes de façon insignifiante.

Alors que les minéraux lourds présents en faible quantité (disthène, grenat, monazite) ne donnent pas d'indications particulières, la distribution des minéraux les plus abondants ne paraît pas quelconque :

1°) quel que soit le secteur géographique considéré, le pourcentage en zircon, tourmaline et rutile des échantillons est à peu près constant. Toutefois, on note qu'il augmente sensiblement dans les échantillons en position septentrionale ; ceci pourrait être lié à la résistance de ces minéraux lourds dans le contexte d'un transport du sud vers le nord.

2°) Dans le prolongement du point précédent, plus le secteur géographique considéré est en position méridionale, plus les échantillons sont riches en staurotide, hornblende, apatite, sphène et épidote.

3°) Les échantillons des formations du socle et des formations glaciaires situées en position plus septentrionale, sont riches en zircon, tourmaline et rutile.

*The heavy mineral separation was performed using some bromoform ( $d = 2.89$ ), excluding any other dense liquid, in order to obtain comparable results. For each separation operation, the different fractions obtained were weighed.*

## 22. Analytical techniques

*The count and determination of the heavy minerals were only done on the fraction FII. Indeed, several works (Pomerol, 1968; Pupin, 1976; Tourenq, 1986; Censier, 1991) showed that the heavy residue from this fraction is representative of a detritic sediment. It is thus possible to establish the mineralogical relations expected to exist between the different formations, and to localise the petrographic provinces.*

*The analysis is based on 100 transparent grains, which seemed sufficient to obtain an accurate result. Each sample is characterised by the heavy mineralogical suite of its fraction FII in which the percentage of each present mineral species has been evaluated. The evaluation of the number of grains was obtained after the sample had been crushed. Therefore, the values can not be considered to be as accurate as expected since a risk of mineral fragmentation exists.*

## 3. RESULTS AND DISCUSSION

### 31. Results

#### 311. Determination of the mineralogical suites

*The mineralogical evolution of the suites has been studied in each geographic area and observed modal percentages have been compared, except for the brookite and andalusite, insignificantly present.*

*Although the heavy minerals (disthene, garnet, monazite) are present in low quantities, their presence and distribution is significant:*

*1°) whatever the geographic area considered, the zircon, tourmaline and rutile percentage in the samples is about constant. However, it can be noted that it increases slightly in the northerly samples; this could be related to the resistance of these heavy minerals in the context of a transport from South to North.*

*2°) Following on from the previous point, the more southerly samples are richer in staurotide, hornblende, apatite, sphene and epidote.*

*3°) The samples from the basement and glacial formations found further North, are rich in zircon, tourmaline and rutile.*

4°) Les échantillons des formations glaciaires, situés en position plus méridionale, sont plus riches en apatite.

5°) Tous les échantillons, quel que soit le secteur géographique, sont riches en anatase, un minéral post-sédimentaire, donc sans signification sur le milieu de dépôt.

L'examen des cortèges minéralogiques permet de classer les minéraux lourds rencontrés dans les formations en trois catégories aux caractéristiques minéralogiques spécifiques (tabl. 1 et 2 ; pl. 1 et 2) :

- minéraux lourds essentiels, plus ou moins abondants, classés par importance décroissante : zircon, tourmaline, rutile, staurotide, variété zircon hyacinthe ;
- minéraux lourds accessoires, rares : épidote, disthène, hornblende, grenat, apatite, anatase et sphène ;
- minéraux lourds exceptionnels, décelés dans quelques échantillons : monazite, brookite et andalousite.

### 312. Analyse des cortèges minéralogiques

Afin de compléter la simple lecture des tableaux de résultats, une analyse multivariée des données a été nécessaire avant de dégager des conclusions. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) nous a paru l'outil statistique le mieux adapté.

L'AFC est une méthode statistique multivariée descriptive. L'étude réalisée avec le logiciel ADAD (logiciel d'analyse de données, version 91 - MacIntosh) (Yagolnitzer et Tabet, 1991) est menée à partir d'un tableau de fréquence (pourcentages). Le but est de dégager la répartition globale des minéraux lourds au sein des formations fluviatiles et d'établir d'éventuelles filiations minéralogiques entre ces dernières et les formations sous-jacentes paléozoïques et précambriennes.

Ce tableau permet de définir deux espaces :

- l'espace des variables (les minéraux lourds) à X dimensions, dans lequel on place les échantillons ;
- l'espace des échantillons à Y dimensions, dans lequel on place les X minéraux lourds.

On réalise alors la projection simultanée des deux nuages multidimensionnels dans un espace de dimensions réduites ; pour cela, il faut rechercher dans ces nuages de points les axes de plus grands allongements, c'est-à-dire les principaux axes d'inertie, de façon à dégager des renseignements sur les tendances dominantes. Dans la pratique, seuls les cinq premiers axes factoriels ont été calculés : ils expriment un pourcentage donné de l'inertie totale. Les points du nuage multidimensionnel peuvent alors être projetés dans des plans factoriels dont chacun est défini par deux axes factoriels. La qualité de la représentation d'un point par rapport à un axe factoriel traduit la projection de ce point pris dans l'espace multidimensionnel sur cet axe ; elle est définie par le cosinus carré de l'angle ayant son sommet à l'origine des axes dont les côtés passent l'un par le point situé dans l'espace multidimensionnel et l'autre par sa projection sur l'axe.

4°) *The samples from the southern glacial formations are richer in apatite.*

5°) *All samples, whatever the geographic area, are rich in anatase, a post-sedimentary mineral, and therefore not significant to the depositional environment.*

*The mineralogical suites examination allows us to classify the heavy minerals found into three mineralogically unique categories (Table 1 and 2; pl. 1 and 2):*

- *essential heavy minerals in decreasing order of importance: zircon, tourmaline, rutile, staurotide and the hyacinth zircon variety;*
- *secondary heavy minerals, rare: epidote, disthene, hornblende, garnet, apatite, anatase and sphene;*
- *exceptional heavy minerals, found in some samples: monazite, brookite and andalusite.*

### 312. Mineralogical suite analysis

*In order to complete the results from the tables, a multivariable analysis of the data was necessary before giving any conclusions. The (FAC) factorial analysis seemed the best adapted statistic tool.*

*The FAC is a descriptive, multivariable statistical method. The study, realised with the ADAD (data analysis software, 91 version – MacIntosh) (Yagolnitzer and Tabet, 1991), is carried out from a frequency table (percentages). The aim is to bring out the global distribution of the heavy minerals within fluviatile formations and to establish possible mineralogical affiliations between the latter and the Paleozoic/Precambrian underlying formations.*

*This table allows us to define two spaces:*

- *the X variables (heavy minerals), in which the samples are placed;*
- *the Y variables, in which the X heavy minerals are placed.*

*The simultaneous projection of two multidimensional clouds in a space with reduced dimensions is realised; to do so, the axes of largest elongation have to be researched within these clouds of points, i.e. the main inertia axes, in order to obtain some information on the dominant trends. In practice, only the first five factorial axes have been calculated: they express a given percentage for the total inertia. The multidimensional cloud of points can be projected in some factorial planes each of which is defined by two factorial axes. The quality of a point representation in relation to a factorial axis is illustrated by the projection of this point taken in the multidimensional space on this axis; it is a function of the square cosine of the angle which summit is at the axes origin and which sides go through the point located in the multidimensional space, for one, and through its projection on the axis, for the other.*

La qualité de la représentation d'un point est d'autant plus forte que la position de ce point dans l'espace multidimensionnel est proche de sa projection sur l'axe.

*The highest quality of a point in multidimensional space is close to its projection on the axis.*

Tableau 1 – Caractéristiques microscopiques spécifiques des principaux minéraux lourds essentiels (cf. pl. 1 et 2) (Malibangar, 1998)

*Table 1 – Optical characteristics of the main essential heavy minerals (see. pl. 1 et 2) (Malibangar, 1998)*

MINÉRAUX LOURDS ESSENTIELS					
	Zircon	Tourmaline	Rutile	Staurotide	Zircon hyacinthe
CARACTÉRISTIQUES MICROSCOPIQUES	Fragments de prismes plus ou moins allongés aux arêtes légèrement émoussées ; parfois zonés ; - certains grains très usés sont ovoïdes ; - nombreuses inclusions.	Fragments de prismes ou grains bien roulés, généralement limpides ; - 3 principales variétés sont présentes : <u>dravite</u> (tourmaline brune), <u>shorlite</u> (tourmaline noire) et <u>rubellite</u> (tourmaline rose) ; - nombreuses inclusions en grains de zircon ou en aiguilles de rutile ou quartz.	Cristaux prismatiques allongés ; généralement contours très usés ; certains grains sont très arrondis ; - présence d'inclusions aciculaires.	Grains irréguliers ou aplatis avec ou non des cannelures ; zonation concentrique ; parfois fragments de prismes aux extrémités en dents de scie ; - présence d'inclusions surtout de quartz et/ou de tourmaline.	Variété de zircon de couleur rose ou jaune, rouge-orangé ; - grains généralement arrondis ; - nombreuses inclusions.

ESSENTIAL HEAVY MINERALS					
	Zircon	Tourmaline	Rutile	Staurotide	Hyacinth Zircon
MICROSCOPIC CHARACTERISTICS	<i>Prism habit more or less elongated with slightly blunt edges; sometimes zoned;</i> <i>- some very worn grains are ovoid;</i> <i>- numerous inclusions.</i>	<i>Prism habit or well rolled and generally clear grains ;</i> <i>- 3 main species are present:</i> <i><u>dravite</u> (brown tourmaline),</i> <i><u>shorlite</u> (black tourmaline) and</i> <i><u>rubellite</u> (pink tourmaline);</i> <i>- numerous inclusions as zircon grains or as rutile or quartz spines.</i>	<i>Prismatic elongated crystals; outlines generally very worn; some grains are very rounded;</i> <i>- presence of acicular inclusions.</i>	<i>Irregular or flat grains with or without striations; concentric zones; sometimes prism-habits with jagged tips;</i> <i>- presence of inclusions mainly quartz and/or tourmaline.</i>	<i>Pink or yellow zircon, with an orange to red tint;</i> <i>- generally rounded grains ;</i> <i>- numerous inclusions.</i>

Tableau 2 – Caractéristiques microscopiques spécifiques des principaux minéraux lourds accessoires (cf. pl. 1 et 2) (Malibangar, 1998)

*Table 2 – Optical characteristics of the main secondary heavy minerals (see. pl. 1 et 2) (Malibangar, 1998)*

MINÉRAUX LOURDS ACCESSOIRES							
	Épidote	Disthène	Hornblende	Grenat	Sphène	Apatite	Anatase
CARACTÉRISTIQUES MICROSCOPIQUES	Forme prismatique allongée présentant souvent des faces ; grains irréguliers, assez arrondis ; - couleur vert-jaune, vert sale ou vert pistache.	Prismes aplatis, usés avec parfois des formes courbes, ou usés et ovoïdes de grande dimension relative (grains plus ou moins arrondis).	Grains allongés ou anguleux, parfois dentés ou plus ou moins émoussés ; - inclusions assez fréquentes de minéraux opaques (magnétite, rutile, apatite et sphène).	Grains subsphériques à sphériques, parfois grenus ; quelquefois cristaux cassés ; - variété almandin (de couleur brune) la plus abondante.	Cristaux et fragments de cristaux ; grains irréguliers plus ou moins usés ; particules grenues, terreuses ; - nombreuses inclusions.	Grains ovoïdes ou fragments de cristaux aux angles émoussés, ou grains subhexagonaux, ou agrégats grenus.	Grains en tablettes rectangulaires ou carrés plus ou moins biseautés ; parfois en fragments d'octaèdres ou en grains irréguliers.

SECONDARY HEAVY MINERALS							
	Epidote	Disthene	Hornblende	Garnet	Sphene	Apatite	Anatase
MICROSCOPIC CHARACTERISTICS	<i>Prismatic habit elongated often presenting sides; irregular grains, quite rounded;</i> <i>- yellow-green coloured, pistachio green.</i>	<i>Flat prisms, worn sometimes with curved shapes, or worn and large sub-ovoid grains.</i>	<i>Elongated and angular grains, sometimes jagged or more or less blunt;</i> <i>- relatively common opaque mineral inclusions (magnetite, rutile, apatite and sphene).</i>	<i>Sub-spherical to spherical grains, sometimes granular; sometimes broken crystals;</i> <i>- most abundant almandine species (brown colour).</i>	<i>Crystals and crystal fragments; irregular grains more or less worn; granular particles, earthy;</i> <i>- numerous inclusions.</i>	<i>Ovoid grains or crystal fragments with blunt angles, or grains sub-hexagonal, or granular aggregates.</i>	<i>Rectangular or square tabular grains more or less wedged; sometimes as octahedron fragments or as anhedral grains.</i>

En ce qui concerne la signification des axes factoriels, il faut rechercher la part d'inertie expliquée par la position des principaux axes d'allongement du nuage multidimensionnel, c'est-à-dire déterminer le pourcen-

*With regards to the meaning of the factorial axes, we have to look for the portion of inertia that can be explained by the location of the main multidimensional-cloud elongation axes. In other words, we have to de-*

tage de la variance exprimée par chaque axe factoriel ; toute l'interprétation de la projection sur un plan est d'autant plus significative que ces deux axes factoriels traduisent un fort pourcentage de la variance totale.

Pour expliquer un axe factoriel, il faut déterminer les variables qui ont le plus contribué à son positionnement ; cela revient à examiner la contribution relative de chaque minéral lourd pour chaque axe. Ceci permet d'établir des correspondances entre ces derniers (évolution dans le même sens ou en sens opposé le long d'un axe). Dans la pratique, il est alors possible de rechercher la signification de la projection des minéraux lourds et des échantillons dans les différents plans factoriels.

### 32. Discussion

D'après les tableaux 3 et 4, 66,54 % de l'inertie totale (variance totale) sont concentrés sur les 5 premiers axes factoriels ; c'est la raison pour laquelle nous ne retiendrons que ces cinq premiers axes. Le premier plan factoriel (F1\*F2) traduit 42,66 % de la variance totale et le deuxième plan factoriel (F2\*F3) concentre 30,90 % ce qui est satisfaisant pour l'analyse.

termine the percentage for the variance expressed by each factorial axis; the whole interpretation of the projection on a plane is as significant as these two factorial axes express a high percentage for the total variance.

To explain a factorial axis, the variables contributing to its positioning have to be determined. This comes down to examining the relative contribution of each heavy mineral for each axis and, therefore, allows us to establish some correlation between them (evolution in the same or opposite direction along an axis).

In practice, it is then possible to research the significance of the heavy minerals and sample projections in the different factorial planes.

### 32. Discussion

According to tables 3 and 4, 66.54% of the total inertia (total variance) is concentrated on the first five factorial axes; this is why we will only consider these first five axes. The first factorial plane (F1\*F2) expresses 42.66% of the total variance and the second factorial plane (F2\*F3) has 30.90% which is satisfying for the analysis.

Tableau 3 – Liste des valeurs propres avec leur contribution à l'inertie totale (Malibangar, 1998)  
Table 3 – List of the neat values with their contribution to total inertia (Malibangar, 1998)

NUM	VALPROPRE	POURC.	CUMUL	VARIAT.	HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES
2	.10349	25.304	25.304	+++++++	+++++++
3	.07099	17.358	42.662	17.100	+++++++
4	.05577	13.636	56.298	5.594	+++++++
5	.04190	10.244	66.542	1.600	+++++++
6	.03943	9.641	76.183	1.929	+++++++
7	.02968	7.258	83.441	2.564	++++
8	.02773	6.780	90.221	.358	++++
9	.02100	5.134	95.355	.066	++++
10	.01900	4.645	100.000	.894	+++

VAL(1) = 1.00000

Le tableau 4 indique les contributions relatives des minéraux lourds sur les trois premiers axes factoriels. L'axe 1 (F1) est surtout défini par la tourmaline avec 49,4 % de contribution relative, à coordonnée négative et le zircon avec 39,5 % de contribution relative, à coordonnée positive ; l'axe 2 (F2) est défini par le rutile (35,4 %) à coordonnée positive, la staurotide (35,4 %) à coordonnée positive et la tourmaline (16,2 %) à coordonnée positive ; l'axe 3 (F3, avec une contribution de 17,36 % de la variance totale) est défini par la staurotide (37,5 %) à coordonnée négative et le sphène (13,6 %) à coordonnée positive et le rutile (21,3 %) à coordonnée positive. En pratique, nous avons retenu et travaillé sur les plans factoriels F1\*F3 et F2\*F3.

Le plan factoriel formé par les axes factoriels F1 et F2 donne la meilleure projection, c'est la raison pour laquelle nous le garderons pour l'interprétation des résultats.

Table 4 indicates the relative contributions of the heavy minerals on the first three factorial axes. Axis 1 (F1) is mainly defined by the tourmaline with a relative contribution of 49.4%, and a negative coordinate; zircon with a relative contribution of 39.5%, and a positive coordinate. Axis 2 (F2) is defined by rutile (35.4%) with a positive coordinate, staurotide (35.4%) with a positive coordinate and tourmaline (16.2%) also with a positive coordinate. Axis 3 (F3, with a 17.36% contribution to the total variance) is defined by staurotide (37.5%) with a negative coordinate, sphene (13.6%) with a positive coordinate and rutile (21.3%) with a positive coordinate. In practice, we retained and worked on the factorial planes F1\*F3 and F2\*F3.

The factorial plane formed by the factorial axes F1 and F2 gives the best projection, this is why we will keep it to interpret the results.



Tableau 4 – Contributions relatives des minéraux lourds sur les trois premiers axes factoriels  
Table 4 – Relative contributions of the heavy minerals on the first three factorial axes

	J1	QLT	POID	INR	1#F	COR	CTR	2#F	COR	CTR	3#F	COR	CTR
1	ZIRC	994	444	114	303	808	395	-114	114	81	-86	65	59
2	HYAC	297	31	74	51	3	1	219	50	21	269	75	41
3	TOUR	998	293	158	-418	789	494	-198	178	162	49	11	13
4	RUT	963	147	123	86	21	10	-414	500	354	356	370	333
5	STAU	923	44	140	-389	115	64	759	439	354	-692	365	375
6	DIST	986	4	99	300	8	3	166	2	1	-309	8	6
7	ÉPID	147	9	52	-58	1	0	338	49	15	-248	27	10
8	HORN	870	18	94	-349	56	21	141	9	5	282	37	26
9	SPHE	274	10	83	-350	34	11	211	13	6	-889	223	136
10	GREN	19	1	52	-180	2	0	-134	1	0	296	5	2

Dans un premier temps, nous regarderons la répartition des minéraux lourds dans les formations, puis en tenant compte de l'analyse effectuée sur les échantillons des formations du substratum, nous verrons leur relation éventuelle avec ces dernières.

Les minéraux qui ont une forte contribution relative sur les trois axes factoriels (zircon, tourmaline, rutile et staurotide) sont positionnés essentiellement en fonction de leur résistance mécanique et chimique. Ces minéraux, plus résistants, se placent essentiellement suivant un axe N-S alors que perpendiculairement à cet axe (E-W) se trouvent l'épidote et le grenat.

Trois minéraux présentent un positionnement exceptionnel, la hornblende et le sphène avec une assez faible contribution relative (respectivement 0 à 0,3 % et 0 à 0,32 %), suivant un axe N-S, et le disthène à très faible contribution relative (0 à 0,06 %), suivant un axe N-S (parallèle aux minéraux les plus résistants).

Cette projection marque une superposition des minéraux ubiquistes et des minéraux du métamorphisme, opposés aux minéraux les plus résistants.

La projection de tous les échantillons des formations (indépendamment des différents secteurs géographiques définis au préalable) dans le plan factoriel F1\*F2 montre une position caractéristique des nuages de points échantillons. Globalement, les nuages de points évoluent suivant un axe SW-NE. La classification ascendante hiérarchique (méthode des voisins réciproques) (programme CAHVOR de ADAD d'après Juan, 1982) qui complète l'analyse factorielle des correspondances, confirme l'existence d'une très forte relation minéralogique entre tous les échantillons des formations de Mouka-Ouadda et de Carnot, et met en évidence d'éventuelles relations minéralogiques avec les formations du substratum.

L'éclatement des nuages de points par 'LOCA' (c'est-à-dire par secteur géographique) montre les tendances de l'évolution des minéraux dans les échantillons en fonction des secteurs géographiques. Plus le secteur géographique est en position méridionale, plus les échantillons sont tirés par le sphène et la hornblende. Les échantillons situés au nord sont tirés par le zircon, la tourmaline, le rutile, la staurotide et exceptionnellement le disthène. Indépendamment des minéraux ubiquistes, les échantillons riches en sphène et en hornblende sont

*First, we will be looking at the distribution of the heavy minerals in the formations, then taking into account the analysis done on the substratum formations, we will study their possible relation to each other.*

*The minerals that have a high relative contribution to the three factorial axes (zircon, tourmaline, rutile and staurotide) are essentially positioned according to their physical and chemical resistance. The more resistant minerals are essentially placed on a N-S axis whereas epidote and garnet are perpendicular to this axis (E-W).*

*Three minerals show an exceptional positioning, hornblende and sphene with a relatively poor contribution (0 to 0.3% and 0 to 0.32% respectively) along a N-S axis and disthene with a very poor relative contribution (0 to 0.06%) along a N-S axis (parallel to the most resistant minerals).*

*This projection suggests that the unique and metamorphic minerals have a greater effect than the most resistant minerals.*

*The projection of all the formation samples (irrespective of the different geographic areas previously defined) in the factorial plane F1\*F2 shows a characteristic position of the sample points of the clouds. Globally, the clouds of points evolve along a NE-SW axis. The hierarchic ascending classification (method of the reciprocal neighbours) (ADAD program CAHVOR, Juan, 1982) that completes the factorial analysis of correlations, confirms the existence of a strong mineralogical relationship between all the samples from the Mouka-Ouadda and the Carnot formations, and gives prominence to some possible mineralogical relations with the formations' basement.*

*The enlargement of the clouds of points by "LOCA" (i.e. by geographic area) shows the mineral evolution trends in the samples in relation to the geographic areas.*

*The more southerly the geographic area, the more the samples are controlled by sphene and hornblende.*

*The northerly samples are controlled by zircon, tourmaline, rutile, staurotide and rarely disthene. Independently of the ubiquitous minerals, sphene and hornblende rich samples are preferentially situated in*

ceux situés au sud ; ceux, riches en disthène et en staurotide, sont situés en position septentrionale.

Le but de cette étude est d'abord d'appréhender la répartition globale des minéraux lourds dans les formations fluviatiles (roches magasins du diamant) et, ensuite, de la comparer avec celle des formations du substratum (formation glaciaire paléozoïque ainsi que complexes 'schisto-quartzitique' et 'granito-gneissique' du socle précambrien) et, enfin, de mettre en évidence d'éventuelles affiliations minéralogiques, afin de préciser l'origine du matériel détritique de ces formations. On peut remarquer qu'il existe une très forte relation minéralogique entre les formations fluviatiles, la formation glaciaire paléozoïque et le complexe schisto-quartzitique précambrien.

### 33. Exploitation des résultats

Les résultats de cette étude ont été exploités dans deux directions : d'une part, rechercher l'origine des minéraux lourds des formations fluviatiles ; d'autre part, appréhender la répartition globale des minéraux lourds au sein de ces dernières. Par ailleurs, l'analyse des pourcentages pondéraux des minéraux lourds dans les différentes fractions granulométriques ne nous a pas paru indispensable pour l'interprétation des résultats.

#### 331. A propos de l'origine des minéraux lourds des formations

- Le zircon, la tourmaline, le rutile, la staurotide et le zircon hyacinthe qui sont des minéraux lourds essentiels des formations de Mouka-Ouadda et de Carnot n'existent que dans le complexe 'schisto-quartzitique' du socle et dans les formations glaciaires ;
- le disthène et le grenat sont essentiellement présents dans les formations fluviatiles et dans le complexe 'schisto-quartzitique' ;
- l'épidote, la hornblende et le sphène, très peu abondants dans les formations fluviatiles, sont essentiellement présents dans le complexe 'granito-gneissique' du socle et très peu dans les formations glaciaires ;
- l'apatite, la monazite (dans 'autres'), souvent relativement abondants dans le complexe 'granito-gneissique', sont rares dans les formations de Mouka-Ouadda et de Carnot ;
- l'anatase, néoformée, se retrouve surtout dans les formations fluviatiles et les formations glaciaires paléozoïques de la Kombélé (Est) et de la Mambéré (Ouest).

D'après ces observations, nous pouvons admettre que :

- le matériel détritique des formations fluviatiles de Mouka-Ouadda et de Carnot provient du démantèlement des formations glaciaires de la Kombélé (à l'est) et de la Mambéré (à l'ouest) ainsi que des formations du complexe 'schisto-quartzitique' ;

*the south; those, disthene and staurotide rich, are located in the north.*

*The aim of this study is to firstly get an idea of the global distribution of the heavy minerals in the fluviatile formations (diamond store-rocks) and, then, to compare it with that of the formations substratum (Paleozoic glacial formation as well as "schisto-quartzitic" and "gneissic-granite" complexes of the Precambrian basement) and, at last, to bring to the fore any possible mineralogical affiliations, in order to precisely identify the origin of the detritic material of these formations. It can be noted that a very strong mineralogical relationship exists between the fluviatile formations, the Paleozoic glacial formation and the Precambrian schisto-quartzitic complex.*

### 33. Results

*The results of this study have been used in two directions: first, to research the origin of the heavy minerals of the fluviatile formations; second, to find out the heavy minerals global distribution within the latter. On the other hand, the weight percentage analyses of the heavy minerals in the different granulometric fractions did not seem essential to the interpretation of the results.*

#### 331. Origin of the heavy minerals

- *Zircon, tourmaline, rutile, staurotide and hyacinth zircon, which are essential heavy minerals of Mouka-Ouadda and Carnot, only exist in the "schisto-quartzitic" complex of the basement and in the glacial formations;*
- *disthene and garnet are essentially present in the fluviatile formations and in the "schisto-quartzitic" complex;*
- *epidote, hornblende and sphene, very poorly abundant in the fluviatile formations, are essentially found in the "gneissic-granite" basement complex and very little in the glacial formations;*
- *apatite, monazite (in "others"), often relatively abundant in the "gneissic-granite" complex, are rare in the Mouka-Ouadda and the Carnot formations;*
- *neogenic anatase is mostly found in the Kombélé (East) and the Mambéré (West) fluviatile and Paleozoic glacial formations.*

*After these observations it can be reported that:*

- *the detritic material of Mouka-Ouadda and Carnot formations comes from the stripping of the glacial formations of Kombélé (East) and Mambéré (West) as well as from the formations of the "schisto-quartzitic" complex;*

- les formations du complexe 'granito-gneissique' n'ont pas constitué une source essentielle de matériel détritique des formations de Mouka-Ouadda et de Carnot ; ceci pourrait signifier qu'elles étaient pénéplanées au moment du dépôt de ces dernières et donc qu'elles n'ont joué qu'un rôle de support sur lequel se sont déposés les sédiments détritiques.

### **332. A propos de la répartition globale des minéraux lourds au sein des formations**

L'étude de la répartition globale des minéraux lourds au sein des formations fluviatiles par l'AFC permet d'avoir une vue d'ensemble sur leur évolution en fonction des secteurs géographiques. On peut remarquer que :

- les pourcentages de zircon, tourmaline, rutile ont tendance à augmenter plus rapidement suivant une direction NE-SW, plus lentement suivant NW-SE ;
- le pourcentage de staurotide, constant dans le secteur méridional, décroît dans le secteur septentrional ;
- le disthène, avec un très faible pourcentage, apparaît surtout dans le secteur septentrional ;
- la teneur en zircon hyacinthe augmente dans le secteur septentrional suivant un axe N-S ;
- le sphène apparaît surtout dans le secteur septentrional, plus à l'Ouest.

En prenant en compte les caractéristiques physiques (résistance mécanique et chimique) de ces minéraux lourds, leur répartition globale au sein des formations fluviatiles traduit une origine méridionale du matériel détritique et donc un transport suivant essentiellement une direction S-N, ce qui confirme les résultats de l'étude des paléocourants (Malibangar, 1998).

## **4. GISEMENTS DIAMANTIFERES ALLUVIONNAIRES ET MINÉRAUX LOURDS**

### **41. Caractéristiques des gisements alluvionnaires de la RCA**

En RCA, les gîtes alluvionnaires correspondent aux principales exploitations diamantifères (tabl. 5).

Il convient également de préciser que la plupart de ces gisements détritiques alluvionnaires de la RCA sont concentrés sur la formation fluviatile mésozoïque de Mouka-Ouadda et de Carnot ; ils sont beaucoup moins fréquents sur les formations glaciaires paléozoïques sous-jacentes.

D'une manière générale, l'étude des gisements de diamant de la RCA doit tenir compte des caractères généraux suivants : morphologie et alluvionnement ; composition et granulométrie du gravier ; nature des concentrés ; teneur en diamant ; granulométrie, nature et aspect des pierres.

Traditionnellement, on distingue en RCA deux grands types de gîtes alluvionnaires, les uns sur grès (formations fluviatiles mésozoïques de Mouka-Ouadda et de

- the "gneissic-granite" complex formations have not constituted an essential source of detritic material for the Mouka-Ouadda and the Carnot formations; this could mean that there was a peneplane when the latter deposited and thus they could only support the deposition of the detritic sediments.

### **332. Heavy mineral global distribution within the formations**

The study of the heavy minerals global distribution within the fluvial formations by FAC allows us to get a general view on their evolution according to the geographic areas. It can be noted that:

- zircon, tourmaline and rutile percentages tend to increase more rapidly along a NE-SW direction and more slowly along the NW-SE direction;
- the staurotide percentage, constant in the southern area, decreases in the northern area;
- disthene, with a very low percentage, is mostly found in the northern area;
- the hyacinth zircon grade increases in the northern area along a N-S axis;
- the sphene is mostly found in the northern area, more in the West.

Taking into account the physical characteristics (physical and chemical resistance) of these heavy minerals, their global distribution within the fluvial formations shows a southern origin for the detritic material and thus suggesting a N-S transport direction. This confirms the results from the paleocurrent study (Malibangar, 1998).

## **4. ALLUVIAL DIAMANTIFEROUS DEPOSITS AND HEAVY MINERALS**

### **41. Alluvial deposits characteristics in Central African Republic**

In CAR, the alluvial deposits correlate with the main diamantiferous exploitations (Table 5).

It has to be noted that most of the alluvial detritic deposits of the CAR are eroded from the Mouka-Ouadda and the Carnot Mesozoic fluvial formations. They are a lot less frequent on the Paleozoic glacial underlying formations.

Generally, the study of the diamond deposits of the CAR has to take into account the following factors: morphology and alluviation; composition and granulometry of the gravel; nature of the concentrates; diamond grade; granulometry, nature and aspect of the rocks.

Traditionally, two main types of alluvial deposits can be distinguished in CAR, some on sandstones (Mouka-Ouadda and Carnot Mesozoic fluvial formations; on

Carnot ; dans une moindre mesure, formations glaciaires paléozoïques), les autres sur socle précambrien.

#### 42. Utilisation des minéraux lourds

Dans un but de comparaison, des échantillons de sables prélevés dans les alluvions sableuses sur graviers ont été traités en vue d'analyser les minéraux lourds de la fraction FII. La comparaison des cortèges minéralogiques des exploitations alluvionnaires diamantifères (gisements tertiaires) avec celle réalisée pour l'étude des minéraux lourds des formations fluviatiles (roches magasins = gisements secondaires) permet de faire les remarques suivantes :

- les principaux minéraux lourds rencontrés dans les concentrés (localement appelés 'noirs', en raison de leur couleur) sont la tourmaline, le rutile et la staurotide ; d'après les artisans, un gravier riche en 'noirs' a de fortes probabilités de contenir du diamant ;
- les minéraux lourds essentiels des formations de Mouka-Ouadda et de Carnot (zircon, tourmaline, rutile et staurotide) peuvent correspondre aux principaux accompagnateurs du diamant exploité dans les gisements alluvionnaires liés à ces dernières, ceci indépendamment du secteur géographique ;
- l'apparition du disthène, du grenat (almandin) et du sphène, très caractéristique, correspond à la proximité du contact entre les formations gréseuses de Mouka-Ouadda et de Carnot, et les formations du substratum (incluant les formations glaciaires paléozoïques et le socle précambrien) ; le disthène semble présent essentiellement dans les concentrés des gisements sur les formations de Mouka-Ouadda et de Carnot, situés en position méridionale, tandis que le sphène et le grenat semblent plutôt caractéristiques des gisements sur socle quel que soit le secteur géographique.

Il existe donc une relation entre les minéraux lourds accompagnateurs du diamant rencontrés dans les formations fluviatiles crétacées (roches magasins) et les exploitations diamantifères alluvionnaires quaternaires.

*a lesser extent, Paleozoic glacial formations), the others on Precambrian basement.*

#### 42. Heavy minerals uses

*For comparison, some sand samples taken from the sandy alluvial deposits on gravels have been processed in order to analyse the heavy minerals in the FII fraction. The comparison of the mineralogical suites from the diamantiferous alluvium exploitations (tertiary deposits) with that done for the heavy minerals study of the fluviatile formations (store-rocks = secondary deposits) allows to make the following remarks:*

- *the principal heavy minerals found in the concentrates (locally called "blacks" because of their colour) are tourmaline, rutile, staurotide; according to the amateurs, a "blacks" rich gravel has a strong probability to contain some diamond;*
- *the essential heavy minerals of the Mouka-Ouadda and the Carnot formations (zircon, tourmaline, rutile and staurotide) correlate to the main accessory minerals of the diamantiferous alluviums being mined irrespective of geographic location;*
- *disthene, garnet (almandine) and sphene very characteristic appearance correlates with the contact proximity between Mouka-Ouadda and Carnot sandy formations and the basement (including the Paleozoic glacial formations and the Precambrian basement); the disthene seems to be present mainly in the deposit concentrates from Mouka-Ouadda and Carnot formations, located in the South, whereas sphene and garnet seem more characteristic of the basement deposits whatever the geographic area.*

*A relationship between heavy minerals accompanying the diamond found in the Cretaceous fluviatile formations (store-rocks) and the exploitation of the quaternary diamantiferous alluvial deposits exists.*

Tableau 5 – Principales caractéristiques des deux types de gîtes alluvionnaires diamantifères exploités en RCA (Malibangar, 1998)  
Table 5 – Main characteristics of the two types of diamantiferous alluvial deposits mined in CAR (Malibangar, 1998)

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES						
Type de gîtes alluvionnaires	Morphologie et alluvionnement	Composition et granulométrie du gravier	Concentrés	Teneurs en diamants	Granulométrie des diamants	Nature et aspect des diamants
<b>GITES SUR FORMATIONS FLUVIATILES</b> (Cretacées)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Dépôts sur dalle (faible teneur en alluvions)</li> <li>Dépôts en flat (teneur élevée en alluvions)</li> <li>Dépôts en canyon et en marmites (alluvions = uniquement des graviers)</li> </ol>	<p>Gravier à composition constante qui reflète la composition des formations.</p> <p>Principaux éléments : - de quartzites et de grès s.l. (quartzarénites) centimétriques, bien roulés.</p>	<p>Pourcentage constant des minéraux lourds dans les graviers.</p> <p>Principaux minéraux lourds : - tourmaline ; - rutile ; - staurotite ; - zircon.</p>	<p>Importante variation de la teneur d'une rivière à l'autre et suivant le cours d'une même rivière. Elles sont reliées à :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la morphologie du bed-rock ;</li> <li>- certains niveaux géologiques (conglomératiques, surtout) ;</li> <li>- la grossièreté du gravier.</li> </ul>	<p>Indépendante de la granulométrie du gravier, elle est contrôlée par :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la variabilité du profil de la rivière ;</li> <li>- la configuration du lit ;</li> <li>- la morphologie du bed-rock ;</li> <li>- les remaniements successifs par le courant ;</li> <li>- surtout, la répartition des diamants dans les formations sous-jacentes.</li> </ul>	<p>3 principales variétés :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>diamant 'pur' (ou diamant 'blanc'), regroupant : - pierres de joaillerie (ou taillades, 60 % de la production) ; - pierres non taillables ;</li> <li>'boart' (exceptionnel à rare) ;</li> <li>'carbone' (rare).</li> </ol>
<b>GITES SUR SOCLE</b> (Précambrien)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Morphologie plus adoucie : - vallées plus ouvertes ; - bed-rock relativement uni ; - beaucoup de flats ;</li> <li>Alluvionnement souvent très épais contenant beaucoup de stérile par rapport au gravier ;</li> <li>Terrasses beaucoup plus constantes.</li> </ol>	<p>Gravier mieux calibré, contenant beaucoup de galets du socle (surtout des galets de quartzite).</p>	<p>Concentrés riches en minéraux lourds du socle, résistants à un long transport, ou d'anciens éléments du socle remaniés.</p> <p>Principaux minéraux lourds : - tourmaline ; - rutile ; - zircon ; - grenat.</p>	<p>Teneurs en diamant plus constantes, diminution sensible d'amont en aval et répartition moins aléatoire.</p>	<p>Les plus grosses pierres se situent en amont de la rivière.</p>	<p>Pourcentage de 'carbones' variable dans les gisements sur socle.</p>

MAIN CHARACTERISTICS						
Type of alluvial deposits	Morphology and alluviation	Gravel composition and granulometry	Concentrates	Diamond grades	Diamond granulometry	Diamond nature and aspect
<b>FLUVIATILE DEPOSITS</b> (Cretaceous)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Deposits on flagstones (low alluvium grade)</li> <li>Flat deposits (high alluvium grade)</li> <li>Canyon and pot hole deposits (alluvium = only gravel)</li> </ol>	<p>Gravel with constant composition that shows the formations composition.</p> <p>Main elements: - of quartzite and of sandstone s.l. (quartzarenites) of the order of the centimetre, well rolled.</p>	<p>Heavy minerals constant percentage in gravels.</p> <p>Main heavy minerals: - tourmaline; - rutile; - staurotite; - zircon.</p>	<p>Important grade variation from one river to the other and according to the flow of a same river. They are related to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the basement morphology;</li> <li>- some geological levels (mainly conglomeratic);</li> <li>- how coarse is the gravel.</li> </ul>	<p>It is not dependent on the gravel granulometry and is controlled by:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the river profile variability;</li> <li>- the river bed lay;</li> <li>- the basement morphology;</li> <li>- the successive reworking by the current;</li> <li>- mainly, the diamond distribution in the underlying formations.</li> </ul>	<p>3 main varieties:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>"pure" diamond (or "white" diamond); including: - gemstones (60% of the production); - non cut stones;</li> <li>"boart" (rare);</li> <li>"carbone" (rare).</li> </ol>
<b>DEPOSITS ON BASEMENT</b> (Precambrian)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Softened morphology: open valleys; relatively plain bedrock; lots of flats;</li> <li>Alluviation often very thick containing a lot of barren rocks compared to the gravel;</li> <li>Terraces a lot more constant.</li> </ol>	<p>Better calibrated gravel, containing a lot of basement pebbles (mainly quartzite pebbles).</p>	<p>Heavy minerals (form the basement or old elements from the reworked basement; can resist long transport) rich concentrates.</p> <p>Main heavy minerals: - tourmaline; - rutile; - zircon; - garnet.</p>	<p>Diamond grades more constant, small diminution from upstream to downstream and less random distribution.</p>	<p>The biggest stones are situated upstream.</p>	<p>Variable percentage of "carbons" in the basement deposits.</p>

## CONCLUSION

Les roches magasins du diamant exploitées en RCA (dixième producteur mondial) sont les formations de Mouka-Ouadda et de Carnot (70 à 75 % de pierres de joaillerie), d'où l'intérêt de leur étude. Mais aucun diamant n'est exploité dans ces formations ; seules les allu-

## CONCLUSION

The diamond store-rocks mined in CAR (tenth worldwide producer) are the Mouka-Ouadda and the Carnot formations (70 to 75% of gemstones), thus very interesting to study. But no diamond is mined from these formations; the quaternary alluvial deposits from the

vions quaternaires issues du démantèlement et de l'érosion de ces dernières en ont fournis.

La présente étude constitue une indication préliminaire des accompagnateurs du diamant dans les concentrés et peut représenter une méthode de prospection diamantifère efficace, applicable à l'exploitation des gisements alluvionnaires de la RCA.

L'histoire géologique du diamant de la République centrafricaine, replacée dans le cadre des principales zones diamantifères de l'Afrique centrale (Angola, Cameroun, Congo, Gabon, RD Congo) a permis d'apporter des arguments en faveur d'un âge précambrien (Kibarien) des gisements primaires kimberlitiques ; ceux-ci sont probablement situés dans la province diamantifère du nord de la République Démocratique du Congo (ex-Zaïre), province qui inclut également le Gabon et se prolonge jusqu'au craton de San Francisco au Brésil (Malibangar, 1998). □

*erosion and weathering of the latter formations alone supplied the diamonds.*

*The present study constitutes a preliminary indication of the diamond accompanying minerals in the concentrates and can represent an efficient diamantiferous prospect method, applicable to the alluvial deposits exploitation in the Central African Republic.*

*The geological diamond history of the Central African Republic, replaced within the scope of the main diamantiferous zones of Central Africa (Angola, Cameroon, Congo, Gabon, DR Congo) allowed us to bring some arguments in favour of the dating of the primary kimberlitic deposits at a Precambrian time (Kibarian). These deposits are probably located in the diamantiferous province in the North of the Democratic Republic of Congo (ex-Zaïre), province which includes Gabon and extends to the San Francisco craton in Brazil (Malibangar, 1998). □*

#### Références bibliographiques

- Censier C. (1991) – Dynamique sédimentaire d'un système fluvial diamantifère mésozoïque : la Formation de Carnot (République Centrafricaine). – Thèse Doct. Univ. Bangui et Univ. Bourgogne. Mémoire BRGM, n° 205, 568 p., 139 fig., 48 tabl., 29 phot., pl. h.t.
- Juan J. (1982) – Classification ascendante hiérarchique (CAHVOR) selon les voisins réciproques. – Cahiers de l'Analyse des Données. Vol. VII, n° 2. In : Manuel de référence ADAD, 1989, 41-44.
- Malibangar A. (1998) – Dynamique sédimentaire d'un système fluvial diamantifère d'âge crétacé : la Formation de Mouka-Ouadda (Est de la République Centrafricaine). – Thèse Doct. Univ. Bourgogne, France, 2 vol. init. 530 p. et Documents BRGM, n° 295, 300 p.
- Pomerol C. (1968) – Minéraux lourds. – In : Étude géologique de quatre sondages dans le Paléogène du Bassin de Paris. Mémoire BRGM, n° 59, 77-86.
- Pupin J.-P. (1976) – Signification des caractères morphologiques du zircon commun des roches en pétrologie. Base de la méthode typologique. Applications. – Thèse Doct. Etat. Univ. Nice, 410 p.
- Tourenq J. (1986) – Étude sédimentologique des alluvions de la Loire et de l'Allier, des sources au confluent. Les minéraux lourds des roches des bassins versants. – Documents BRGM, n° 108, 108 p., 50 fig., 40 tabl., 2 pl.
- Yagolnitzer et Tabet (1991) – Analyse des correspondances (ANCORR). – In : Manuel de référence ADAD - Version MacIntosh 91, 1989, 32-35.

**PLANCHE I / PLATE I**

Minéraux lourds essentiels (tabl. 1) des formations fluviatiles ('roches magasins' du diamant) de Centrafrique  
*Essential (table 1) heavy minerals of the fluvial formations (diamond "store-rocks") in Central Africa*

insérer la planche I

**PLANCHE II / PLATE II**

Minéraux lourds accessoires (tabl. 2) des formations fluviatiles ('roches magasins' du diamant) de Centrafrique  
*Secondary (table 2) heavy minerals of the fluvial formations (diamond "store-rocks") in Central Africa*

insérer la planche 2