

Dynamique et impacts de l'extraction du diamant dans les lits fluviaux des rivières Boungou et Pipi en République centrafricaine

Diamond mining impacts and dynamics in river beds : the Boungou and Pipi rivers in Central African Republic

Cyriaque-Rufin NGUIMALET¹

Abstract: In the Central African republic, on the Mouka-Ouadda Plateau, diamond's exploitation in alluvial deposits is made with rudimentary tools. Miners build dams with tree trunks and sediments across rivers beds and the flow is sent into canals of diversion. So, extraction can be made in alluvial bottoms and the canal's water used for washing operations. These practices have two geomorphological effects on environment: 1) incision or regressive erosion of rivers' beds with moving of the channels and 2) lateral erosion on the banks of rivers and canals. These effects are more important in the upstream sections where the slopes are steeper.

Keys words: Central African Republic - alluvial diamond - traditional exploitation - river beds - Mouka Ouadda Plateau.

Résumé: En République centrafricaine, l'exploitation artisanale du diamant concerne les dépôts alluvionnaires. Ce qui caractérise la dynamique de cette activité dans les lits fluviaux, c'est essentiellement la technique de dérivation qui induit une anthropisation de plus en plus poussée des hydrosystèmes. Ces extractions en lit fluvial, pratiquées avec des outils simples, voire rudimentaires, désorganisent les rivières, et les barrages construits dans les talwegs apparaissent comme des « contrôles externes » qui obligent les cours d'eau à réagir. Le réajustement géomorphologique est la conséquence de ce processus anthropogénique. Ainsi, deux types d'impacts se remarquent dans l'extraction des lits fluviaux sur le Plateau de Mouka-Ouadda, roche-magasin du diamant exploité : l'incision ou érosion régressive, qui engendre une défluviation en modifiant le niveau de base, et l'élargissement des lits fluviaux ou érosion latérale. Ces réponses géomorphologiques s'expliquent par les pentes relativement élevées de la Pipi et de la Boungou, et sont plus caractéristiques des tronçons amont.

Mots clés: Centrafrique - diamant alluvial - exploitation artisanale - lits fluviaux - Plateau de Mouka-Ouadda

INTRODUCTION

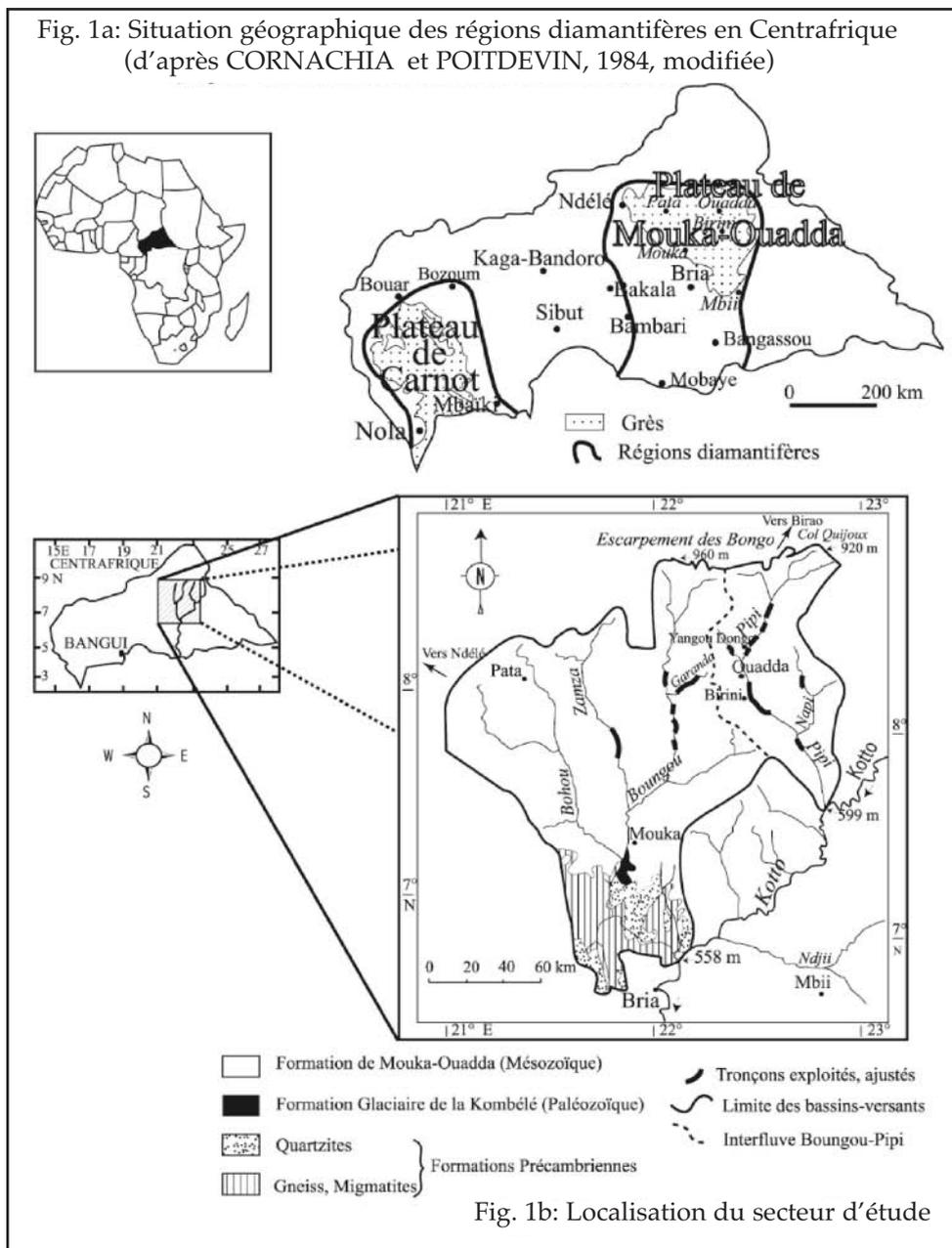
Comme partout ailleurs dans le monde où se pose le problème de la valorisation des ressources minérales, l'extraction du diamant dans les lits fluviaux est d'actualité en République centrafricaine. Son étude s'applique à l'une des deux zones diamantifères du pays, située au centre-NE : la Formation de Mouka-Ouadda, particulièrement le long de deux affluents de la Kotto (la Pipi et la Boungou), qui est l'un des plus grands cours d'eau de l'Est du Centrafrique (Fig. 1).

Cette activité a certes des effets socio-économiques positifs pour les diamantaires (artisans et collecteurs), et aussi pour l'Etat par la perception des taxes ; toutefois elle affecte directement les cours d'eau. La perception de la dynamique extractive et de ses impacts en Centrafrique a été essentiellement étudiée du point de vue socio-économique (GOMA, 1979 ; GOMA-BOUANGA, 1982 ; ASSANAS, 1984 ; PAPOTO, 1984 ; BIARO-BENEBANDI, 1987). La prise en compte du milieu

¹Laboratoire de Géographie Physique « P. Birot », CNRS-UMR 8591, 1, Place A. Briand 92195 MEUDON Cedex
Département de Géographie, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, B.P. : 1037 Bangui (République centrafricaine) email: cnguimalet@yahoo.fr

physique est relativement récente (NGUIMALET, 1995, 1998 ; NGUIMALET et CENSIER, 2000), notamment dans les cours d'eau et les vallées qui constituent les gîtes du diamant alluvionnaire de ce pays. Or les cours d'eau sont des milieux éminemment sensibles aux perturbations des écoulements et des flux sédimentaires enregistrées dans les bassins-versants (BRAVARD, 1994). L'hypothèse est que les techniques d'extraction en lit fluvial désorganisent les cours d'eau et modifient la morphologie des chenaux. Ces processus ont été étudiés, notamment par JAMES (1989), GAUTIER (1994), MOSSA et McLEAN (1997).

Le phénomène et les processus que nous analysons dans ce travail ressemblent à ceux qui sont étudiés par JAMES (1989), sauf que les types d'exploitation (mécanisée et artisanale) diffèrent, et donc les volumes de matériaux mobilisés, entre les Etats-Unis et le Centrafrique. L'extraction des fonds de vallée de la Pipi et de la Boungou est réalisée à l'aide de forages en plaine d'inondation, de barrages en lit vif et de dérivations de l'eau par un canal (KORABLEFF, 1940) ; elle n'est pas sans conséquences durables sur l'équilibre dynamique des rivières car elle induit des ajustements sur certains tronçons de la Pipi et de la Boungou. Cette dynamique ne peut être appréhendée sans la prise en compte des habitudes sociales qui déterminent les exploitations. Ainsi, ce travail montrera, à partir de quelques exemples précis, les effets de l'extraction artisanale du diamant dans les chenaux de la Pipi et de la Boungou sur le Plateau de Mouka-Ouadda. Il s'appuiera sur l'extraction



des gîtes alluvionnaires en Centrafrique ainsi que sur les variables hydroclimatiques et morphométriques des bassins de la Papi et de la Boungou, en insistant sur les gîtes de diamant en Haute Kotto. Un paragraphe permettra de montrer ensuite le protocole de la collecte et du traitement des données recueillies, préalablement à la discussion des principaux résultats.

L'EXTRACTION ET LES GÎTES ALLUVIONNAIRES DU SECTEUR D'ETUDE

Historique de l'extraction diamantifère en Centrafrique

L'exploitation du diamant dans l'ex-Oubangui-Chari, qui remonte à 1931, a été semi-mécanisée par les sociétés minières coloniales. Elle est redevenue artisanale en avril 1961, un an après l'indépendance du pays, quand les nouvelles autorités ont donné le droit d'exploiter à tout citoyen centrafricain pour contrer un courant commercial frauduleux dont sont à l'origine les anciens ouvriers des sociétés. Ces derniers exploitaient clandestinement le diamant entre 1957 et 1960, surtout dans le gisement de l'Ouest du pays (Figure 1 a), et le vendaient sans bénéfice pour l'Etat. En avril 1961, le gouvernement créa des bureaux d'achat pour canaliser les diamants produits par les « diamineurs » (MESTRAUD, 1982). Cette initiative explique la généralisation des exploitations artisanales, avec surtout la ruée de migrants de diverses origines (natifs d'autres régions et étrangers) qui atteignaient alors 30 à 40 % de la population locale. Ces artisans appliquaient aux dépôts d'anciens lits et de lit vif quasiment les mêmes techniques que les sociétés, avec cependant un matériel plus simple (pelles, pioches, barres de mine, bassines, tamis à diverses mailles...). Par ailleurs, cette activité a drainé en Centrafrique une main-d'œuvre importante : 50 000 artisans en 1963 (MESTRAUD, 1982), 70 000 en 1990 (CENSIER, 1991) ; on l'estime à environ 80 000 personnes à l'heure actuelle. Cette population exploite soit saisonnièrement, soit toute l'année, en fonction de la nature des gîtes diamantifères et de ses possibilités financières et matérielles.

Données hydroclimatiques et morphométriques des bassins fluviaux de la Papi et de la Boungou

L'exploitation artisanale se situe dans un contexte hydroclimatique influencé par le climat tropical humide centrafricain, avec beaucoup de variantes. Le climat possède deux saisons contrastées sur le plateau gréseux de Mouka-Ouadda. Les précipitations annuelles moyennes oscillent entre 1200 mm et 1300 mm aux postes pluviométriques du plateau et de sa bordure (Tableau I ; Figures 1). La pluviosité moyenne voisine de 1380 mm a été calculée par la méthode de Thiessen (NGUIMALET, 1994).

Tableau I : Pluies moyennes sur le plateau de Mouka-Ouadda (NGUIMALET, 1994)

Postes pluviométriques	Pluies moyennes (mm)
Ouanda-Djallé	1107
Ouadda	1170
Ndélé	1438
Bria	1553
Yalinga	1622
Moyenne	1380

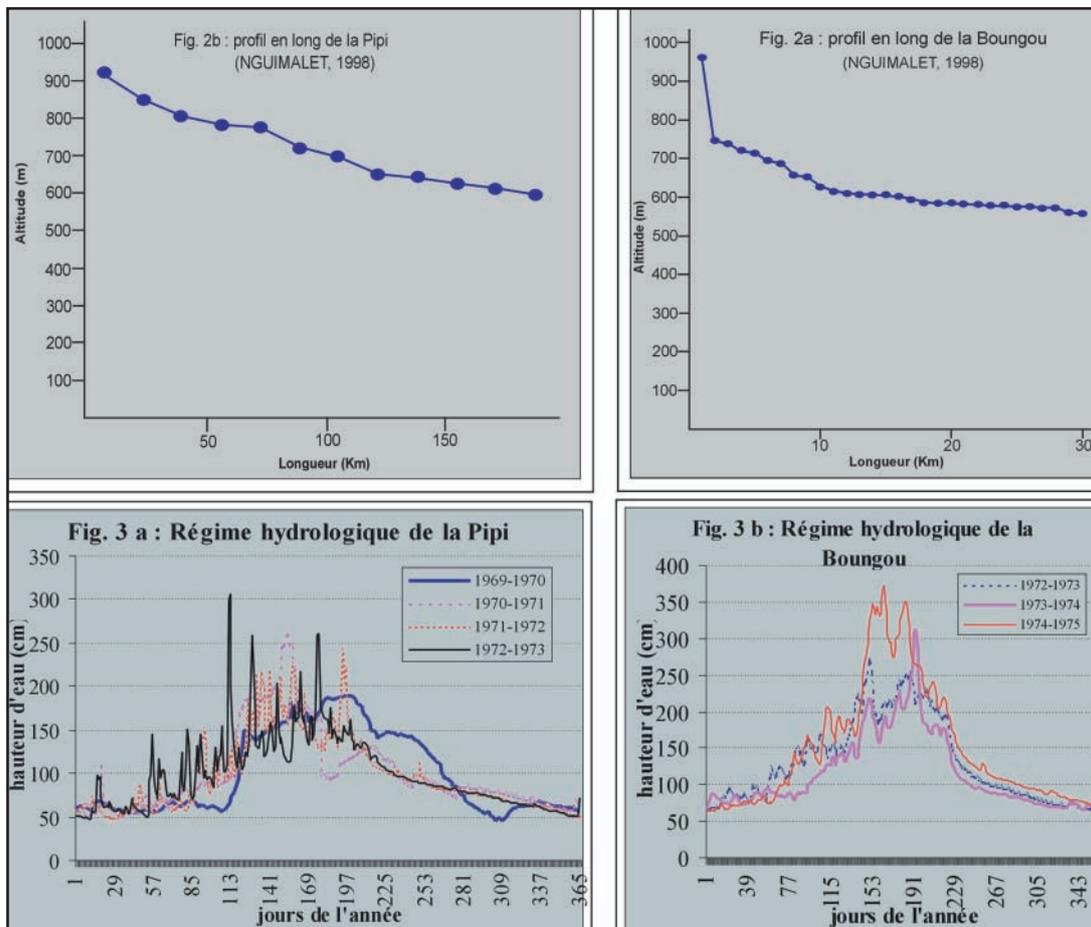
La saison pluvieuse coïncide avec l'été boréal et contrôle la périodicité des crues de la Papi et de la Boungou dont le maximum se situe en septembre-octobre. Ces cours d'eau prennent leur source sur le revers de l'Escarpe des Bongo à l'est et à l'ouest du Col Quijoux (920 m), extension septentrionale des Grès de Mouka-Ouadda qui biseautent le socle (Figure 1 b). Ils coulent essentiellement sur des grès et

sur du sable issu de la désagrégation des grès mésozoïques. Les deux affluents de la Kotto étudiés dans le cadre de cet article (la Papi et la Boungou) ont respectivement une longueur de 205 km et 298 km, et une pente de 1,56 m/Km. et de 1,34 m/Km. (NGUIMALET, 1998). Ces rivières se jettent toutes deux dans la Kotto à plus de 550 m d'altitude. La dénivelée entre l'amont et l'aval est de 321 m pour la Papi et de 402 m pour la Boungou. Elles ont la particularité de s'encaisser en canyons ou en gorges dans ce plateau gréseux (BOULVERT, 1987) ; le talweg de la Papi est souvent tapissé de marmites de géants.

L'examen des profils en long (Figures 2) révèle un profil régulier pour la Papi avec une concavité perceptible, mais rompue au niveau des gorges par une pente forte, et un profil

irrégulier, en marches d'escalier, pour la Boungou. La Pipi est un cours d'eau de 5e ordre selon la méthode de STRAHLER (1957), et la Boungou, de 6e ordre. A Ouadda, la Pipi a un bassin-versant de 2 576 km² (NGUIMALET et al., 2005), et atteint plus du double à la confluence avec la Kotto : 5 804 km² (NGUIMALET, 1998). En revanche, une superficie de 17 943 km² a été calculée pour le bassin de la Boungou à la confluence avec la Kotto, juste à la traversée d'un Bac (au village Mahamat où a été installée la station hydrométrique) en amont de la ville de Bria.

Dans ce milieu, les crues sont brutales (NGUIMALET, 1994) et les régimes hydrologiques de ces deux rivières confirment le caractère soudain des pics de crue (Fig.3). La fracturation des grès expliquerait l'infiltration aisée de l'eau pluviale, qui alimente instantanément les crues. Des mesures hydrométriques ont été réalisées par l'ex-ORSTOM pour ces deux cours d'eau sur des périodes différentes : 1955-1975 (Pipi à Ouadda), et 1970-1975 (Boungou à Mahamat), non loin de Bria. Les jaugeages ont été faits sur la Pipi, ce qui a permis d'obtenir des débits, alors que l'absence de jaugeage sur la Boungou ne permet pas de connaître la puissance de ses crues qui seraient 3 à 4 fois plus importantes que celles de la Pipi, en raison de la taille plus grande du bassin. Sur cette période (1955-1975), les débits moyens journaliers maximums de la Pipi ont varié entre 29,34 m³.s⁻¹ et 120,92 m³.s⁻¹. Lorsque des barrages d'extraction en lit vif sont édifiés avant cette période hydrologique, les tronçons affectés ne peuvent qu'enregistrer des perturbations ; les exploitations se pratiquent en effet en basses eaux. Ces régimes hydrologiques (Figures 3) ont été établis selon l'année hydrologique en Centrafrique, qui s'étend d'avril en mars, pour montrer la périodicité des crues ; ils conduisent à savoir quand la puissance des crues ajusterait les tronçons de lits fluviaux de la Pipi et de la Boungou, en réponse à l'extraction des gîtes diamantifères.



Les gîtes alluvionnaires exploités en Haute Kotto et leur environnement

Les milieux favorables à l'extraction, qui résultent des processus fluviaux (BARDET, 1974 ; MESTRAUD, 1982), sont constitués par les lits fluviaux, et leurs vallées qui contiennent les dépôts anciens, car l'alluvionnement minéralisé découle d'une érosion géologique intense. La présence de ces gîtes est à mettre en relation avec la paléodynamique fluviale plus active durant le Quaternaire. En effet, dans le domaine intertropical, cette période, avec ses alternances climatiques fraîches et sèches, a influencé la morphogénèse fluviale, surtout lors de l'aridité du dernier Maximum glaciaire (THOMAS et THORP, 1992). Beaucoup de ces placers alluviaux semblent se localiser dans des bassins sédimentaires subsidents et comprennent des strates superposées de dépôts qui couvrent une période considérable et enregistrent des remaniements successifs (THOMAS et THORP, 1993). Les relevés de terrain ont contribué à distinguer plusieurs types de gîtes diamantifères (Figures 4) à proximité des cours d'eau, que ce soit sur les flats ou dans les secteurs de recoupement de marmites. Leur variété dépend de la position du champ d'extraction par rapport au lit actuel. Le paléofaçonnement du haut bassin de la Kotto rend compte du passage graduel d'un gîte à l'autre, du fond du lit actuel à l'ancien lit, sur les flats et les plaines inondables qui peuvent aussi comporter des marmites perchées fossilisées par des dépôts d'alluvions, comme on les a mises en évidence (Figures 4 ; Fig. 7). De tous les sites analysés, les dépôts d'alluvions grossières et les marmites sont les plus favorables à l'accumulation du diamant et à son extraction. Le recoupement des marmites témoigne d'un héritage paléogéographique qui traduit l'importance de l'activité des cours d'eau et dépend de leur taille à l'échelle géologique ; ces marmites caractérisent le lit de la Pipi entre la ville d'Ouadda et le village d'Yangou Dongo à 20 km au nord sur la route d'Ouadda-Birao (Fig. 1 b). On y a aussi remarqué un recoupement des bancs de gravier, en partant du lit vers les berges. Les flats, qui sont des replats, se relayent perpendiculairement aux cours d'eau selon un profil transversal ; on a observé ce cas sur la Boungou (Fig. 7). Cette géomorphologie des cours d'eau minéralisés en diamant suggère leur intérêt en termes d'extraction.

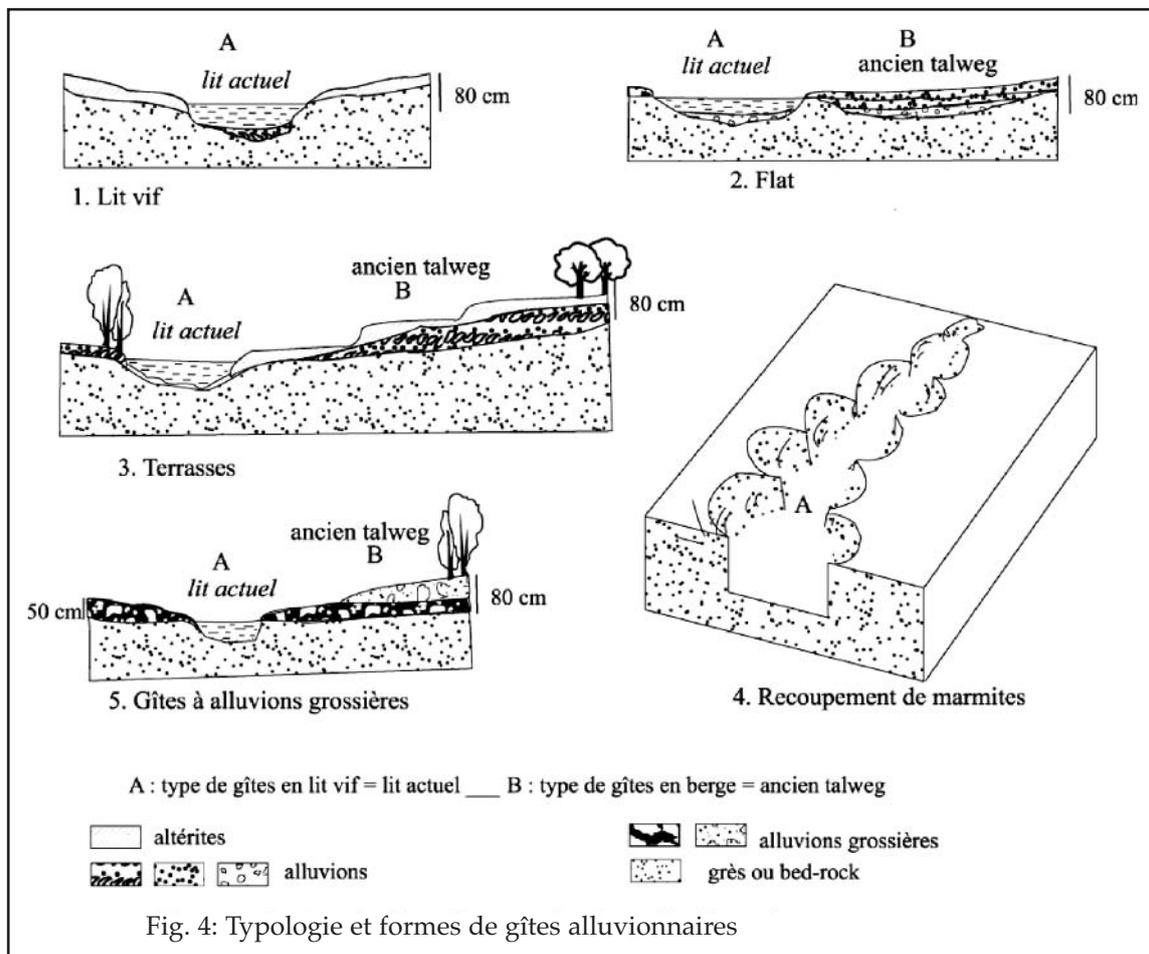
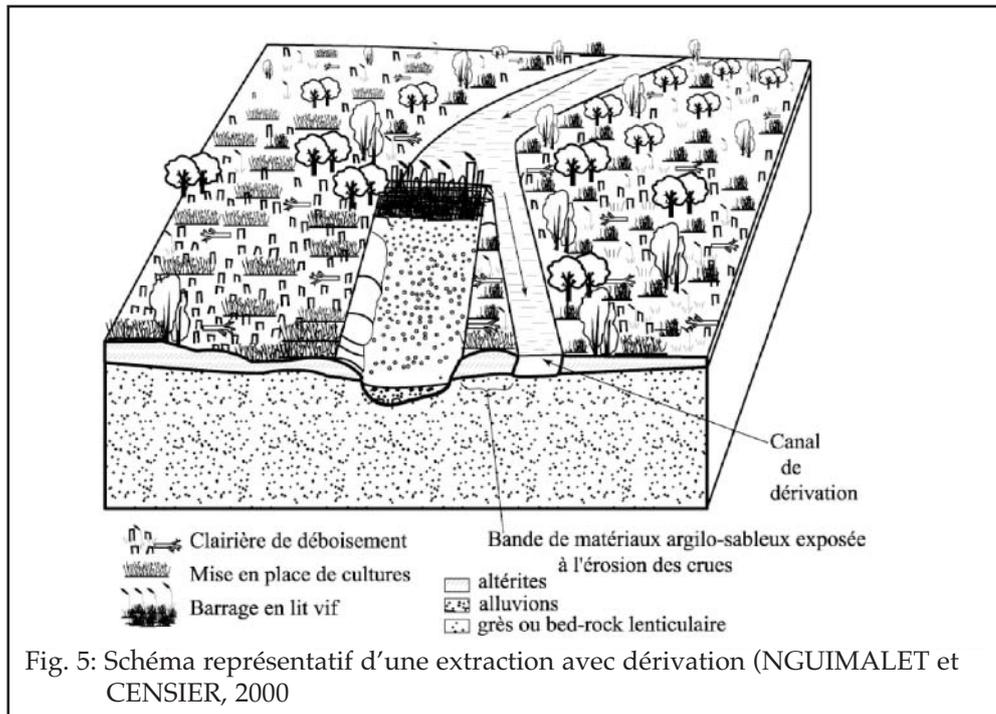


Fig. 4: Typologie et formes de gîtes alluvionnaires



ACQUISITION ET TRAITEMENT DES DONNEES

Un état des connaissances de la dynamique de l'extraction diamantifère artisanale a aidé à cibler les impacts subis par les cours d'eau en Centrafrique. Le régime des cours d'eau et la périodicité des crues sont obtenus par l'acquisition et par l'analyse des données hydrologiques sur la période 1955-1975 pour la Papi, et sur la période 1971-1975 pour la Boungou en fonction des données pluviométriques de la période 1957-1965. Le caractère brutal des crues est fondamental dans la réponse des rivières au « contrôle externe » que constituent les barrages construits en lit vif. Quelques séries annuelles complètes présentent l'hydrologie des rivières étudiées (Figures 3).

On a utilisé des cartes topographiques de la République centrafricaine au 1 : 200 000^e (coupures d'Ouadda, Pata, Birini, Mbii, Bria et Mouka : Fig.1a) lors de la réalisation des transects et de la reconnaissance des exploitations. On a établi des profils transversaux sur certains tronçons de lits fluviaux exploités (Fig. 10) et collecté auprès des extracteurs des données quantifiées sur les types et le dimensionnement des exploitations (Tableau II). Leur extrapolation donne des cubages de matériaux extraits pour la période 1988-1995. Ces cubages sont estimés sur base de 1 m de profondeur pour les dérivations et les diaclases ou lignes de fracturation minéralisées (checks), en relation avec les dimensions définies dans le tableau II ; les canaux de dérivation sont en effet rarement profonds de plus de 1 m, à l'exception de la dérivation située dans les gorges de la Papi qui ferait 4 à 5 m de profondeur, des chantiers de Boungou-Ziti avec 3 à 4 m et de celui de Djoko (Papi) qui atteint 4 à 6 m de profondeur. De plus, a été réalisé un entretien guidé avec les diamineurs aussi bien sur les chantiers que dans les rares villages ou dans les campements, qui sont la forme courante de l'habitat dans la région.

Les registres tenus par les artisans ont été consultés afin de comprendre l'organisation sociale des exploitations et d'y apprécier les impacts provoqués par l'extraction du diamant. Les résultats d'enquête sur les conséquences du phénomène étudié mettent en évidence les facteurs d'impacts (Fig. 6). Ceci modélise la dynamique spatiale de l'extraction, dont les types et modes d'occupation du sol résultent des processus combinés biophysiques et humains. Cette démarche nécessite un état des lieux du territoire, lequel appuie l'analyse systémique des paramètres concernés en privilégiant l'observation de terrain.

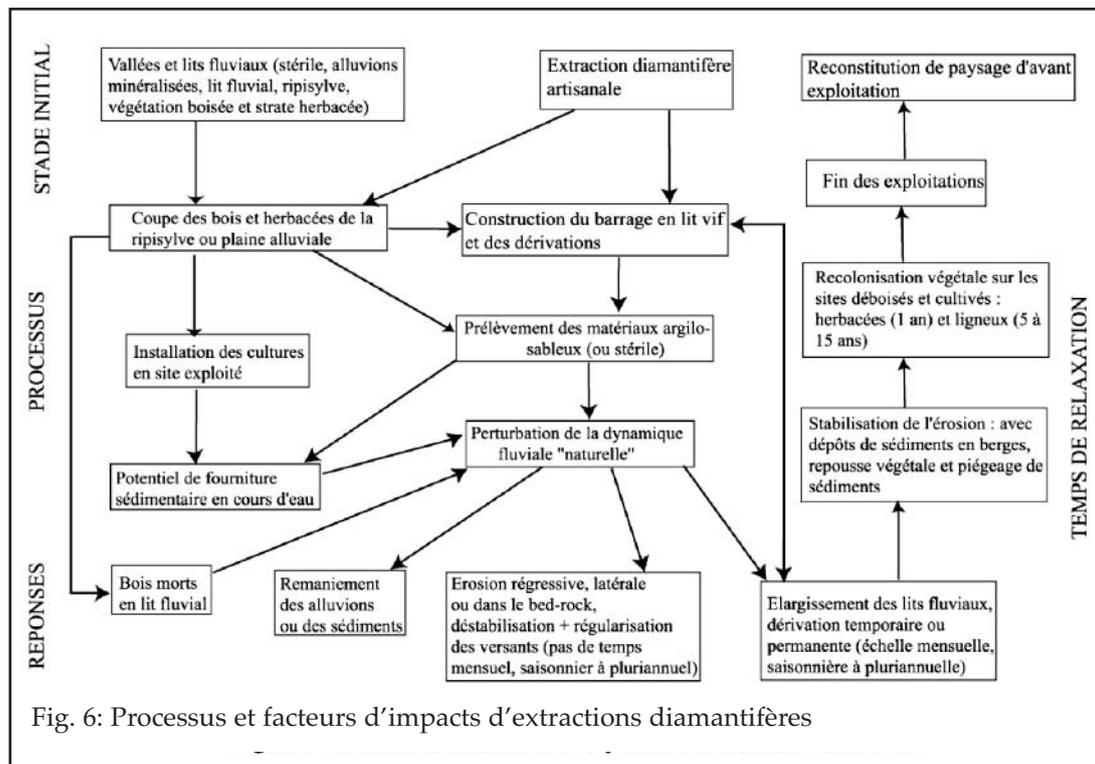


Fig. 6: Processus et facteurs d'impacts d'extractions diamantifères

LES PRINCIPAUX RESULTATS

Techniques et Dynamique extractives

L'extraction s'applique aux lits fluviaux et à leur vallée. Des chantiers de tous ordres sont localisés dans les talwegs : des petits, comme sur la Garanda (affluent de la Pipi), des chantiers de taille modeste comme à Lakrifolo (Pipi) ou de plus spectaculaires (ouvrages collectifs) comme les *dérivations*. Sur les chantiers, les artisans s'organisent en équipes de 3 à 10 personnes (Tableau II). L'association des artisans ou chefs de chantier donne lieu à des chantiers collectifs sur un même site. L'effectif d'ouvriers sur un chantier dépend de la taille ou de la profondeur de l'exploitation. En effet, les chantiers à ouvrages collectifs demandent un effectif humain relativement important : en moyenne 50 personnes, 100 voire 200 à 300 individus sont impliqués pour une période allant de 3 à 10 mois dans l'année. Dans ce cas, le tâcheronnage¹ est efficace dans le décapage du stérile, la construction des dérivations, l'extraction et le lavage du gravier. Il sert aussi à la réalisation des canaux pour capter un cours d'eau afin de décaper un épais stérile au-dessus du gravier, notamment dans la région diamantifère de l'Ouest du pays : on parle de décapage hydraulique (NGUIMALET et CENSIER, 2000).

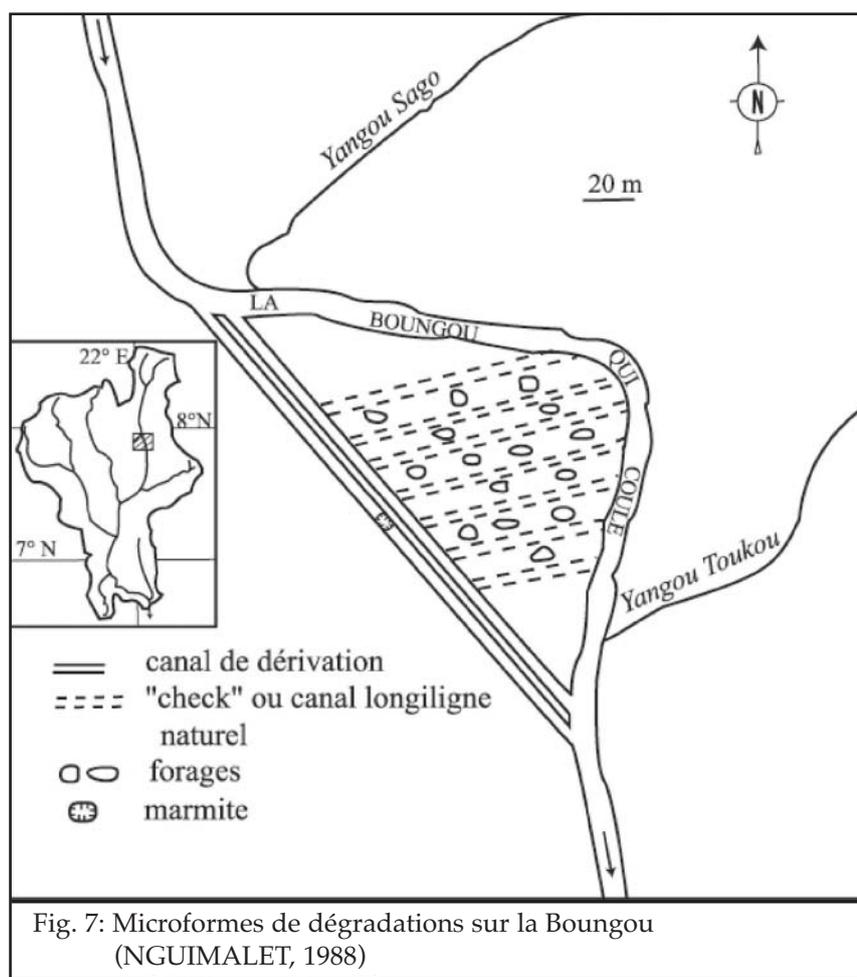
¹C'est un processus qui implique l'embauche d'ouvriers à la tâche donnant lieu à un supplément de revenu lorsque le chantier est financé par un collecteur. Ce processus devient de plus en plus important dans le fonctionnement des chantiers ; il est né de la volonté des collecteurs d'accélérer le décapage du stérile sur les chantiers où les graviers sont plus profonds, et la finition des travaux : extraction et lavage du gravier.

Tableau II :Liste de certains chantiers identifiés dans la zone d'étude suite à l'enquête auprès des extracteurs (NGUIMALET, 1995, modifié)

Chantier ou campement	Types d'exploitation	Dimensions	Cubages estimés (m3)	Cubages moyens (m3)	Coordonnées géographiques	Effectif d'artisans	Année d'extraction
Garanda	Trous, « check»	1 à 2 m de diamètre	1 à 2	1,5	7°58'N-22°05'E	2 à 4	1994 et 1995
Boungou	« check	-	-	-	7°57'N-22°03'E	3 à 5	1992
Boungou	Flats	8 à 9m / 5 à 6m	40 - 58 45 - 54	44 49,5		3 à 5	1993
Zamza 1	Dérivation	50 à 60m / 3 à 3,5m	150 - 175 180 - 210	162,5 195	7°58'N-21°39'E	40	1993
Zamza 2	Dérivation check						1994
Zamza 3	Dérivation	40 à 50m / 3m	120 - 150	135	7°56'N-21°41'E	20	1995
Yangou-sago (Boungou)	Diaclase check	100m / 3 à 4m	300 - 400	350	7°55'N-22°04'E		1990
Boungou-Ziti 1	Dérivation	1000m / 30 à 40m	90000 - 120000 120000 - 160000	105000 140000	7°45'N-22°05'E	127	1990
Boungou-Ziti 2	Dérivation	2000m / 20 à 25m	120000 - 160000 160000 - 200000	140000 180000	7°44'50"N-22°05'E	200 à 300	1993
Source Akpa	2 trous	8 à 6m / 5 à 6m	40 - 48 30 - 36	44 33	8°03'30"N-22°18'E	3 à 4	1994
Gorges Pipi	Dérivation	1000m / 5 à 10m	20000 - 40000 25000 - 50000	30000 37500	8°14'N-22°25'E	plus de 400	1993
Bédo (Pipi)	Dérivation	30m / 1,5m	45	45	-		1994
Bédo	Flats	10m / 9m	90	90	-		1994
Djoko (Pipi)	Diaclase check	90m / 2 à 3m	720 - 1080 1080 - 1620	900 1350	-	24	1995
Lakrifolo 1 (Pipi)	Dérivation	200m / 2 à 2,5m	400 - 500	450	8°17'35"N-22°38'E	3	1995
Lakrifolo 2	Dérivation	150m / 4 à 6m	600 - 900	750	-	20	1988
Lakrifolo 2	Dérivation	5 à 6m / 3m	15 - 18	16,5	-	20	1988
Lakrifolo 3	Dérivation	-			8°18'N-22°38'30"E	12	1988
Lakrifolo 3	Dérivation	-			-	22	1990
Yangou-Agoa (Pipi)	Dérivation	-			8°17'45"N-22°38'E		1993
Yangou-Agoa (Pipi)	Dérivation	-				13	1995
Zizi (Pipi)	Dérivation	100m / 4 à 6m	400 - 600	500	8°20'35"N-22°39'E	52	1991 - 1992
Ngoubi (Pipi)	Dérivation	-			8°24'45"N-22°30'E	62	1991
Ngoubi	Dérivation	-			-	45	1992
Tali (Pipi)	Dérivation	200 à 300m / 2 à 3m	400 - 600 600 - 900	500 750	8°27'N-22°33'E	47	1994
Tali	Trous	15m (prof.) / 4,5m de diamètre	67,5	67,5		25	1992 - 1993
Napi (Pipi)	Trous	2m (prof.) / 1 à 2m de diamètre	2 - 4	3	8°04'45"N-22°39'5"E		1994 - 1995
Yangou-Barrage (Ouandja)	Flats	60 à 70m / 50 à 60m	3000 - 3600 3500 - 4200	3300 3850	8°31'45"N-23°17'E	70 à 80	1994 - 1995
Ouandja II (affl. Kotto)	Flats Terrasses	100m / 30 à 40m	3000 - 4000	3500	-	45	1994 - 1995
Ouandja (Kotto)	Dérivation	80m / 70m	5600	5600	-	23	1994 - 1995
Bolomodo (Pipi)	Dérivation	200m / 30 à 40m	30000 - 40000 36000 - 48000	35000 42000	7°47'N-22°38'E	133	1994 - 1995
Ami (Pipi)	Dérivation	80 à 90m / 3m	240 - 270	255	7°43'N-22°41'45"E	41	1995

N. B. : les « checks » sont des diaclases, des lignes de fracturations longilignes minéralisées.

Les barrages construits en lit vif servent à dériver l'eau par un canal. Ceci nécessite de couper des arbres de 15 à 20 cm de diamètre et de 2 à 4 m de long, et d'enfoncer deux rangées de pieux en travers du lit avec des palissades de part et d'autre. L'intervalle est ensuite rempli avec de la terre prélevée aux abords de la rivière ou issue du creusement du canal de dérivation afin de conforter le barrage (Fig. 5). Cette dynamique extractive dans les lits fluviaux en Centrafrique est symbolisée par la technique de dérivation, qui induit une anthropisation des cours d'eau. Un tronçon de lit exploité perd en général sa ripisylve et la végétation qui couvre le replat ; après la coupe, l'espace déboisé du flat est cultivé. Cette chaîne d'actions provoque la réponse géomorphologique des rivières. La mise en évidence des processus et facteurs d'impacts montre l'efficacité de la dérivation (Fig. 6). En coupant par exemple les arbres et la strate herbacée pour l'édification d'un barrage, les diamineurs peuvent engendrer un couplage sédimentaire versant-lit fluvial, car la végétation stabilise les versants, même si, sur les bassins de la Pipi et de la Boungou, les pentes restent faibles : respectivement 1,56 m/Km. et 1,34 m/Km. De ce fait, la mise en culture des clairières favorise l'érosion et l'appauvrissement des sols sableux sur ce plateau.

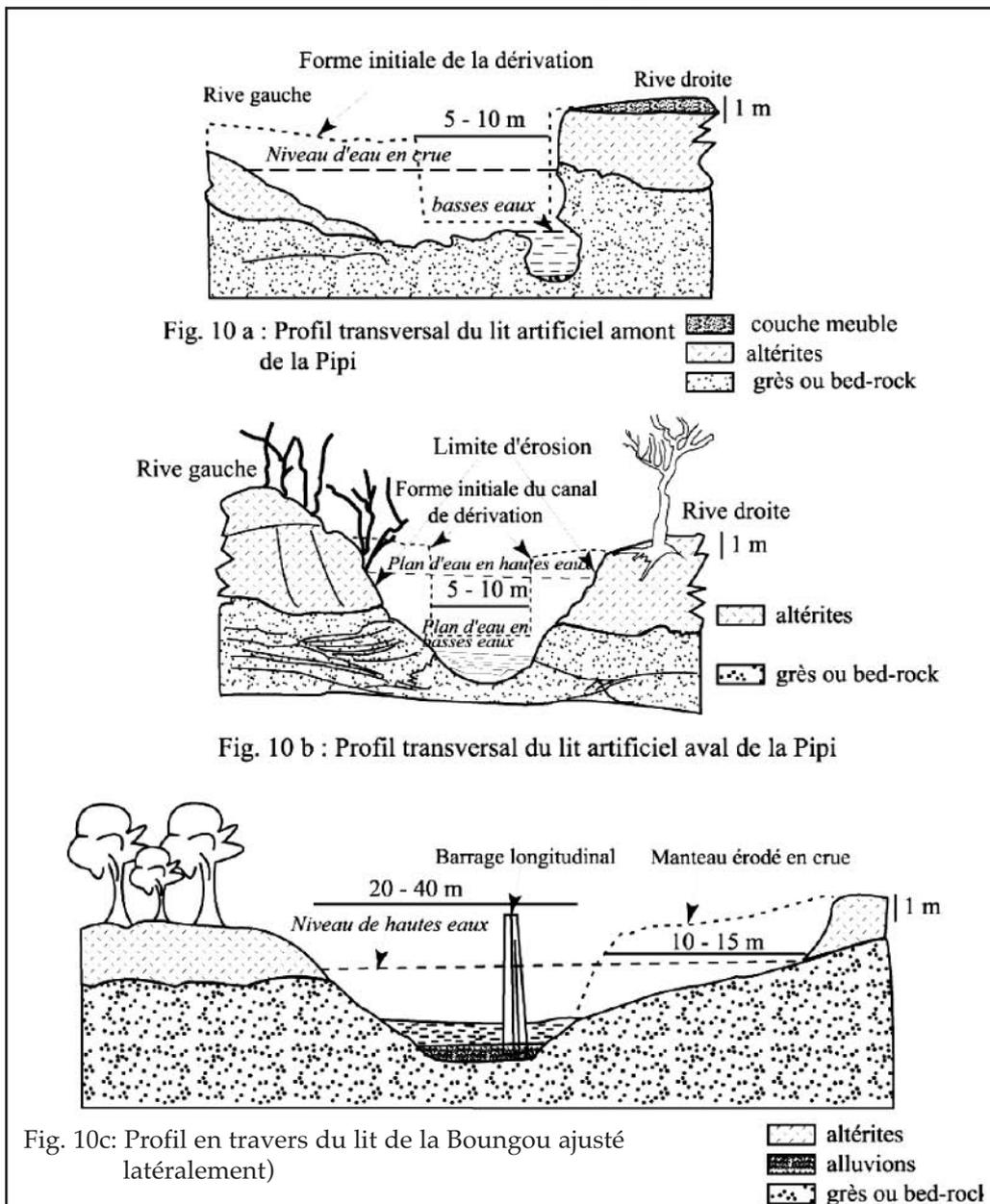


Par ailleurs cette dynamique extractive est illustrée par un cas de recouplement de bancs de graviers diamantifères qu'on a observé sur la Boungou (Figure 7). Ce site a déjà été exploité par une société minière vers la fin des années 1950 par une double dérivation. La reprise d'exploitation par les artisans de ce tronçon de la Boungou en 1990 a révélé des prolongements de bancs graveleux « chenalisés » qui sont perpendiculaires au lit vif, recouvrant l'ancien fond de vallée devenu une plaine alluviale. Ce type de minéralisation s'explique par des mouvements tectoniques qui causeraient le diaclasage ou la fracturation du bed-rock en sillons². Le cours d'eau, plus puissant par le passé, les a rongés, puis y a déposé des alluvions minéralisées en diamant. Le creusement d'un canal de dérivation a conduit à observer une

marmite fossilisée et perchée par rapport au lit actuel, témoin d'une paléomorphogenèse fluviale de la Boungou ; de plus, cette double dérivation attesterait l'importance de la crue de la Boungou au moment de l'extraction. Par ailleurs, la survie de ces deux canaux de dérivation 40 ans après leur réalisation témoigne de l'importance de l'empreinte de l'extraction diamantifère dans les paysages. Des microformes de dégradation sur ce site indiquent aussi bien les effets néfastes des diamineurs que ceux des sociétés minières lors de l'extraction des talwegs anciens et actuels de la Boungou.

² Les artisans appellent ces diaclases ou sillons minéralisés check.

La technique de dérivation oblige donc les cours d'eau à un « réajustement géomorphologique », car les barrages dans les talwegs sont des « contrôles » ou « forçages » externes. HACK (1960) précise que « lorsqu'une perturbation soudaine des variables de contrôle se produit, la variable ajustée évolue de manière asymptotique vers un nouvel état d'équilibre, qui est la forme d'ajustement aux conditions imposées au système ». Un canal dérivé peut donc devenir permanent lorsque la force érosive de l'eau le transforme en talweg (artificiel) ; cependant, le canal de dérivation est en général temporaire, de sorte qu'à la fin du chantier, l'eau dérivée reprend son lit originel. Ceci a été maintes fois observé sur de nombreux chantiers ou tronçons de lit exploités. Dans le cas du talweg rocheux de la Pipi, une dérivation a permis de constater l'existence d'un long sillon, profond de plus de 10 m localement, formé par un recouplement de marmites où les diamineurs avaient extrait du gravier diamantifère (cf. Figure 4.4). Cela montre l'intérêt de cette dynamique artificielle, qui a révélé la dynamique naturelle engendrée par le recouplement des marmites. Par ailleurs, le décapage du stérile et l'extraction des graviers indiquent un remaniement des sédiments, et rendent précaires les chenaux de la Pipi et de la Boungou. On constate néanmoins que les sédiments exposés et remaniés par les diamineurs durant la saison sèche ou les basses eaux sont transférés par relais vers l'aval en saison pluvieuse, et la géométrie des chenaux s'en trouve équilibrée, voire modifiée en crue. Cette dynamique artificielle et externe aux systèmes fluviaux modifie le comportement « naturel » des cours d'eau et constitue donc une forme d'érosion anthropique (NGUIMALET et CENSIER, 2000).



Effets sur le mode de vie

L'extraction du diamant est un fait social ancré dans les communautés humaines, leurs habitudes et leurs croyances. Elle fait perdre au village, mode de regroupement par excellence dans le milieu rural de Centrafrique, son rôle de fondement des activités et repère incontournable pour toute évolution. Face à la mobilité fréquente des hommes et des chantiers, liée à l'épuisement des gisements et à la découverte de nouveaux gîtes, l'habitat est dominé par les campements. Ceux-ci sont un habitat précaire dont l'existence dépend de la durée de l'exploitation et de la richesse des gisements. Ainsi, a-t-on noté deux formes de migrations : la première s'effectue des zones extra-diamantifères vers les zones diamantifères et la seconde se pratique à l'intérieur même de ces dernières. Diverses raisons expliquent la première forme de migration : échec à l'école, insuffisance des productions et revenus agricoles, pauvreté... La migration intra-zone révèle par contre un dynamisme des campements et des chantiers et une déchéance des villages selon la richesse des zones. Les conséquences sont que des villages naissent et d'autres disparaissent. La sédentarisation de certains campements et chantiers prospères permet à l'agriculture d'occuper le secteur défriché ; ceci a été observé sur les chantiers de Boungou-Ziti et Bolomodo notamment . La mobilité des hommes et des activités dans le secteur étudié s'accompagne en outre de la cherté de la vie. En effet, le coût de la vie est élevé dans les régions diamantifères à cause du mythe de « l'argent du diamant ». Ce mythe se fonde sur la croyance selon laquelle, pour les artisans diamineurs, l'argent du diamant n'est pas à investir mais à dilapider sans épargner. Cette réalité explique pourquoi ces derniers réalisent des dépenses de prestige qui renchérissent le coût de la vie dans ces régions comparativement aux zones agricoles du pays (les prix y sont multipliés par deux au moins, sinon par trois, voire par quatre).

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les ajustements de lits fluviaux en réponse aux interventions humaines sont d'une ampleur et d'une brutalité telles, dans les pays développés, que leurs impacts sur l'environnement peuvent masquer des fluctuations hydroclimatiques. GAUTIER (1994) a montré que l'anthropisation du Buëch (Alpes du sud) par les seuils, les épis ou l'extraction de granulats, a atteint un point d'irréversibilité caractérisé par la disparition du tressage et l'encaissement d'un bras unique ; les prélèvements de sédiments sont devenus les agents actuels de la morphogenèse fluviale. De même, MOSSA et McLEAN (1997) ont étudié, au SE de la Louisiane (Etats-Unis), la dynamique de la rivière Amite dont le chenal et la plaine alluviale sont soumis à l'extraction combinée de dix millions de tonnes par an de graviers et de sables. Cette extraction massive s'y traduit par l'incision du talweg et le changement de position du chenal. En effet, dans les pays développés, l'extraction du gravier et du sable des lits fluviaux constitue une perte de charge de fond pour les hydrosystèmes. Ce n'est pas le cas pour l'extraction du diamant étudiée, car le décapage du stérile (sable et alluvions grossières) sur le gravier minéralisé, qui est logé au fond de la vallée, crée un désordre dans le processus naturel d'agencement des matériaux. La perte du stérile n'est pas totale puisque le retour de l'eau dans le chenal initial à la fin des chantiers reprend les alluvions remaniées artificiellement, les entaille, les rééquilibre et en charrie une partie vers l'aval. Ceci permet de remobiliser l'essentiel des matériaux remaniés par les artisans pour combler le talweg. Il peut en rester sur les berges ou dans les plaines alluviales lorsque leur épaisseur pendant l'extraction atteint 5 à 6 m au-dessus du gravier diamantifère.

Dans l'espace étudié, l'incision anthropogénique est une originalité, déclenchant un mécanisme de régularisation des berges aval du lit dérivé de la Pipi (Figures 10). En effet, le canal qui a capturé la Pipi est construit sur un tronçon concave et sinueux d'un faux méandre, lequel est calqué sur un linéament, d'où l'érosion latérale à cause de la force du courant en mouille. La Pipi s'y est montrée plus érosive, abandonnant son ancien lit du fait de l'extraction. On remarque qu'en deux ans, de 1993 à 1995, l'érosion fluviale a creusé de nombreuses marmites dans le bed-rock, dont certaines ont de 30 cm de diamètre dans le lit artificiel (Fig. 10 a) ; celles-ci sont donc postérieures

à l'incision. Ainsi, deux dynamiques caractérisent les marmites dans les Grès de Mouka-Ouadda : l'une *naturelle* donnant lieu à un recoupement de marmites anciennes et l'autre, *artificielle*, avec des marmites en développement qui pourraient se recouper. Les cours d'eau, indépendamment de l'Homme, sont capables à la fois de perturbations et de « relaxation » (Fig. 6), bien que les actions humaines puissent rendre ces atteintes aux systèmes fluviaux irréversibles. Néanmoins, on considère que les cas sur la Pipi méritent d'être nuancés. En effet, l'élargissement des lits fluviaux a été régulièrement observé sur la Pipi, sur son cours amont, entre Pipi-Doumingui et Pipi-Véré, et entre Pipi-Ngoubi et Pipi-Yangoubouzi, et sur la Boungou dans son cours moyen, en amont et en aval de sa confluence avec la Ziti, affluent de la rive gauche (Figures 8, 9 et 10). La Pipi, large de 10 à 15 m, s'est élargie de 2 à 3 m de part et d'autre de son chenal principal ; quant à la Boungou qui est localement large de 20 à 40 m, elle s'est ajustée de 10 à 15 m. Ces érosions de chenaux se sont produites en crue, ce qui peut donner lieu à un rythme saisonnier ou annuel de transit de matériaux, et les conséquences seraient notables sur les transports solides suspendus, avec les reprises des altérites sous forme de fine pendant et après l'activité extractive.

Toutefois, on peut admettre qu'à une échelle relativement plus longue, la végétation puisse recoloniser le nouveau lit après que des crues importantes auraient redéposé des sédiments sur les parties rocheuses du lit exhumées initialement par l'érosion. Cela faciliterait ainsi son implantation, et donc la réduction de l'érosion, et une tendance locale à « l'exhaussement » qui serait liée au piégeage des sédiments par la végétation lors des crues épisodiques, et en conséquence à une sorte de retour à l'état initial ou d'avant extraction. Mais celui-ci ne saurait équivaloir à l'importance du phénomène étudié par JAMES (1989). Car dans le cas précédent, les matières solides viennent des versants et en volumes considérables. Dans celui des rivières étudiées, les lits fluviaux sont creusés par les diamineurs sur 2 à 6 m de profondeur, voire plus si on se réfère aux gîtes à recoupement de marmites (Figure 4.4) ; à la fin des travaux, les matériaux reprennent leur place dans le lit vif. Cela montre que les sédiments qui peuvent transiter vers l'aval ne sont pas assez importants pour exhausser significativement les lits fluviaux. Les cubages estimés de « l'érosion diamantifère » sont de plus de 630 000 m³ (Tableau II) ; la moitié se serait exportée sous forme de fines, le reste comble les chenaux et garnit les berges de sorte que ces sédiments sont perdus pour les lits fluviaux. Cette dernière catégorie de sédiments sera colonisée ou non par la végétation, d'où leur stabilité relative en attendant une réexploitation du site.

On pense donc que les barrages et les chenaux dérivés, processus hérités des sociétés minières, sont des « contrôles externes » aux lits fluviaux. Les exploitations contribuent de ce fait à fragiliser les hydrosystèmes fluviaux en basses eaux, période d'activité intense ; par contre, en saison pluvieuse, les crues élargissent et approfondissent les chenaux fluviaux. Ces réponses géomorphologiques des cours d'eau exploités sur le Plateau de Mouka-Ouadda (incision et érosion latérale) se notent sur les tronçons à pente relativement élevée. Ces fortes pentes à l'échelle des tronçons de lit induisent un accroissement de la puissance érosive des rivières, à l'origine de la modification des formes de lits exploités. Ces impacts affectent donc les secteurs amont des hydrosystèmes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASSANAS G. A. (1984) - L'exploitation artisanale du diamant dans la Haute-Kotto. *Mém. Fin d'études du C.A.P.P.C., E.N.S., Bangui (RCA)*, 45 p. Inédit.
- BIARO-BENEBANDJI T. (1987) - Les diamineurs de Motao : techniques d'extraction artisanale du diamant et sa commercialisation dans la Sangha-Economique. *Mém. Licence, Géographie, Fac. Lettres & Sci. Hum., Univ. Bangui (RCA)*, 35 p. Inédit.
- BARDET M. G. (1974) - Géologie du diamant. *Mém. BRGM, 83, BRGM Ed., Paris, Tomes I & II*, 459 p.
- BOULVERT Y. (1987) - Carte oro-hydrographique de la République centrafricaine à 1: 1000000, feuilles Ouest et Est. *ORSTOM Ed., Collection Notice Explicative*, 106, Paris, 128 p.
- BRAVARD J.-P. (1994) - L'incision des lits fluviaux : du phénomène morphodynamique naturel et réversible aux impacts irréversibles. *Revue de Géographie de Lyon*, 69 : 5-10.
- BRAVARD J.-P., PETIT F. (1997) - Les cours d'eau. Dynamique du système fluvial. Armand Colin, Paris, 222 p.
- CENSIER C. (1991) - Dynamique sédimentaire d'un système fluvial diamantifère mésozoïque : la Formation de Carnot (République centrafricaine). *Doc. BRGM, 205, Orléans (France)*, 568 p., 1 carte h.t.

- CORNACCHIA M., POIDEVIN J.-L. (1984) - Mines. In : *Atlas de la République centrafricaine, éditions Jeune Afrique*, p. 46.
- GAUTIER E. (1994) - Interférence des facteurs anthropiques et naturels dans le processus d'incision sur une rivière alpine - l'exemple du Buëch (Alpes du Sud). *Revue de Géographie de Lyon*, 69 : 57-62.
- GOMA J. (1979) - Les diamineurs de la région de Boda. *Mém. Maîtrise, U.E.R. Aménagement, Géographie, Informatique, Univ. Tours (France)*, 122 p. Inédit.
- GOMA-BOUANGA J. (1982) - Les changements socio-économiques dans le sud-ouest centrafricain. Les effets de l'économie du diamant. *Thèse doctorat 3e Cycle, Inst. Géogr., Univ. Lille I (France)*, 267 p. Inédit.
- HACK J. T. (1960) - Interpretation of erosional topography in humid temperate regions. *American J. of Science*, 258: 80-97.
- JAMES L. A. (1989) - Sustained storage and transport of hydraulic gold mining sediment in the Bear river, California. *Annals of the Association of American Geographers*, 79, 1: 570-592.
- KORABLEFF G. (1940) - Contribution à l'étude de la géologie et de la géologie appliquée de l'Oubangui-Chari Oriental et du Cameroun sous mandat français. *Thèse doctorat, Univ. Paris, Ed. Librairie Sociale et Economique, Paris*, 192 p. + Cartes au 1 : 400000e.
- MESTRAUD J.-L. (1982) - Géologie et ressources minérales de la RCA. Etat des connaissances à fin 1963. *Mém. BRGM*, 60, Orléans, 186 p.
- MOSSA J., MCLEAN M. (1997) - Channel planform and land cover changes on a mined river floodplain : Amite river, Louisiana, USA. *Applied Geography*, 17, 1 : 43-54.
- NGUIMALET C. R. (1994) - Lobaye et Kotto : étude comparée des régimes hydrologiques et de leurs milieux naturels respectifs. *Mém. Licence, Géographie, Fac. Lettres & Sci. Hum., Univ. Bangui (RCA)*, 51 p. Inédit.
- NGUIMALET C. R. (1995) - L'impact des exploitations diamantifères artisanales sur l'environnement : le cas de la préfecture de la Haute-Kotto (RCA). *Mém. Maîtrise, Géographie, Fac. Lettres & Sci. Hum., Univ. Bangui (RCA)*, 128 p. Inédit.
- NGUIMALET C. R. (1998) - Morphodynamique d'un secteur anthropisé. Les bassins de la Pipi et de la Boungou en Haute-Kotto (République centrafricaine). *Mém. DEA, Géomorphologie, Fac. Lettres & Sci. Hum., Univ. Paris XII-Val de Marne (France)*, 109 p. (non publié).
- NGUIMALET C. R., CENSIER C. (2000) - Une forme d'érosion mécanique d'origine anthropique des bassins-versants sur grès : l'exploitation des gîtes alluviaux diamantifères en République centrafricaine. In : *Influence de l'homme sur l'érosion : bassins-versants, élevage, milieux urbain et rural, Bulletin Réseau Erosion (BRE)*, 20, 2 : 145-156.
- NGUIMALET C. R., NDJENDOLE S., ORANGE D. (2005) - Les extrêmes hydrologiques : des indicateurs de disponibilité en eau du plateau gréseux de Mouka-Ouadda ou des changements climatiques sur la Pipi à Ouadda (République centrafricaine) 10 p. (inédit)
- PAPOTO B. (1984) - Agriculture et exploitation du diamant à Sassélé. *Mém. Maîtrise, Géographie, Fac. Lettres & Sci. Hum., Univ. Bangui (RCA)*, 119 p. Inédit.
- STRAHLER A. N. (1957) - Quantitative analysis of watershed geomorphology. *Trans. American Geophys. Union*, 38 (6), 913-920.
- THOMAS M. F., THORP M. B. (1992) - Landscape dynamics and surface deposits arising from late Quaternary fluctuations in the forest-savanna boundary. In : *Nature and Dynamics of Forest-Savanna Boundaries*. Furley P. A., Proctor J., Ratter J. A. (eds), 11: 213-253.
- THOMAS M. F., THORP M. B. (1993) - The geomorphology of some Quaternary placers deposits. *Z. Geomorph. N. F. Suppl.-Bd.*, 87: 183-194.

REMERCIEMENTS

Les données qui ont servi à la rédaction de cet article ont été collectées lors d'une mission conjointe ORSTOM - BRGM supervisée par Mr. Claude Censier, alors représentant de l'ORSTOM en République centrafricaine. Elles ont permis également la réalisation, en 1998, d'un mémoire de DEA en géomorphologie co-organisé par les universités parisiennes (Paris I, Paris IV, Paris VII, Paris X et Paris XII) sous la direction de Mr. Jean-Paul Bravard, à l'époque Professeur à l'Université de Paris IV - Sorbonne (UMR 8591). Ce dernier a critiqué le texte du présent article avec Mr. Yves Boulvert et d'autres relecteurs. Qu'ils soient tous remerciés de même que Mr. Roberto Magioncalda pour son assistance en cartographie.