

VARIATIONS ET BILANS DES FLUX DE MATIERES PARTICULAIRES ET DISSOUTES DE L'OUBANGUI A BANGUI (DE 1987 A 1992)

Didier ORANGE, Jean-Claude OLIVRY, Claude CENSIER

RESUME :

Les flux de matières particulaires et dissoutes exportées par l'Oubangui au bief de Bangui sont quantifiés de 1987 à 1992, aux échelles, respectivement, hebdomadaire et mensuelle. Situé au coeur du continent africain en zone tropicale humide, le bassin versant oubanguien a un relief ancien fortement pénéplané avec une couverture pédologique à dominante ferrallitique, plus ou moins indurée. Sa couverture végétale est restée relativement dense malgré une période de sécheresse entamée dès 1970. Dans ce contexte à déficit hydrologique prononcé, le coefficient d'écoulement de l'Oubangui n'étant que de 12% contre 18% sur l'ensemble du siècle, le tonnage annuel moyen de matières exportées, particulaires et dissoutes, est de 6,5 106 t.an-1, ce qui représente un transport spécifique de 13,3 t.km-2.an-1.

Les matières particulaires ne constituent que 42% de ce flux, soit une érosion mécanique spécifique de 5,5 t.km-2.an-1 seulement pour un transport dissous spécifique de 7,8 t.km-2.an-1. Ces chiffres placent l'Oubangui parmi les fleuves ayant les plus faibles taux d'exportation de matières. Une partie non négligeable des transports dissous (11%) est constituée par la matière organique dissoute qui n'est présente dans les exportations qu'en période de crue.

Au cours du cycle hydrologique, trois phases à dynamique d'érosion mécanique différente se distinguent. Il apparaît que le facteur primordial d'acquisition de la charge particulaire des eaux du fleuve n'est pas l'état du couvert végétal mais le volume d'eau écoulée mis en jeu. Enfin, une comparaison avec des mesures d'exportation de matières particulaires effectuées dans le début des années 1970 ne montre pas de changement significatif dans le fonctionnement hydrodynamique de ce bassin versant.

INTRODUCTION

Dans le cadre du *Programme d'étude de l'Environnement de la Géosphère Intertropicale - volet Grands Bassins Fluviaux* (PEGI - GBF), les flux de matières particulaires et dissoutes exportées par la rivière Oubangui sont quantifiés au niveau de la ville de Bangui depuis 1987. Bangui, capitale de la République Centrafricaine, se situe sur le cours moyen de l'Oubangui, à 600 km de sa confluence avec le fleuve Congo. A ce point, il a déjà parcouru 1900 km sur sa partie la plus longue, c'est-à-dire sur l'axe Uélé-Oubangui.

L'objectif de ce programme est de quantifier, caractériser et expliquer la dynamique actuelle des grands écosystèmes intertropicaux par l'intermédiaire d'un suivi à long terme des fluctuations hydroclimatiques et des flux fluviaux de matières. La station de Bangui est particulièrement intéressante d'une part, du fait de sa position intermédiaire entre la savane et la forêt, et d'autre part, du fait de la moindre taille de son bassin versant en comparaison avec celui du Congo à Brazzaville.

Dans cet article, les variations des flux de matières sont discutées aux échelles mensuelle et interannuelle entre 1987 et 1992, soit durant six cycles hydrologiques complets. Ceci représente 218 mesures hebdomadaires et 66 mesures mensuelles. Puis les bilans d'exportation de matières sont présentés en essayant de tenir compte des conditions climatiques particulièrement sévères depuis le début de la période d'observation.

1. SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

Situé au coeur du continent africain, le bassin versant de l'Oubangui couvre une superficie totale de 643 900 km²; à l'amont de Bangui, sa superficie est de 488 500 km². Ce bassin

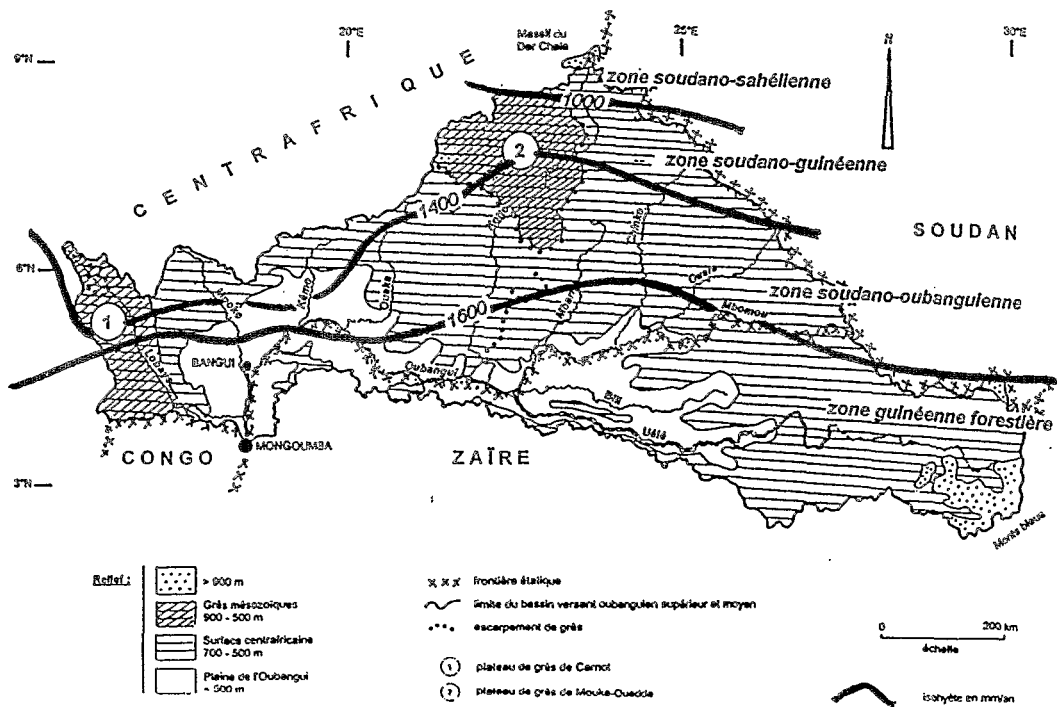


Figure 1
Carte morphostructurale du bassin versant centrafricain de l'Oubangui et zones climatiques

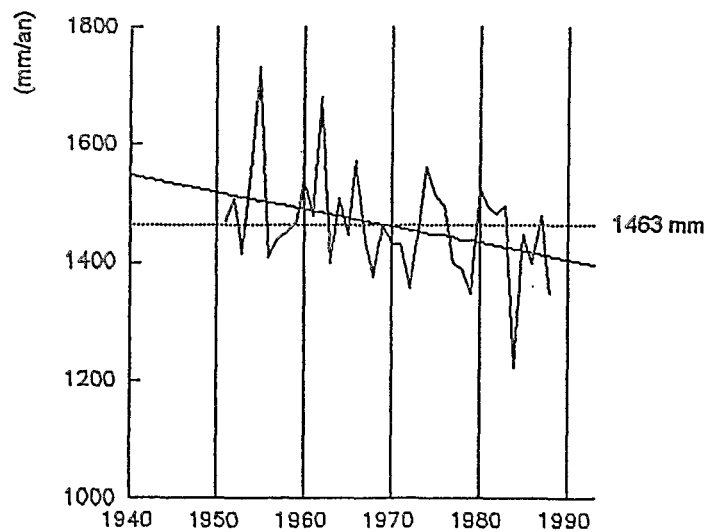


Figure 2
Evolution annuelle de la lame d'eau précipitée sur le bassin versant de l'Oubangui à Bangui
D'après Mahé (com.pers.).

présente une forme allongée d'est en ouest, dont la partie aval s'incurve vers le sud un peu en amont de Bangui. La longueur du bassin est d'environ 1800 km pour une largeur moyenne de 500 km. Il s'étend de la latitude 00°30'S à 09°16'N et de la longitude 15°35'E à 30°57'E.

Son relief est une vaste pénélaine modelée par les phénomènes d'érosion météorique qui se sont succédés au cours des temps phanérozoïques. Les hauts reliefs qui dépassent rarement 1100 m, ne représentent que 5% de la superficie du bassin. Le point culminant est à 1796 m dans les Monts Bleus au Zaïre, à l'interfluve Congo-Nil à l'extrémité orientale du bassin. Les plateaux, qui s'étagent de 500 à 900 m d'altitude, constituent 70% de la superficie, et la plaine oubanguienne forme les 25% de la superficie restante (fig.1).

Le bassin versant centrafricain de l'Oubangui est principalement constitué par le socle précambrien à l'exception des deux formations gréseuses mésozoïques situées au nord et à l'est du bassin (MESTRAUD, 1982 ; POIDEVIN, 1985 ; CENSIER, 1991). Ces formations gréseuses couvrent 10% de la superficie du bassin. Les roches plutoniques et métamorphiques acides (du type granite, gneiss, micaschiste et schiste), de loin majoritaires, représentent 60% de la superficie du bassin. On y trouve ensuite en proportions sensiblement égales, des roches volcaniques et métamorphiques basiques, des roches détritiques argileuses et des roches carbonatées. Notons aussi l'existence de salines qui, malgré leur faible répartition sur l'ensemble du bassin (de l'ordre de 1% de la superficie totale), peuvent toutefois avoir une importance non négligeable sur la qualité des exportations de matières par le fleuve du fait de leur fort indice d'érosion.

Les sols sont des sols ferrallitiques plus ou moins indurés. Le couvert végétal est dense et relativement uniforme sur l'ensemble du bassin. La forêt dense humide semi-décidue n'occupe plus que les parties méridionales du bassin, situées sur la frontière RCA-Zaïre. Le reste du bassin est presque entièrement couvert par la savane arbustive ou arborée. L'extrémité nord du bassin est en bordure de la zone soudano-sahélienne, domaine de la steppe.

2. CLIMAT ET BILAN HYDROLOGIQUE

Le climat du bassin de l'Oubangui est caractérisé par : (1) une saison sèche qui commence en octobre au NE et qui se généralise à l'ensemble du pays dès janvier ; (2) une intersaison avant la saison des pluies qui débute dans le sud du pays en mars pour atteindre le nord en avril-mai ; (3) enfin, une saison pluvieuse qui affecte l'ensemble du bassin de juin à septembre et qui dure du sud au nord de 9 à 4 mois. La pluviosité varie de 1700 mm.an-1 au sud à moins de 1000 mm.an-1 au nord, ce qui correspond respectivement au passage de la zone guinéenne forestière à la zone soudano-guinéenne (fig.1).

Depuis le début des années 1970, cette zone géographique subit un fort déficit pluviométrique qui s'est accentué depuis 1983 (fig.2). La lame d'eau précipitée sur l'ensemble du bassin versant de l'Oubangui à Bangui est passée de 1500 mm.an-1 dans les années 1950 à 1400 mm.an-1 dans les années 1980. Ceci s'est traduit par une perte d'hydraulicité de l'Oubangui à l'échelle du siècle. En effet, l'Oubangui est dans une phase sèche depuis 1971, et plus intensément encore depuis 1983 (fig.3). Avant cette date, les seules années hydrologiques ayant eu un module annuel inférieur à 3000 m³.s-1 sont les années hydrologiques 1971/72 et 1973/74 avec respectivement 2890 et 2750 m³.s-1. Par contre, depuis 1987, début de l'étude, seule l'année hydrologique 1988/89 a un module annuel bien supérieur à 3000 m³.s-1 (soit 3150 m³.s-1), les années hydrologiques 1991/92 et 1992/93 étant sensiblement égales avec 3045 et 3025 m³.s-1. Le cycle hydrologique 1990/91 est le plus déficitaire avec seulement 2170 m³.s-1.

Ceci se traduit sur l'hydrogramme annuel de crue de l'Oubangui par une montée des eaux plus tardive et plus rapide, par un écrêtement de la pointe de crue et par une vidange rapide des nappes. Sur la période 1940-1979, le module moyen annuel est de 4210 m³.s-1 alors que, sur la période d'étude 1987-1992, le module moyen annuel n'est que de 2740 m³.s-1. Ce module annuel représente une lame d'eau écoulée de 173 mm.an-1, soit un coefficient d'écoulement actuel de 12%, alors qu'il est de 18% sur la période 1940-1979.

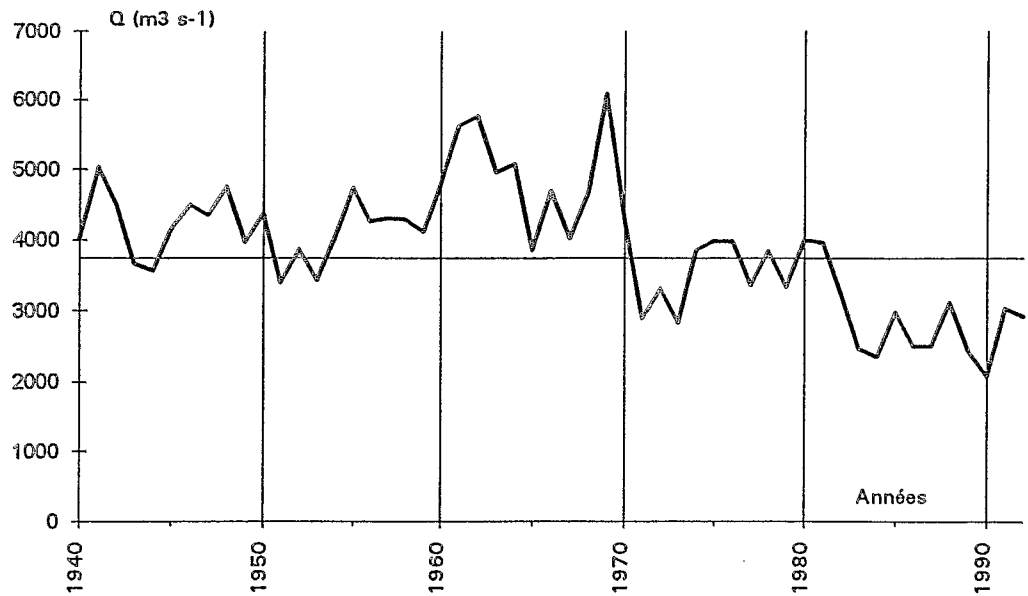


Figure 3
Evolution du module annuel de l'Oubangui à Bangui depuis 1940

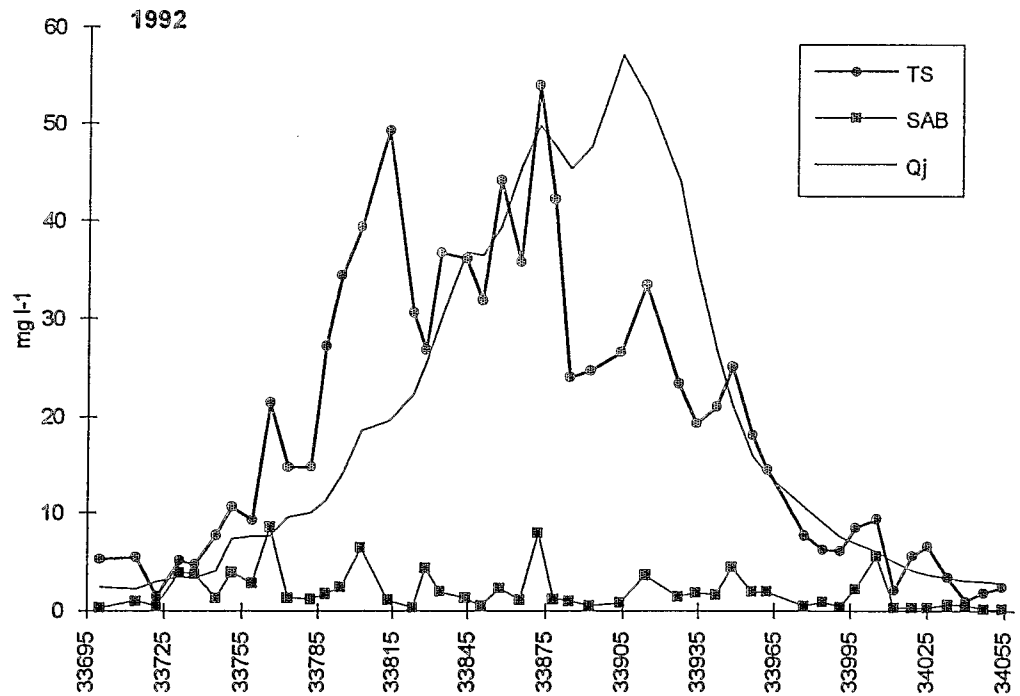


Figure 4
Evolution comparée au cours du cycle hydrologique 1992/93 de la concentration en matières particulaires (TS) et de la fraction sableuse en suspension (SAB) avec le débit du fleuve (Qj)

3. LE PROTOCOLE DE MESURES ET LA METHODE DE CALCUL DES FLUX

Depuis 1987, les prélèvements d'eau sont effectués à Bangui sur l'Oubangui chaque semaine, à deux mètres de fond à l'aide d'une bouteille à clapet d'une capacité de 12 litres, sur une verticale réputée être représentative de la section du fleuve. Ce point se situe à 1 km en amont des rapides de Bangui, au niveau du quartier populaire de l'extrémité est de la ville de Bangui. Il y a donc des possibilités de pollutions domestiques plus ou moins importantes.

Un litre de ce prélèvement, après tamisage sur un tamis de 2 μm pour séparation de la fraction sableuse en suspension (SAB), un litre de ce prélèvement est filtré par aspiration sur filtre en acétate de cellulose de 47 mm de diamètre et de 0,2 μm de diamètre de pore pour la détermination, par pesée du filtre, de la concentration en matières en suspension (MES). La concentration en matières particulaires (TS) est la somme de la fraction sableuse et de la fraction fine en suspension : $TS = SAB + MES$. La concentration moyenne mensuelle est obtenue en faisant la moyenne de ces quatre mesures hebdomadaires pondérées par le débit journalier respectif du fleuve.

Une fois par mois, le prélèvement est effectué non seulement à 2 mètres de profondeur mais également sur 4 autres profondeurs de la même verticale, le tout étant doublé. Cela fait donc deux séries de 5 prélèvements de 12 litres chacun. Cet échantillonnage est utilisé, entre autres, pour déterminer la concentration de matières dissoutes totales (MD) à partir du poids du résidu sec à 105°C d'un litre de filtrat issu de la centrifugation de l'ensemble du prélèvement. Cette valeur est assimilée à la valeur de la concentration moyenne mensuelle.

Enfin, les tonnages mensuels sont calculés à partir des concentrations mensuelles ainsi obtenues.

4. VARIABILITE MENSUELLE DES FLUX DE MATIERES

4.1 - Les matières particulaires

Au cours d'un cycle hydrologique, la variation journalière de la concentration en matières particulaires transportées par les eaux de l'Oubangui est relativement faible, comparée à celle enregistrée sur les fleuves des zones tropicales sèches. Sur l'ensemble d'un cycle hydrologique, la moyenne des variations journalières a varié entre 36% lors du cycle 1989/90 et 87% lors du cycle 1991/92. L'acquisition de la charge particulaire par les eaux du fleuve est progressive au cours de la crue.

Cette faiblesse des fluctuations journalières des concentrations en matières particulaires se traduit par des pics annuels de concentration en matières particulaires peu élevés. Depuis 1987, le maximum journalier enregistré n'est que de 55 mg.l-1. Bien que sur ces six années étudiées les débits de pointe de crue aient varié de plus de 100% (de 4930 m³.s-1 en 1990 à 10200 m³.s-1 en 1988), la concentration maximale en matières particulaires de chaque cycle n'a varié que de 40%, de 55 mg.l-1 en août 1988 à 39 mg.l-1 en août 1991. Ce pic de concentration des matières particulaires est toujours atteint fin août-courant septembre avant la pointe de l'hydrogramme de crue. En effet, comme dans la plupart des fleuves tropicaux (KATTAN et al., 1987 ; MARTINS et PROBST, 1991 ; ORANGÉ, 1992 ; PROBST, 1992), le maximum de la charge particulaire précède toujours le maximum des écoulements (fig.4).

Chaque année, la concentration journalière minimale, atteinte en fin de saison sèche, est de 1 mg.l-1. Cela signifie un arrêt quasi-total du transport particulaire durant la saison des basses-eaux, époque à laquelle la lame d'eau précipitée sur le bassin est quasi-nulle. Ainsi, en plus de l'absence d'érosion météorique à cette époque de l'année, le fleuve perd à partir du mois de février sa capacité éventuelle à éroder son lit et ses berges, et à transporter ce matériel.

La fraction sableuse (>2 μ) représente en moyenne 10% des tonnages particuliers exportés au cours d'un cycle, ce pourcentage variant très peu d'un cycle à l'autre (de 8 à 13 %). A l'échelle du mois, la contribution de cette fraction sableuse à l'exportation solide passe de 3-5% entre juillet et novembre lors de la crue, à 10-15% le reste de l'année (fig.4). Tout se passe comme-ci il y avait dilution des sables par les matières en suspension au fur et à mesure de l'augmentation des concentrations en matières particulaires. En terme de concentration, les valeurs mensuelles de

sables sont de l'ordre de 2-3 mg.l-1 en période de crue et de 0,1 mg.l-1 en fin de chaque cycle hydrologique.

L'évolution mensuelle de la charge solide du fleuve suit le même schéma chaque année. Que ce soit à l'échelle journalière ou mensuelle, il n'existe pas de relation directe entre le débit du fleuve et la concentration de ses eaux en matières particulaires (tableau 1). En fait, les variations mensuelles des concentrations en fonction des débits respectifs décrivent une boucle traduisant les capacités érosives du bassin (fig.5). Ce comportement des concentrations en matières particulaires a déjà été noté par de nombreux auteurs (GAC et KANE, 1986 ; OLIVRY et al., 1988 ; ORANGE, 1992 ; PROBST, 1992). En début de crue, de avril à juillet, la capacité érosive du bassin augmente plus vite que le volume d'eau écoulée disponible, ce qui se traduit par une augmentation des concentrations en matières particulaires des eaux du fleuve. De juillet à septembre, la capacité érosive du bassin augmente toujours mais moins vite que le volume d'eau écoulée disponible, ce qui a un effet de dilution des matières particulaires : en milieu de crue, les concentrations en matières particulaires sont sensiblement stables. Ensuite, l'arrêt progressif des processus actifs d'érosion se traduit par une diminution des concentrations en matières particulaires dès octobre, c'est-à-dire avant l'amorce de la décrue.

	Qm m ³ .s ⁻¹	C(TS) mg.l ⁻¹	F(TS) tonnes	C(TD) mg.l ⁻¹	F(TD) tonnes	MOD mg.l ⁻¹	%MOD %
Avril	443	4	4 407	42	49 726	0	0
Mai	823	12	27 071	40	87 012	0	0
Juin	1 642	23	107 348	46	197 586	0	0
Juillet	2 334	35	221 761	45	282 425	3	6
Août	3 612	42	413 862	49	474 943	9	18
Septembre	5 493	43	607 171	47	666 233	8	18
Octobre	6 621	37	664 807	41	742 252	6	14
Novembre	5 558	30	421 093	45	656 269	7	15
Décembre	2 992	21	170 092	39	312 003	3	7
Janvier	1 440	12	46 840	44	169 010	3	7
Février	701	4	7 702	45	77 334	3	6
Mars	438	3	3 147	42	49 061	0	0
Année	2 675	32	2 696 000	44	3 764 000	5	11

Tableau 1

Moyennes mensuelles interannuelles des concentrations et tonnages de matières particulaires et dissoutes transportés par l'Oubangui à Bangui (Qm : débit moyen mensuel du fleuve ; C(TS) et F(TS) : respectivement concentration et flux mensuels du transport particulaire ; C(TD) et F(TD) : respectivement concentration et flux mensuels du transport dissous total ; MOD et %MOD : respectivement concentration mensuelle en mg.l⁻¹ et pourcentage par rapport au transport dissous total des matières organiques dissoutes).

D'après ORANGE (1992), un diagramme représentant la somme des tonnages de matières particulaires exportés en fonction de la somme du volume d'eau écoulée depuis le début de la crue permet de mettre en évidence ces trois phases à dynamique d'érosion différente se succédant au cours de l'année hydrologique (fig.6). Dans ce système de représentation, la pente de la courbe est homologue d'une concentration en matières particulaires. Ainsi la courbe matérialise la dynamique d'acquisition de la charge particulaire des eaux du fleuve au cours du cycle hydrologique : la pente représente donc une concentration moyenne en matières particulaires, et non instantanée. En début de crue, la courbe a un rayon de courbure négatif : c'est la phase dite d'*érosion précoce*. Durant cette période, la pente de la courbe augmente, c'est-à-dire que la concentration en matières particulaires moyenne augmente jusqu'à un maximum qui semble être toujours le même quel que soit le cycle hydrologique considéré (fig.6).

A ce point, le rayon de courbure change de signe, la pente de la courbe diminue : c'est la phase dite d'*érosion et transport*.

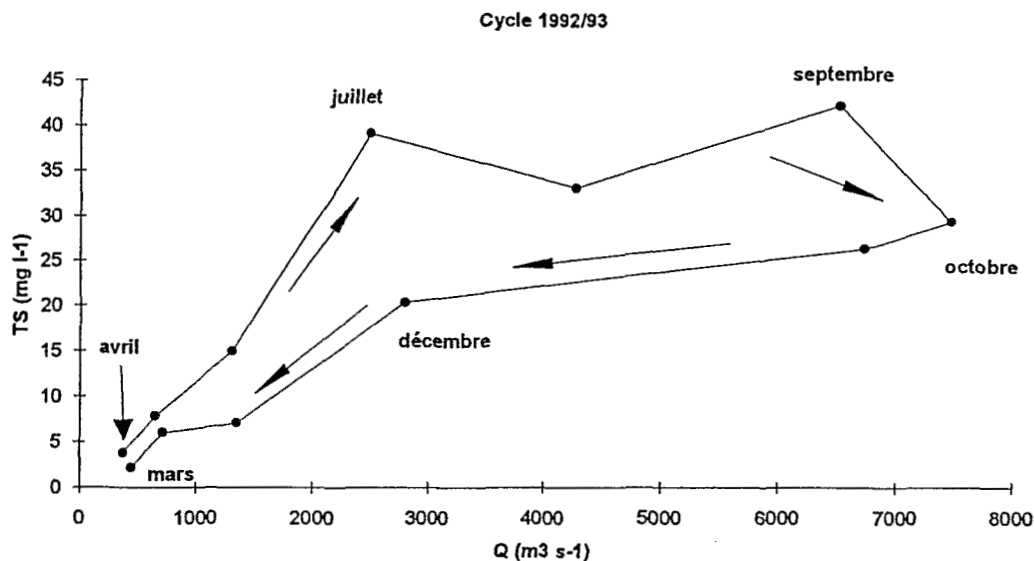


Figure 5
Evolution des concentrations mensuelles en matières particulaires (TS) en fonction des débits du fleuve (Q)

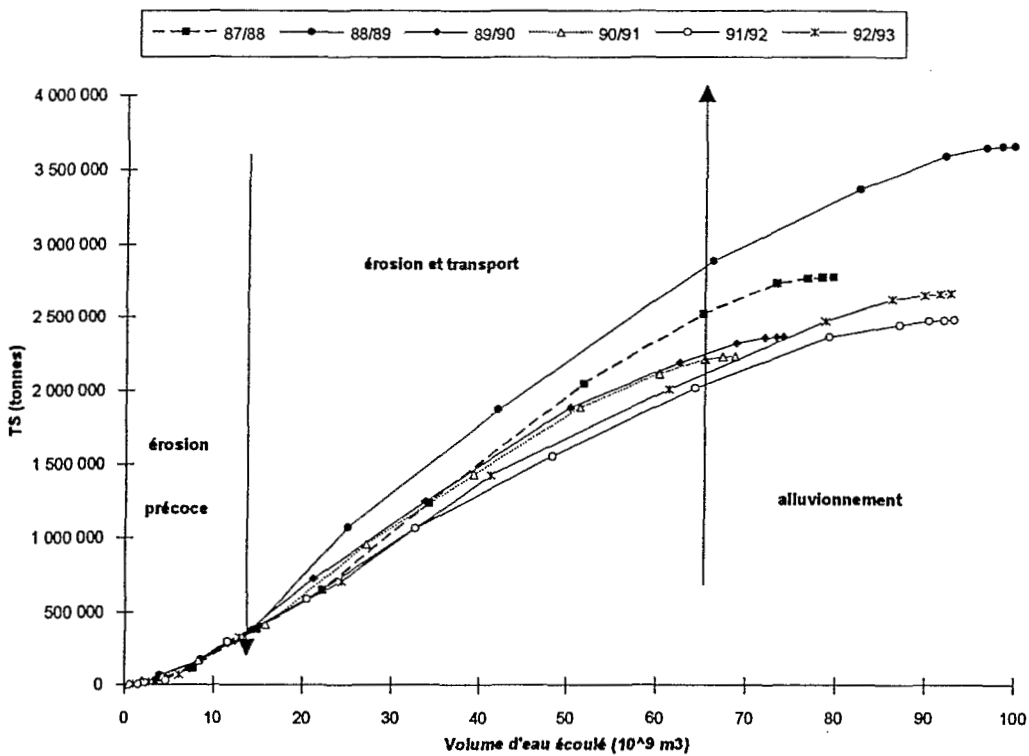


Figure 6
Evolution de la somme des tonnages de matières particulaires (TS) transportées par le fleuve en fonction de la somme des volumes d'eau écoulés au cours de chaque cycle hydrologique depuis 1987

Ce changement de dynamique d'acquisition de la charge particulaire des eaux du fleuve correspond probablement à la fin de la mise en place du couvert végétal, qui joue alors pleinement son rôle de protection des sols. Ensuite, lors de la phase d'*érosion et transport*, l'importance des volumes d'eau écoulée se traduit par une diminution de la concentration en matières particulaires moyenne, jusqu'à ce que celle-ci atteigne un palier vers le mois de décembre. Il s'agit alors de la phase dite d'*alluvionnement* : le fleuve a perdu sa capacité au transport.

De la comparaison des six courbes d'évolution (fig.6), il apparaît que sur l'Oubangui l'identité de la crue est obtenue lors de la phase d'*érosion et transport*, au contraire des fleuves tropicaux secs du type Sénégal dont les crues acquièrent leur identité au cours de la première phase d'*érosion précoce* (ORANGE, 1992). Ceci signifie que dans ce domaine tropical humide, le facteur primordial d'acquisition de la charge particulaire des eaux du fleuve n'est pas l'état du couvert végétal mais le volume d'eau écoulée mis en jeu.

4.2 - Les matières dissoutes

La concentration obtenue à partir de la méthode du résidu sec permet de quantifier la part totale de matières dissoutes (MD) comprises dans l'échantillon d'eau considéré. Il s'agit donc ici de la matière dissoute minérale (TDS) et organique (MOD).

Au cours d'un cycle hydrologique, la concentration journalière de la charge dissoute totale des eaux de l'Oubangui fluctue entre 35 mg.l⁻¹ et 60 mg.l⁻¹. Les variations mensuelles au cours de la crue semblent aléatoires (tableau 1). Il n'y a pas de relation apparente entre la charge dissoute totale des eaux et le débit du fleuve. Par contre, la conductivité des eaux est directement inversement proportionnelle au débit. Elle est toujours maximale, autour de 60 μ S, en avril juste avant la reprise des écoulements, et atteint sa valeur minimale, de l'ordre de 25 μ S, en octobre au moment de la pointe de crue. La conductivité d'une eau donnant directement une image de la concentration en matière minérale dissoute, on peut dire que la matière minérale dissoute des eaux de l'Oubangui est diluée au cours de la montée des eaux et inversement au cours de la descente. Ce schéma classique d'évolution des concentrations dissoutes minérales (MEYBECK, 1984 ; PROBST et al., 1992) est masqué au niveau de la charge dissoute totale du fait de la présence de matière dissoute organique.

En effet, on peut expliquer les fortes valeurs des concentrations dissoutes en hautes-eaux par le rinçage à cette époque des solutés organiques très concentrés en zone de forêt inondée (OLIVRY et al., 1988). Il est possible d'estimer cette MOD par différence entre la matière dissoute totale (MD), mesurée à partir de la méthode du résidu sec, et la matière dissoute minérale (TDS) obtenue à partir des analyses de chimie minérale. Pour tous les cycles étudiés, la matière dissoute organique est inexistante en saison sèche dans les eaux de l'Oubangui. Elle est présente dans les eaux de juillet à novembre, son maximum de concentration (entre 10 et 20 mg.l⁻¹) étant atteint en août-septembre (fig.7). Elle constitue de manière non uniforme au cours des mois de la saison des hautes-eaux, de 10 à 20% de la matière dissoute totale (tableau 1).

5. BILANS DES TRANSPORTS DE MATIERES EXPORTÉES PAR L'OUBANGUI

5.1 - Les variations interannuelles

De 1987 à 1992, les flux annuels de matières particulaires exportées ont varié de 2,2.106 t.an⁻¹ en 1990, l'année la plus sèche, à 3,7.106 t.an⁻¹ en 1988, l'année la plus humide (tableau 2). La concentration annuelle est faible et varie peu d'une année sur l'autre, de 27 à 37 mg.l⁻¹. Le cycle hydrologique où le module du fleuve est le plus élevé, 1988/89, montre la concentration en matières particulaires la plus forte. Par contre, le cycle hydrologique au module le plus faible ne montre pas la concentration la plus faible. Il ne semble donc pas y avoir de relation simple entre le module annuel du fleuve et sa concentration moyenne annuelle en matières particulaires. Etant donné la faible variation de la concentration annuelle, le facteur déterminant dans l'importance des tonnages de matières en suspension transportées par l'Oubangui se trouve être son module hydrologique annuel. Il en est de même pour les flux annuels de matières dissoutes (tableau 2). Le débit du fleuve est de loin le facteur déterminant dans l'importance des transports de matières dissoutes. De 1987 à 1992, ils ont varié de 2,9.106 t.an⁻¹ en 1990 à 4,8.106 t.an⁻¹ en 1992.

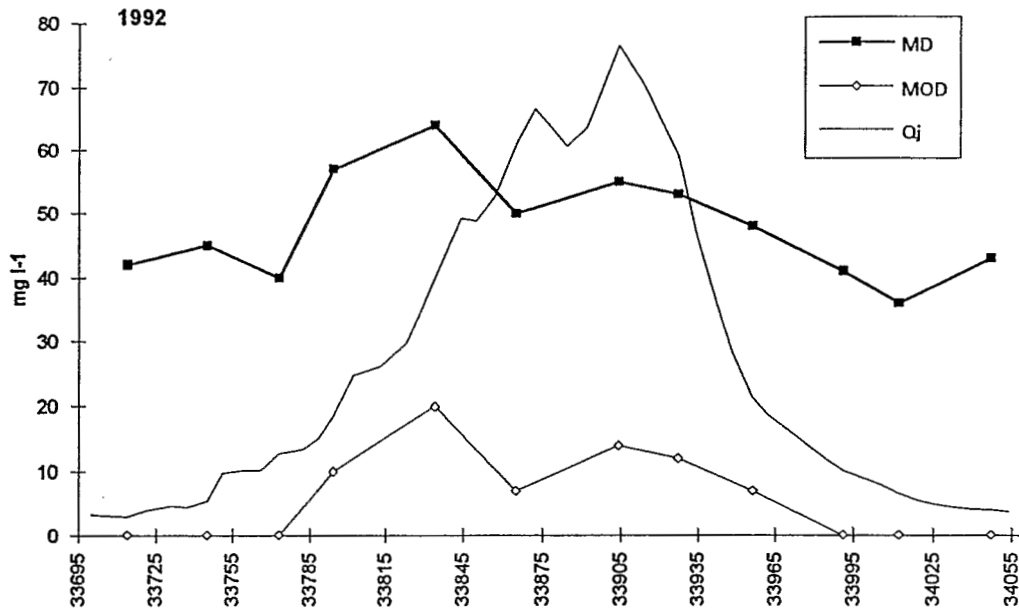


Figure 7

Evolution comparée au cours du cycle hydrologique 1992/93 de la concentration en matières dissoutes (MD) et de la matières dissoute organique (MOD) avec le débit du fleuve (Qj)

Cycles	Qa	C(TS)	F(TS)	C(MD)	F(TD)
avril-mars	m3/s	mg/l	tonnes	mg/l	tonnes
1972/73	3320	38	3 973 000		
1973/74	2750	25	2 200 000		
1974/75	3900	37	4 506 000		
1987/88	2515	35	2 775 000	49	3 921 000
1988/89	3151	37	3 660 000	44	4 387 000
1989/90	2340	32	2 367 000	40	2 953 000
1990/91	2170	33	2 234 000	42	2 899 000
1991/92	2941	27	2 478 000	38	3 557 000
1992/93	2932	29	2 660 000	52	4 867 000
1987-1992	2675	32	2 696 000	44	3 764 000

Tableau 2

Flux annuels de matières particulaires et dissoutes transportés par l'Oubangui à Bangui (Qa : débit moyen annuel du fleuve ; C(TS) et F(TS) : respectivement concentration et flux du transport particulaire ; C(TD) et F(TD) : respectivement concentration et flux du transport dissous)

La concentration moyenne annuelle fluctue entre 38 mg.l-1 en 1991 et 52 mg.l-1 en 1992. Encore une fois, il n'y a pas de relation entre le module annuel du fleuve et sa concentration en matière dissoute. Les flux annuels de matières dissoutes exportées sont toujours supérieurs aux flux annuels de matières particulaires.

Le rapport des flux de matières dissoutes sur le tonnage total exporté est de l'ordre de 58%. Cette importance relative des transports dissous par rapport aux transports particuliers est due, en premier lieu, au vieux relief de pénéplaine de l'ensemble du bassin versant oubanguien (MEYBECK, 1984). De plus, ce caractère est accentué par la présence de matières dissoutes organiques, restant toutefois en faible proportion à l'échelle annuelle comparativement aux concentrations enregistrées dans les eaux du Congo (OLIVRY et al., 1989).

5.2 - Le bilan moyen des exportations annuelles de matières

Sur les six années étudiées, on obtient les valeurs moyennes suivantes. Pour un module moyen annuel du fleuve Oubangui de 2675 m³.s⁻¹ sur un bassin versant de 488 500 km², soit une lame d'eau écoulee de 1727 mm.an⁻¹, le tonnage de matières exportées, particulières et dissoutes, est de 6,5.106 t.an⁻¹. Les matières particulières ne représentent que 42% de ce flux, soit 2,7.106 t.an⁻¹ (fig.8). Ces chiffres représentent une concentration moyenne annuelle de matières particulières de 32 mg.l⁻¹ (ou un débit solide de 85 kg.s⁻¹) et une concentration moyenne annuelle de matières dissoutes de 44 mg.l⁻¹.

La matière particulaire se décompose en 10% de fraction sableuse et 90% de fraction fine en suspension. La matière dissoute se décompose en 11% de matière dissoute organique et 89% de matière dissoute minérale.

Pour tenter de voir l'impact des fluctuations hydroclimatiques sur l'exportation des matières particulières, les mesures effectuées de 1972 à 1975 par J. Callède ont été reprises. Le début des années 1970 marque le début de la crise climatique dans cette zone géographique. Les concentrations annuelles obtenues, de 25 à 38 mg.l⁻¹, sont du même ordre de grandeur que celles calculées sur la période récente (tableau 2). En terme de flux, les quantités de matières transportées sont équivalentes (fig.9).

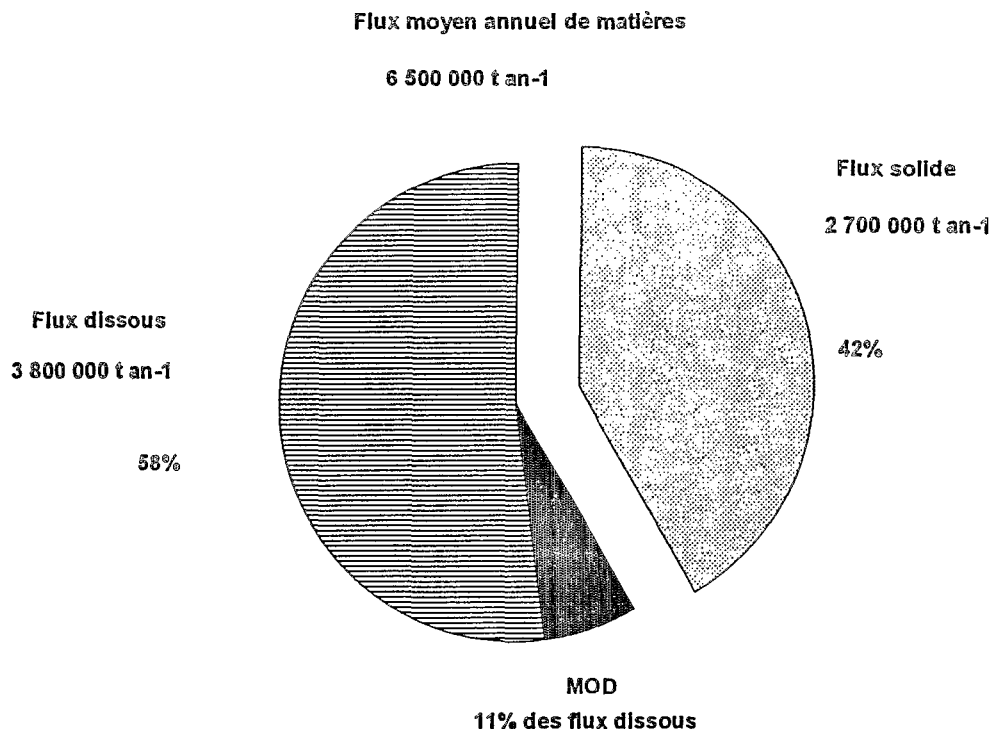


Figure 8

Répartition entre le transport particulaire (flux solide) et le transport dissous (flux dissous) du transport moyen annuel de matières exportées par l'Oubangui à Bangui

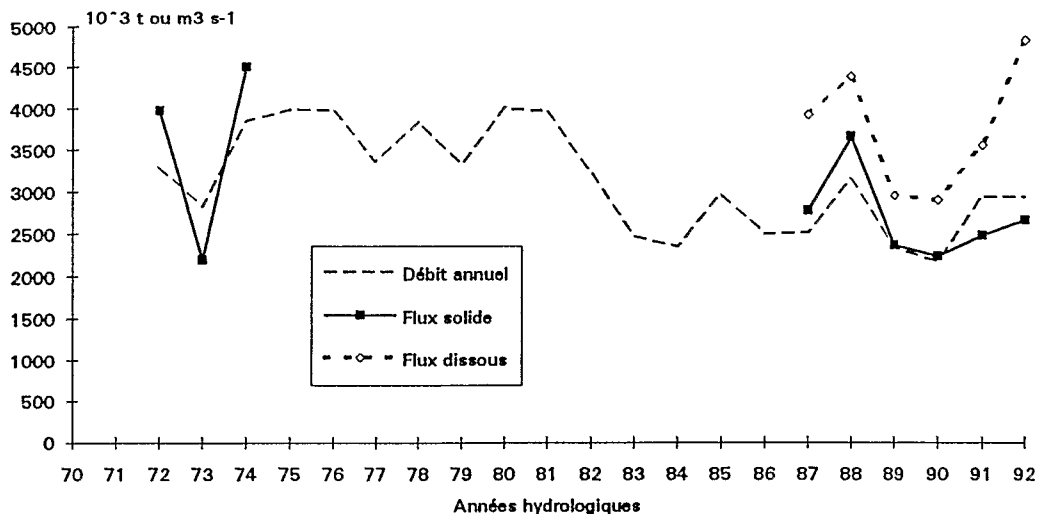


Figure 9

Evolution des flux annuels particuliers et dissous de matières transportés par l'Oubangui à Bangui depuis 1970

Il semblerait donc qu'il n'y ait pas eu de dégradation du milieu centrafricain malgré ces vingt dernières années de sécheresse. En tous les cas, s'il y a eu dégradation, cela ne se reflète pas dans l'intensité des transports de matières particulaires. La végétation semble toujours jouer son même rôle protecteur. En effet, malgré les feux de brousse particulièrement nombreux dans ce pays et la déforestation plus ou moins importante à proximité des zones habitées, la couverture végétale reste importante sur l'ensemble du bassin versant oubanguien.

CONCLUSION

Les variations de concentration en matières particulaires sont faibles aux échelles mensuelle et journalière, et suivent un schéma reproductible chaque année. Partant d'un arrêt total du transport particulaire en saison sèche, l'acquisition de la charge solide par les eaux du fleuve est relativement progressive au cours de la montée des eaux pour atteindre le maximum de concentration avant la pointe de crue. Cette acquisition progressive de la charge particulaire est une caractéristique du fonctionnement hydrodynamique de l'Oubangui, fleuve du domaine tropical humide, où la végétation, déjà présente lors des premières pluies efficaces, joue son rôle protecteur des sols dès le début des écoulements sur les versants. Aussi, le facteur primordial dans l'acquisition de la charge solide n'est donc pas l'état du couvert végétal mais le volume d'eau écoulée mis en jeu, à la différence des fleuves tropicaux secs.

Pour notre période d'étude, de 1987 à 1992, les concentrations annuelles de matières particulaires et dissoutes sont restées du même ordre de grandeur. Il n'est pas apparu de relation simple en fonction du module annuel du fleuve. La concentration annuelle moyenne en matières particulaires est de 32 mg.l⁻¹ contre 44 mg.l⁻¹ pour la concentration annuelle moyenne en matières dissoutes.

Le tonnage moyen de matières exportées par l'Oubangui est de 6,5.10⁶ t.an⁻¹, ce qui représente un transport spécifique total de 13,3 t.km⁻².an⁻¹. Les matières particulaires ne représentent que 42 % de ce tonnage, ce qui donne une érosion mécanique spécifique de 5,5 t.km⁻².an⁻¹ seulement. Cette très faible valeur d'érosion mécanique peut être expliquée par la faiblesse des écoulements enregistrés depuis le début des années 1970, avec en complément une couverture végétale encore relativement dense sur l'ensemble d'un bassin versant à relief ancien fortement pénéplané. Ces chiffres placent l'Oubangui parmi les fleuves ayant les plus faibles taux d'exportations de matières.

Les flux dissous (7,8 t.km².an⁻¹) sont toujours supérieurs aux flux particuliers. Cette importance est due à l'efficacité du couvert végétal contre l'érosion mécanique et à la présence de la matière dissoute organique provenant des zones humides à fort pourcentage de matières organiques dans les sols et inondées en période de crue.

Finalement, l'Oubangui semble avoir un comportement hydrodynamique intermédiaire entre celui enregistré sur le Congo à Brazzaville et celui d'un fleuve de zone tropicale sèche. Dans une étape ultérieure, le développement de mesures sur des ensembles homogènes en amont permettra une compréhension plus fine de ce comportement.

Enfin, depuis le début de la crise climatique en 1970, les quantités de matières exportées par l'Oubangui sont du même ordre de grandeur. Il ne semble donc pas y avoir eu, en terme de susceptibilité à l'érosion, de dégradation du milieu centrafricain malgré ces vingt dernières années de sécheresse. Ceci confirme que le facteur principal influençant les tonnages de matières exportées est le débit du fleuve et non la qualité du couvert végétal. Il faudrait une reprise des écoulements pour pouvoir mieux cerner l'impact des fluctuations hydroclimatiques sur le comportement hydrodynamique du bassin versant oubanguien.

REFERENCES

- CENSIER C. (1991) - Dynamique sédimentaire d'un système fluvial diamantifère mésozoïque : la formation de Carnot (Rép. Centrafricaine). *Doc. du BRGM*, 205, 568 p.
- GAC J.Y., KANE A. (1986) - Le fleuve Sénégal : I. Bilan hydrologique et flux continentaux de matières particulières à l'embouchure. *Sc. Géol., Bull.*, Strasbourg, 39, p.99-130.
- KATTAN Z., GAC J.Y., PROBST J.L. (1987) - Suspended sediment load and mechanical erosion in the Senegal basin, estimation of the surface runoff concentration and relative contributions of channel and slope erosion. *J. Hydrology*, 92, p.59-76.
- MARTINS O., PROBST J.L. (1991) - Biogeochemistry of major african rivers. Carbon and mineral transport. In "*Biogeochemistry of major world rivers*", E.T. Degens, S. Kempe & J.E. Richey (Eds), SCOPE, 42, p.129-157.
- MESTRAUD J.L. (1982) - Géologie des ressources minérales de la République Centrafricaine, état des connaissances à fin 1963 (avec la collaboration de B. Bessoles). *Mémoires du BRGM*, 60, 186p.
- MEYBECK M. (1984) - Les fleuves et le cycle géochimique des éléments. *Thèse Sci.*, Géologie, Univ. Paris VI, n°84-85, 558 p.
- OLIVRY J.C., BRICQUET J.P., THIEBAUX J.P., SIGHA N. (1988) - Transport de matière sur les grands fleuves des régions intertropicales : les premiers résultats des mesures de flux particuliers sur le bassin du fleuve Congo. *Sediment Budgets*, IAHS Publ., 174, p.509-521.
- OLIVRY J.C., BRICQUET J.P., THIEBAUX J.P. (1989) - Bilan annuel et variations saisonnières des flux particuliers du Congo à Brazzaville et de l'Oubangui à Bangui. *La Houille Blanche*, 3/4, p.311-315.
- ORANGE D. (1992) - Hydroclimatologie du Fouta Djallon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'Ouest). *Sci. Géologiques, Mémoires*, Strasbourg, 93, 206 p.
- POIDEVIN J.L. (1985) - Le Protérozoïque supérieur de la République Centrafricaine, stratigraphie et structures. *Ann. Sci. Géol.*, Musée Royal Afr. Centr., Tervuren (Belgique), 91, 75 p.
- PROBST J.L. (1992) - Géochimie et hydrologie de l'érosion continentale, mécanismes, bilan global actuel et fluctuations au cours des 500 derniers millions d'années. *Sci. Géologiques, Mémoires*, Strasbourg, 94, 190 p.
- PROBST J.L., NKOUNKOU R.R., KREMPP G., BRICQUET J.P., THIEBAUX J.P., OLIVRY J.C. (1992) - Dissolved major elements exported by the Congo and the Ubangi rivers during the period 1987-1989. *J. Hydrology*, 135, p.237-257.