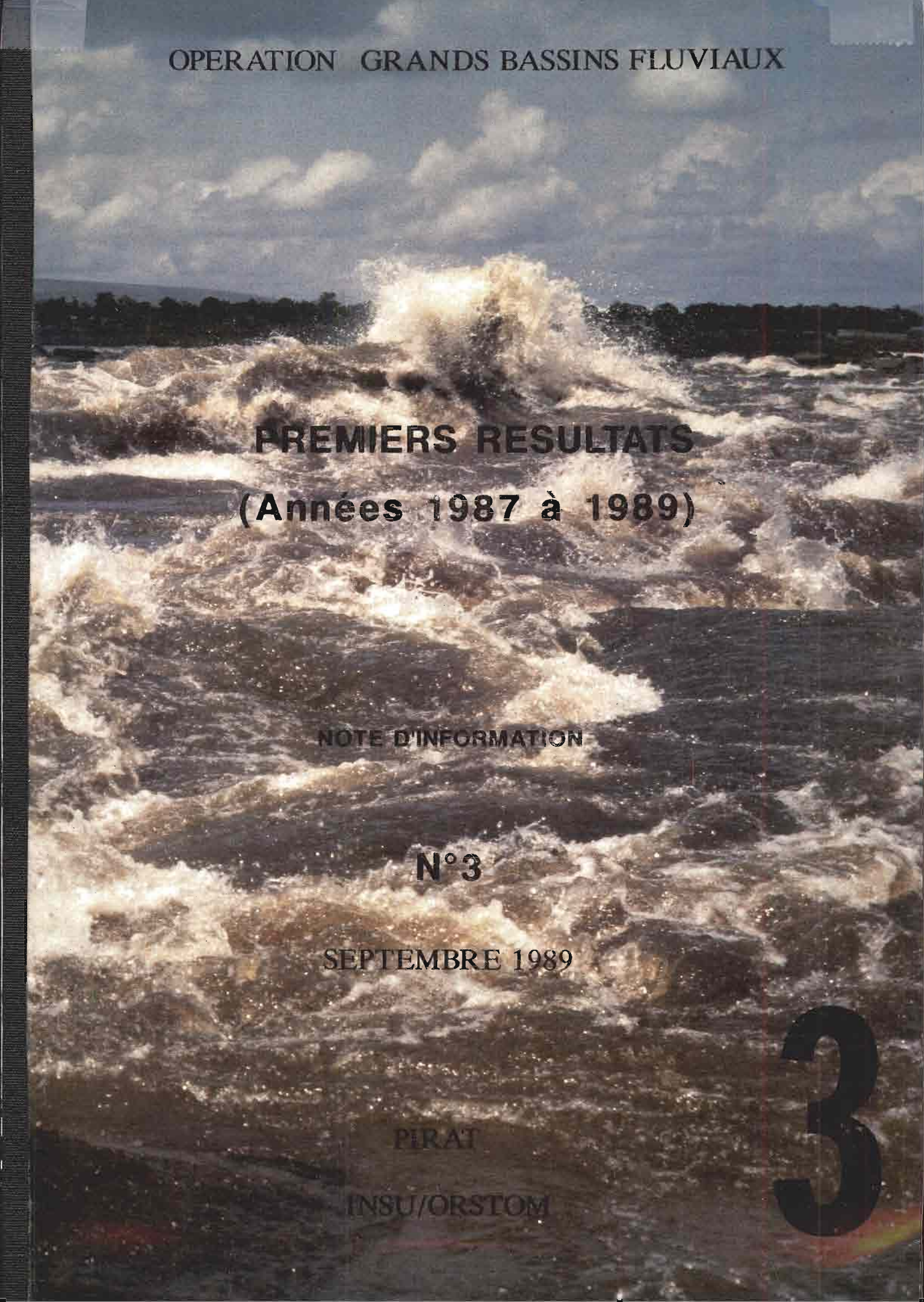




OPERATION GRANDS BASSINS FLUVIAUX

PREMIERS RESULTATS
(Années 1987 à 1989)

NOTE D'INFORMATION

N°3

SEPTEMBRE 1989

PIRAT

INSU/ORSTOM

3

OPERATIONS GRANDS BASSINS FLUVIAUX

PREMIERS RESULTATS
(Années 1987 à 1989)

NOTE D'INFORMATION

N°3

SEPTEMBRE 1989

PIRAT

INSU/ORSTOM

AVANT - PROPOS

Cette note d'information "N°3" ne constitue encore qu'un patchwork de différentes contributions et de résultats bruts. Essentiellement axée sur la présentation de résultats scientifiques, cette note à diffusion interne n'a d'autre but que d'informer les différents partenaires de l'Opération Grands Bassins Fluviaux et du programme PIRAT de l'avancement des mesures sur le bassin du fleuve Congo.

Une bonne partie des résultats produits est en cours d'exploitation au niveau de la préparation d'articles scientifiques.

Nous avons distingué quatre parties dans cette note se rattachant aux différents thèmes étudiés.

Dans la première partie, l'essentiel des résultats concerne l'hydrologie et la mesure des variations et bilans des flux particuliers et dissous (résidus secs) ; il s'agit des travaux des équipes ORSTOM de Bangui, Brazzaville et Montpellier.

Après le rappel des premières interprétations faites sur les résultats 1987, nous avons présenté les tableaux bruts de nos mesures sur 1988 et début 1989. Quelques figures illustrent ces données et quelques réflexions méthodologiques sont tirées de l'analyse de ces résultats. Enfin, les premiers travaux effectués sur la Ngoko (Cameroun) sont indiqués.

Dans la deuxième partie, consacrée aux suspensions, à leur contenu minéral et à leur granulométrie, les sédimentologues proposent deux articles élaborés par les équipes de Bordeaux et de Perpignan et quelques réflexions faites à partir des mesures effectuées à l'ORSTOM Bondy. On relèvera qu'une partie de l'article proposé par Perpignan se rapporte à la mission Oubangui-Congo de novembre 1988 (note n°2). Signalons enfin pour ce chapitre que L. DOYLE de l'Université de Floride du Sud est désormais associé à ce volet analytique.

Dans la troisième partie, consacrée aux analyses sur la fraction minérale, on a confronté les résultats bruts d'analyses des laboratoires de Strasbourg, Bondy et des mesures effectuées à Brazzaville. Une analyse critique reste à faire et, surtout, il convient de définir rapidement un minimum de déterminations analytiques sur le terrain avec des matériels adéquats. Un article tiré du DEA de GOMA Strasbourg est proposé en même temps que la présentation des travaux de N. MOUKOLO à la DGRST/ORSTOM à Brazzaville.

La quatrième partie est la moins riche. Elle traduit encore les problèmes que nous avons rencontrés dans la mise au point des protocoles de prélèvement de traitement et d'analyse de la Matière Organique. Nous avons donné quelques tableaux reprenant les résultats d'analyses anciennes obtenus à Nancy et à Perpignan sur la matière organique des suspensions, et les résultats sur le COD de quelques échantillons analysés par l'ORSTOM à Bondy. Un article de l'Université de Perpignan est proposé et les responsables du volet "Matières organiques (LPCM Paris) proposent un nouveau protocole qui devra être étudié par les différents opérateurs... A l'heure qu'il est, les congélateurs de Bondy, ou d'Outre-Mer "regorgent" encore de matériau !

Il manque malheureusement les résultats qui ont pu être acquis par l'équipe de l'I.P.G. (Labo de Géochimie et Cosmochimie), et par ORSAY (silice figurée et analyses isotopiques).

Cela pose le problème des publications communes d'autant plus difficiles à réaliser que les partenaires soient nombreux... et cela nous ramène à un des thèmes de notre réunion du printemps -dont on a rappelé en annexe le contenu- et à la réunion de l'automne qui devrait clarifier un certain nombre de points.

Cette note reste très imparfaite dans sa réalisation compte tenu d'une composition toujours retardée. Quoi qu'il en soit, je remercie ici mes collègues qui ont permis de lui donner un contenu intéressant et mes collaborateurs pour leur disponibilité dans son élaboration.

J.C. OLIVRY
Responsable de l'Opération Grands Bassins Fluviaux

1ere PARTIE

HYDROLOGIE ET MESURE DES FLUX PARTICULAIRES ET DISSOUS

METHODOLOGIE ET RESULTATS

Bilan annuel et variations saisonnières des flux particuliers du Congo à Brazzaville et de l'Oubangui à Bangui

J. C. Olivry, J. P. Bricquet, J. P. Thiébaux

ORSTOM — Montpellier

Introduction

Depuis 1986, l'ORSTOM et l'INSU ont entrepris le développement de la mesure systématique des exportations de matières particulières et dissoutes sur le bassin du fleuve Congo (ou Zaïre) dans le cadre de l'Opération « Grands bassins fluviaux » d'un grand programme périallantique (PIRAT) associant, côté américain, des équipes brésiliennes et boliviennes pour le bassin de l'Amazone.

L'objectif est d'expliquer et quantifier les phénomènes actuels et en particulier, le fonctionnement des grands systèmes forestiers intertropicaux afin de mieux comprendre le « passé » et la sédimentation dans l'Océan Atlantique. Il consiste dans un suivi des fluctuations hydroclimatiques et des flux particuliers et dissous.

L'originalité du programme tient d'une part dans le protocole de mesure — et les équipements mis en œuvre — permettant une approche plus rigoureuse des concentrations de matières en suspension par rapport aux prélèvements antérieurs, d'autre part, dans un suivi de la variabilité saisonnière et interannuelle suffisamment long pour corrélérer le régime des transports solides aux régimes hydrologiques.

Les premiers résultats présentés ici portent sur les flux particuliers mesurés sur le Congo à Brazzaville et son affluent principal dans l'hémisphère nord, l'Oubangui à Bangui.

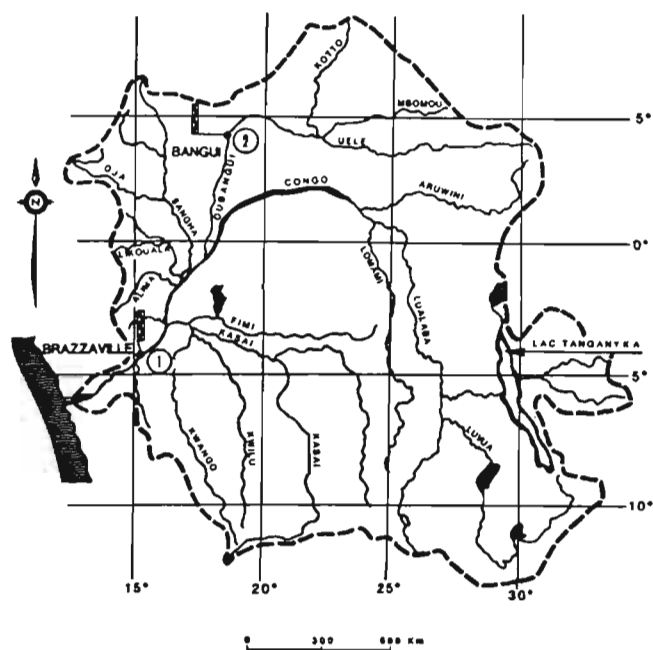
Généralités sur le bassin du Congo et son hydrologie

Avec une superficie de $3,7 \cdot 10^6 \text{ km}^2$, le bassin du Congo est le second bassin mondial après celui de l'Amazone : le fleuve occupe également le 2^e rang après l'Amazone pour l'importance de ses apports à l'Océan, le Congo-Zaïre-Lubwaba a une longueur de 4 700 km. Il draine une des plus grandes forêts intertropicales, située de part et d'autre de l'Equateur (fig. 1). La forêt dense et humide occupe environ 50 % du bassin tandis que les bordures Nord et la partie Sud laissent la place à des forêts plus claires, savanes boisées et forêts galeries. Le substratum est en majeure partie constitué par le socle précambrien avec cependant vers l'Est une part non négligeable de massifs volcaniques et vers l'Ouest les séries gréseuses du Kasaï et des plateaux Batékés (Mésozoïque). La station hydrologique la mieux connue est celle de Brazzaville-Kinshasa : elle contrôle un bassin de $3,5 \cdot 10^6 \text{ km}^2$.

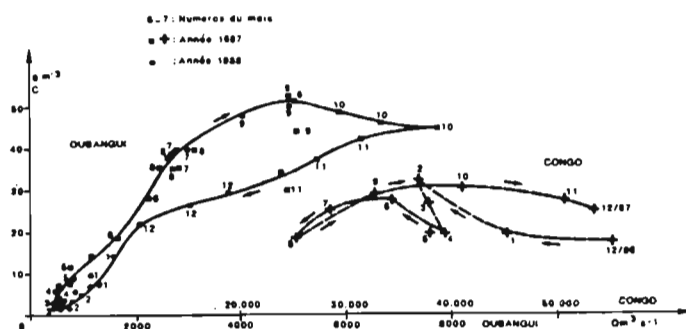
Calculé sur 84 ans, le module interannuel est de $40\,900 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (1903-1986), soit un débit spécifique de $11,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ et un volume exporté en année moyenne de 1 290 milliards de m^3 . La lame écoulée est de 370 mm ; la lame précipitée moyenne sur le bassin est estimée à 1 600 mm ce qui donne un déficit d'écoulement de 1 230 mm et un coefficient d'écoulement de 23 %. Les variations interannuelles sont faibles ; le rapport entre les modules extrêmes ($56\,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en 1961-1962 et $33\,500 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en 1913-1914) n'est que de 1,67.

The suspended load of the Congo and Ubangui Rivers

The Congo is the second world major River after the Amazon (mean discharge : $41\,000 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, area $3,7 \cdot 10^6 \text{ km}^2$). A large scientific program in the Congo basin follows the fluctuations of the suspended and dissolved matter fluxes and would characterize the mechanical and biogeochemical erosion with hydroclimatological regimes in the equatorial ecosystems. Measurements are made on the Congo at Brazzaville and Ubangui at Bangui (major northern tributary). The estimate of the suspended load is based on a large and representative sampling. The first measurements (1987) give a sediment discharge to $31 \cdot 10^6 \text{ tons year}^{-1}$ for Congo, $2,9 \cdot 10^6 \text{ tons year}^{-1}$ for Ubangui (respectively 30 and 43 % of matter discharge). Mechanical erosion rate is respectively 8,9 and 6 $\text{tons km}^{-2} \text{ year}^{-1}$. Concentrations are included between 15 and 30 mg l^{-1} for Congo, 3 and 55 mg l^{-1} for Ubangui. These values are lower than precedent published results of Congo and very small compared with Amazon (11 % for erosion rate, 5 % for sediment discharge).



1. Bassin versant du fleuve Congo.



2. Concentration des matières en suspension en fonction des débits sur le Congo et l'Oubangui (année 1987-1988).

Au niveau des variations saisonnières on observe également une grande régularité puisque le rapport débit maximum mensuel/débit minimum mensuel est seulement de 1,74 (57 200 m³/s en décembre, 32 800 m³/s en août). Les valeurs extrêmes relevées sont de 22 000 m³/s le 20 juillet 1905 et de 76 500 m³/s le 27 décembre 1961.

Cette régularité annuelle et interannuelle du Congo est essentiellement due à la situation du bassin de part et d'autre de l'Équateur. Les débits à Brazzaville sont le résultat du mélange des apports d'origine australe ou

boréale, proche ou lointaine, et montrent : une période de basses-eaux de juin à septembre correspondant aux basses-eaux du régime équatorial et à la décrue du régime tropical austral, précédant une période de très hautes-eaux d'octobre à janvier correspondant aux apports de la partie septentrionale du bassin (Bassin de l'Oubangui), puis une seconde période de basses-eaux en février-mars due aux basses-eaux de l'hémisphère nord, moins accusée que celle d'août du fait de l'arrivée des hautes-eaux du Kasai, suivie d'une seconde période maximum en avril-mai, moins importante que celle de décembre, due aux hautes-eaux de la partie méridionale du bassin (Kasai et Haut-Zaire).

Le régime de l'Oubangui à Bangui (A : 480 000 km²) est tropical, avec une saison de hautes-eaux de juin à décembre et des basses-eaux de janvier à mai. L'année hydrologique est calculée d'avril à mars. La figure 4 donne un exemple d'hydrogramme annuel. La variabilité est beaucoup plus grande que sur le Congo tant sur le plan interannuel (rapport des modules extrêmes de 2,8) que sur le plan saisonnier (rapport des débits moyens mensuels maximum et minimum de 10). Les débits extrêmes observés sont de 315 et 16 300 m³ s⁻¹. Le module interannuel (53 ans) est de 4 080 m³ s⁻¹ soit 8,5 l s⁻¹ km⁻², avec une lame d'eau équivalente de 270 mm pour une lame d'eau précipitée de 1 490 mm, soit un déficit d'écoulement de 1 220 mm et un écoulement de 18 %.

Méthodologie utilisée dans la mesure des matières en suspension

La plupart des résultats proposés pour le Congo ne correspondent pas à des mesures précises des suspensions. Les concentrations ont été le plus souvent déterminées à partir de simples prélèvements de surface. Elles sont souvent extrapolées dans le temps sans qu'une fréquence des prélèvements n'ait été précisée au niveau de la saison ou de l'année. Ceci explique une assez forte dispersion des résultats déjà publiés.

La méthode la plus rigoureuse pour obtenir une estimation du débit de la charge solide consiste à évaluer par prélèvement la concentration C des matières en suspension et la vitesse du courant V en n points de x verticales sur la section transversale du cours d'eau. Par double intégration du produit CV (sur les verticales et sur la largeur de la section) on obtient le débit solide. L'inconvénient de la méthode des jaugeages complets de débits solides tient dans la longueur des opérations de terrain puis le laboratoire surtout sur une section comme celle du Congo qui fait 3 km de largeur et a jusqu'à 25 m de profondeur. Les mesures effectuées par MOLINIER (1979) ont montré une stratification certaine des suspensions sur chaque verticale, les concentrations étant les plus fortes près du fond, mais peu de variation sur la largeur en dehors de la proximité immédiate des rives. Sur la base de ces mesures et après exploration du champ de vitesses et de concentrations, le protocole retenu a consisté à définir une verticale unique

dans la section, celle-ci étant réputée représentative de ce qui se passe entre la surface et le fond sur l'ensemble de la section. Cela signifie que la concentration moyenne mesurée sur la verticale constitue une bonne approximation de la concentration moyenne vraie de la section. La charge solide est obtenue en effectuant le produit $D_s = C_m \cdot Q$, Q étant connu par la relation hauteur-débit de la station. Le dispositif permet de multiplier les mesures sans charge excessive de travail et en limitant les difficultés inhérentes à des mesures sur des fleuves frontaliers.

Sur les verticales retenues (à 400 m de la rive droite du Congo dans le couloir de Maluku à l'amont de Brazzaville et au milieu de la section de St Paul à l'amont de Bangui) on effectue des prélèvements en 5 points pour lesquels on aura mesuré la vitesse du courant (OLIVRY, 1986). La concentration moyenne des suspensions est obtenue par la moyenne arithmétique de chaque résultat ponctuel, pondéré par le rapport k vitesse ponctuelle/vitesse moyenne. Plutôt que d'interpoler entre deux valeurs mensuelles nous avons donc prévu des prélèvements hebdomadaires puis journaliers effectués en surface sur des sections retenues pour leurs facilités d'accès, les concentrations ponctuelles obtenues devant être valorisées au niveau des mesures mensuelles par corrélation (NOUVELOT, 1972 et OLIVRY, 1977).

Les nécessités du programme ont impliqué de développer un appareil répondant à nos besoins : grande capacité de prélèvement (20 à 25 l), bonne navigabilité dans le courant, poids de l'ensemble assez important pour « descendre » la verticale dans une vitesse de courant assez élevée (de 1,5 à 2 m/s).

Basé sur le principe de fermeture des bouteilles océanographiques, ce préleveur a été réalisé par BRICQUET (1987) et KONG ;

PREMIERS RÉSULTATS (1987-1988)

Les concentrations de la charge solide en suspension sur le Congo et l'Oubangui

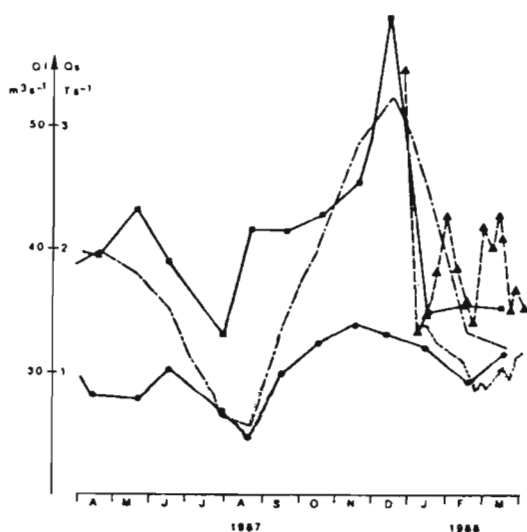
L'amplitude des concentrations n'a pas dépassé 15 mg l^{-1} sur le Congo à Brazzaville ; sur l'Oubangui, par contre, cette amplitude a atteint 50 mg l^{-1} , les concentrations minimales des suspensions n'étant alors que de 3 mg l^{-1} alors qu'elles sont toujours plus fortes sur le Congo (minimum supérieur à 15 mg l^{-1}).

Ces différences illustrent d'abord celles du régime hydrologique des deux cours d'eau ; les débits de l'Oubangui ont varié en 1987 de 1 à 25 entre basses et hautes-eaux ; sur le Congo, le rapport des débits extrêmes est à peine supérieur à 2 en 1987. Alors que sur l'Oubangui la saison de basses-eaux, sans précipitations, correspond à un arrêt quasi-total de l'érosion météorique sur le bassin et donc des transports particuliers, le régime complexe du Congo ne

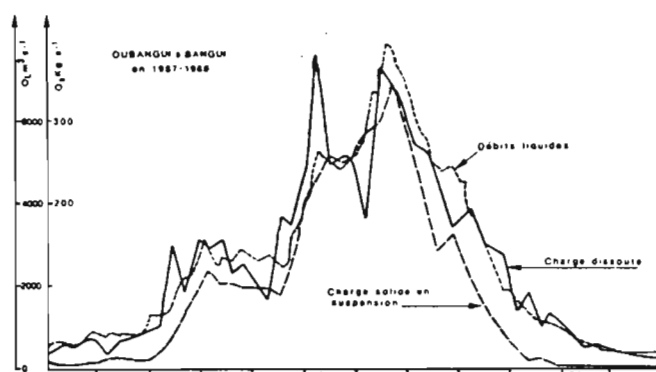
suppose jamais un arrêt général de la production de sédiments ; les flux transitant aux plus basses-eaux à Brazzaville sont encore le vecteur d'exportations de matières, produits d'une érosion sur une partie ou une autre du bassin.

Les variations saisonnières des concentrations sont reproduites pour l'année 1987-1988 (Oubangui et Congo) dans la figure 2. On retrouve dans l'Oubangui le schéma classique des régions tropicales (OLIVRY, 1977 ; NOUVELOT, 1972 ; GAC, 1976 ; CARRÉ, 1972) traduisant des capacités d'érosion du bassin qui augmentent pendant la montée des hautes-eaux pour atteindre un maximum des concentrations antérieur à celui de la crue annuelle. A partir d'un certain seuil d'écoulement, il y a dilution des matières en suspension. A la décrue, la baisse des concentrations indique l'arrêt progressif des processus actifs d'érosion pour la saison considérée.

En fin de décrue, après apparition des seuls débits de vidange des nappes du bassin (phase de tarissement de janvier à mars), les concentrations diminuent rapidement et la charge solide pourrait alors correspondre aux seuls sédiments du lit du cours d'eau et de ses berges. La linéarité de la relation débits-concentrations supposerait dans cette phase que la disponibilité du matériau décroît très vite avec la réduction de la section mouillée et de la compétence du cours d'eau. En début de saison des pluies, la reprise de l'écoulement avec une mobilisation de matière en bordure du réseau hydrographique et toujours celle du lit du cours d'eau explique le simple décalage de la relation débit-concentration jusqu'au seuil de $2\,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ où les processus d'érosion concernent alors la majeure partie du bassin. Ces éléments nouveaux devront être vérifiés sur plusieurs années dans la perspective d'une identification du poids respectif des différents processus contribuant à la mobilisation de la charge solide. Pour le Congo, le schéma est plus complexe dans la mesure où l'on n'observe pas sur l'année étudiée de véritable cycle. Les concentrations les plus fortes sont observées en septembre-octobre pendant la phase de montée de la crue principale de l'année. Elles diminuent en novembre-décembre avec l'apparition du maximum annuel. Mais en 1987, les concentrations augmentaient déjà en janvier pour atteindre un deuxième maximum en février correspondant à la précrue du maximum secondaire de mars-avril généralement attribué aux apports du Kasaï. Un maximum relatif apparaît en août aux plus basses eaux. Cette physionomie devra être précisée au cours des prochaines années ; elle semble d'ores et déjà exclure l'observation d'un cycle bien défini signalé par K. MOUZEO (1986). Au simple niveau des concentrations moyennes annuelles, celle du Congo aurait été de $25,4 \text{ g m}^{-3}$, dans la gamme des valeurs proposées par MOLINIER (1979) et GIBBS (1967), mais très différentes de celles citées par MEYBECK (1976), KINGA MOUZEO (1986) et inférieures de moitié à celles proposées par NEDECO (1959). Pour l'Oubangui, la concentration moyenne de $35,9 \text{ g m}^{-3}$ reste très faible au regard d'autres bassins situés aux mêmes latitudes comme par exemple la Sanaga, 58 g m^{-3} (OLIVRY, 1977).



3. Variation des débits liquides et solides (matières en suspension et matière dissoute) du Congo à Brazzaville en 1987-1988.



4. Hydrogramme 1987-1988 de l'Oubangui à Bangui et variation des débits solides des suspensions et de la matière dissoute.

Bilan et variations saisonnières des flux particuliers

Sur le Congo : Par souci d'homogénéité nous avons pris ici les données correspondant à une seule année hydrologique commune à l'Oubangui et au Congo (avril 1987 à mars 1988). Les variations des différents paramètres ont été reportées dans la figure 3. La charge solide globale présente deux maximums en mars et en novembre ($1\,200$ et $1\,400\text{ kg s}^{-1}$), les minimums survenant en mai puis en août avec pour ce dernier mois seulement 430 kg s^{-1} . Au sein de cette charge, la part des suspensions de diamètre supérieur à 50 microns identifiées comme des sables est assez peu variable. En dehors des faibles valeurs de juillet et août (90 et 51 kg s^{-1}) et de la forte valeur de mai (206 kg s^{-1}), les sables ont des débits presque constants de décembre à février (160 kg s^{-1}) et en mars, avril et juin (120 kg s^{-1}). Les sables totalisent pour l'année 1987, 4 millions de tonnes soit 13 % de l'ensemble du tonnage des matières en suspension.

Les faibles variations des exportations de sables fins (300 à $350\,000$ tonnes par mois) en dehors de la période des

hautes-eaux principales pourraient s'expliquer par des produits d'érosion provenant essentiellement des plateaux gréseux du pays Batéké et du bas Kasai.

Le bilan des exportations de matières en suspension est en 1987 de 31 millions de tonnes, pour un volume des apports liquides de $1\,220$ milliards de m^3 . La dégradation spécifique correspondante serait de $8,86\text{ T} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$.

On notera en fin d'année les quelques mesures effectuées à l'aval de Brazzaville légèrement décalées au niveau des MES par stockage ou reprise de sédiments dans le Pool : les fortes anomalies de la charge dissoute sont certainement à rapprocher de la pollution de 5 millions d'habitants massés sur les rives du Pool (Kinshasa et Brazzaville).

Sur l'Oubangui : Sur deux cycles annuels (1986-1987 et 1987-1988), les mesures de la charge solide en suspension effectuées sur l'Oubangui aboutissent à des résultats très voisins, tant au plan du bilan global que des variations saisonnières. Les débits solides minimums sont de l'ordre de 10 kg s^{-1} tandis que le maximum annuel atteint en octobre des valeurs voisines de 320 à 340 kg s^{-1} . La figure 4 retrace les variations obtenues en 1987-1988.

La part des sables fins dans les suspensions varie en moyenne de 5 à 10 %, des valeurs bien inférieures à 10 % étant observées en crue. Les suspensions sont globalement moins riches en sables que sur le Congo. En 1986-1987, l'exportation de matières en suspension a totalisé 2,9 millions de tonnes pour un volume écoulé de $83,9$ milliards de m^3 . En 1987-1988, les matières en suspension totalisent 2,97 millions de tonnes pour un écoulement de $82,6$ milliards de m^3 .

Les dégradations spécifiques sont de $6,04$ et de $6,19\text{ T} \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$ respectivement pour les deux années étudiées, lesquelles ont eu un comportement hydrologique comparable (modules de $2\,660$ et $2\,620\text{ m}^3 \text{s}^{-1}$). Ces valeurs sont encore plus faibles que pour le bassin du Congo à Brazzaville. Mais la contribution des sables des plateaux batekés déjà évoquée peut expliquer une dégradation globale plus forte sur le Congo alors qu'on pouvait s'attendre à une vulnérabilité à l'érosion plus grande du bassin de l'Oubangui dont la végétation dense est moins continue.

Matières en suspension, matières dissoutes et matières organiques

Les figures 3 et 4 illustrent aussi les variations saisonnières des exportations de matière dissoute comparées à celles des suspensions. La charge dissoute est pour le Congo, comme pour l'Oubangui, supérieure à la charge solide en suspension. Elle totalise, en 1987, 72 millions de tonnes pour le Congo et respectivement, pour l'Oubangui, 3,7 et 4,09 millions de tonnes sur les deux années observées.

Le rapport des suspensions sur la charge totale est de 30 % pour le Congo à Brazzaville, 43 % pour l'Oubangui à Bangui (moyenne des 2 années). Cette évolution, qui traduit, lorsque l'on passe du climat tropical au climat

équatorial, une part croissante de l'érosion chimique, est surtout due à l'importance de la matière organique dans la charge globale exportée. La production de matière organique est maximale au niveau de la grande forêt congolaise. Le pic observé dans la courbe des charges dissoutes au moment de la crue maximale du Congo correspond probablement au rinçage en hautes-eaux de la cuvette congolaise des solutés organiques très concentrés en forêt inondée.

La matière organique (contenant 50 % de carbone) représente 15 % de la charge annuelle en suspension (variation de concentration du carbone entre 1 et $2,5 \text{ mg l}^{-1}$ soit 5 à 9 % de COP dans les MES). La charge dissoute (59 mg l^{-1} de concentration moyenne en 1987) serait constituée pour 30 % à 40 % de matière organique (concentration en carbone dissous de 10 à 12 mg l^{-1} KINGA-MOUZEO, 1986).

Conclusions

Au stade des premiers résultats obtenus sur le Congo on relevera dans la mesure des suspensions une dégradation spécifique nettement plus faible que dans les résultats précédemment publiés : [en $\text{T km}^{-2} \text{ an}^{-1}$: 13,4 (DEVROEY, 1941) 20 (NEDECO, 1959), 17,5 (CORBEL, 1964), 9 (GIBBS, 1967), 19,4 (STRAKOV, 1967), 14,4 (LEEDEN, 1975), 13,2 (MEYBECK, 1976) 10 à 11,5 (MOLINIER, 1979)]. La valeur 1987 de $8,7 \text{ T km}^{-2} \text{ an}^{-1}$ correspond à une année d'hydraulicité légèrement inférieure à la moyenne (0,94) qui n'est certainement pas un facteur explicatif. Par contre les faibles valeurs de la dégradation spécifique sur l'Oubangui — 6 et $6,2 \text{ T km}^{-2} \text{ an}^{-1}$ — correspondent à des années hydrologiques (1986 et 1987) très déficitaires (hydraulicité de 0,65) et se rapprocheront probablement, dans des conditions moyennes d'écoulement, des valeurs mesurées en Afrique Centrale sur des bassins à faible anthropisation.

On notera encore que les charges solides exportées, comme les modules interannuels, varient entre le Congo et l'Oubangui dans le rapport de 1 de 10 alors que ce rapport ne varie que de 1 à 7 pour les superficies des bassins.

Une comparaison rapide entre le Congo et l'Amazonie montre l'énorme différence qu'il y a dans le régime des flux particuliers des deux fleuves. La dégradation spécifique est 9 fois plus forte sur l'Amazonie ; des précipitations plus abondantes donnent un module spécifique 2 fois supérieur à celui du Congo et les concentrations moyennes des suspensions y sont donc de 4 à 5 fois plus fortes. Enfin, avec un bassin de superficie de près du double de celui du Congo, les apports particuliers de l'Amazonie à l'Océan seraient en moyenne de l'ordre de 500 à 600 millions de tonnes soit 16 à 20 fois les apports du fleuve Congo. Celui-ci aurait un régime se rapprochant, côté Amazonie, du régime du Rio Nègre.

Il n'en reste pas moins que le Congo, important par ses apports hydriques (52 % des apports africains à l'Océan Atlantique, 38 % de l'ensemble du continent), l'est aussi

par ses exportations de matière (40 % de la charge dissoute, mais seulement 7 % de la charge en suspension pour tout le continent).

Les mesures entreprises doivent être poursuivies sur une dizaine d'années ; un modèle devrait permettre de reconstituer une chronique des flux particuliers à partir de la chronique des débits. Cela implique une compréhension fine du système par le développement des mesures sur des ensembles homogènes amont (côté Zaïre, en particulier) et par des analyses spécialisées susceptibles d'identifier l'origine des mélanges transitant à l'exutoire du bassin. Ces analyses non évoquées ici (minéralogie, chimie minérale et organique, isotopes, etc...) en associant de nombreux laboratoires et les expériences acquises en Amazonie permettront une valorisation optimale des mesures effectuées sur les grands bassins fluviaux équatoriaux.

References

- BRICQUET, J. P. (1987) : Mesure des matières en suspension : le Congo à Brazzaville. ORSTOM. Brazzaville.
- CARRÉ, P. (1972) : Quelques aspects du régime des apports fluviaux de matériaux solides en suspension vers le Tchad. *Cah. ORSTOM, Hydrol.*, vol. IX, n° 1, pp. 19-45.
- CORBEL, J. (1964) : L'érosion terrestre. Etude quantitative. *Ann. Géographie*, 73-398, pp. 385-412.
- DEVROEY, E. J. (1941) : Le bassin hydrographique congolais. *Inst. Roy. Belge. Sel. Sc. Techn. Mém. Coll.* 8°, III (3), pp. 3-160.
- GAC, J. Y. (1980) : Geochemistry of Tropical landscape on granitic rocks : the lake Chad basin. *Proc. of the III symposium on water rock Interaction*, Edmonton (Canada), 14-24 juillet 1980, I, pp. 8-10.
- GIBBS, R. (1967) : The geochemistry of the Amazon river system, Part I : The factors that control the salinity and the concentration of suspended solids. *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, 78, pp. 1203-1232.
- KINGA-MOUZEO (1986) : *Transport particulaire actuel du fleuve Congo et de quelques affluents*. Thèse Universitaire, Univ. de Perpignan, 251 p.
- LEEDEN, F. VAN DER (1975) : Water resources of the world. *Selected Statistics*. Water Information Center, New York, pp. 1-568.
- MEYBECK, M. (1976) : Total dissolved transport by major world rivers. *Hydrol. Bull. Sci.*, 21 (2) : 265-284.
- MOLINIER, M. (1979) : Note sur les débits et la qualité des eaux du Congo à Brazzaville. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol.*, vol. XVI, n° 1, pp. 55-66.
- NEDECO (1959) : *River studies, Niger and Benue*. North Holland Publ. C., Amsterdam 1-1000.
- NOUVELOT, J. F. (1972) : Le régime des transports solides dans divers cours d'eau du Cameroun de 1969 à 1971. *Cah. ORSTOM, Sér. Hydrol.*, IX, 1, pp. 47-74.
- OLIVRY, J. C. (1977) : Transports solides au Cameroun. In : *Erosion and solid matter transport in inland waters. Symp. de Paris, juillet 1977, IAHS, publ. n° 122*, pp. 134-141.
- STRAKHOV, N. M. N. (1967) : *Principles of Lithogenesis. Vol. I* : Consultants Bureau, New York.

OUBANGUI à BANGUI

Débits moyens journaliers (m³/s)
Année 1986-1987

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
01	588	620	1 150	1 820	3 180	4 590	5 430	6 370	3 360	1 580	780	499
02	628	628	1 130	1 820	3 150	4 540	5 520	6 340	3 350	1 570	764	513
03	628	620	1 090	1 840	3 160	4 450	5 600	6 480	3 420	1 550	748	506
04	628	628	1 140	1 840	3 220	4 380	5 630	6 580	3 450	1 530	748	485
05	652	644	1 140	1 850	3 320	4 380	5 710	6 580	3 480	1 500	732	471
06	676	700	1 150	1 850	3 350	4 240	5 770	6 500	3 510	1 460	716	471
07	700	748	1 150	1 860	3 430	4 310	5 610	6 470	3 560	1 420	708	457
08	740	756	1 150	1 900	3 510	4 310	5 580	6 430	3 540	1 380	692	450
09	708	820	1 150	1 920	3 590	4 310	5 660	6 350	3 480	1 340	684	450
10	684	844	1 150	2 020	3 670	4 320	5 840	6 310	3 400	1 300	668	445
11	676	900	1 160	2 050	3 750	4 480	6 080	6 100	3 450	1 270	652	435
12	660	932	1 130	2 080	3 740	4 720	6 350	5 920	3 200	1 230	644	425
13	676	972	1 270	2 160	3 650	4 810	6 610	5 800	3 100	1 210	628	415
14	684	980	1 280	2 240	3 630	4 860	6 840	5 680	2 950	1 190	612	410
15	684	1 150	1 320	2 270	3 660	4 900	6 980	5 500	2 830	1 150	596	410
16	684	1 160	1 360	2 330	3 700	5 020	7 050	5 350	2 490	1 130	580	410
17	676	1 140	1 390	2 410	3 650	4 930	7 240	5 190	2 510	1 120	568	405
18	668	1 110	1 370	2 610	3 610	4 960	7 370	5 010	2 410	1 080	556	405
19	652	1 070	1 400	2 870	3 690	4 860	7 490	4 800	2 300	1 040	550	405
20	652	1 050	1 430	3 070	3 720	4 770	7 580	4 680	2 230	1 020	550	400
21	644	1 030	1 440	3 140	3 830	4 660	7 610	4 480	2 140	980	538	400
22	652	998	1 480	3 140	3 860	4 650	7 490	4 340	2 070	966	526	410
23	652	872	1 530	3 100	3 890	4 650	7 300	4 200	2 010	940	513	425
24	692	908	1 550	3 040	3 970	4 640	7 100	4 060	1 940	916	506	415
25	708	900	1 580	3 140	4 160	4 770	6 930	3 930	1 960	892	520	405
26	636	900	1 600	3 110	4 240	4 860	6 820	3 760	1 820	868	506	400
27	644	924	1 600	3 120	4 300	4 870	6 690	3 650	1 690	844	499	425
28	660	989	1 670	3 140	4 380	4 980	6 630	3 510	1 680	828	485	457
29	652	1 050	1 710	3 180	4 390	5 050	6 580	3 420	1 670	820		478
30	612	1 080	1 770	3 220	4 450	5 280	6 480	3 390	1 620	804		485
31		1 160		3 230	4 540		6 420		1 590	796		492
	663	920	1 350	2 500	3 750	4 690	6 520	5 240	2 550	1 150	595	441

Module annuel = 2 530 m³/s

OUBANGUI à BANGUI

Débits moyens journaliers (m³/s)

Année 1987-1988

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
01	492	780	1 160	2 670	2 670	3 860	5 030	6 710	4 660	1 920	972	485
02	478	748	1 210	2 850	2 630	3 970	5 100	6 530	4 580	1 860	948	471
03	478	716	1 210	3 030	2 610	4 140	5 200	6 310	4 440	1 770	916	450
04	499	716	1 240	3 140	2 590	4 350	5 350	6 240	4 440	1 630	884	464
05	506	716	1 200	3 070	2 550	4 540	5 500	6 070	4 170	1 630	852	450
06	520	748	1 190	3 000	2 550	4 750	5 680	5 930	4 030	1 570	820	445
07	526	764	1 190	2 910	2 600	4 920	5 850	5 820	3 900	1 530	804	440
08	506	764	1 190	2 750	2 610	5 010	6 100	5 760	3 790	1 480	780	420
09	544	764	1 170	2 630	2 670	5 110	6 370	5 710	3 720	1 430	756	390
10	562	780	1 190	2 570	2 750	5 220	6 610	5 660	3 690	1 400	732	400
11	538	820	1 220	2 550	2 740	5 200	6 610	5 630	3 620	1 370	708	440
12	520	788	1 260	2 530	2 720	5 130	6 610	5 550	3 560	1 320	684	445
13	506	764	1 300	2 490	2 670	5 050	6 700	5 430	3 480	1 280	676	445
14	506	732	1 360	2 620	2 600	4 970	6 610	5 300	3 400	1 250	660	450
15	464	748	1 430	2 630	2 500	4 900	6 610	5 130	3 320	1 220	644	450
16	485	780	1 620	2 650	2 460	4 870	6 780	4 940	3 220	1 200	636	464
17	485	796	1 730	2 660	2 410	4 850	7 100	4 900	3 100	1 160	620	457
18	506	780	1 860	2 650	2 420	4 830	7 370	4 870	2 960	1 130	604	457
19	506	764	1 970	2 610	2 400	4 870	7 680	4 830	2 840	1 120	588	471
20	506	788	2 040	2 570	2 380	4 800	7 810	4 790	2 710	1 120	580	485
21	520	788	2 070	2 600	2 450	4 740	7 770	4 750	2 610	1 120	574	513
22	556	764	2 100	2 660	2 490	4 780	7 720	4 780	2 490	1 120	568	492
23	550	740	2 160	2 730	2 670	4 870	7 580	4 830	2 440	1 120	556	479
24	556	740	2 210	2 800	2 870	4 880	7 420	4 850	2 330	1 120	550	450
25	644	740	2 230	2 810	3 060	4 930	7 280	4 850	2 270	1 120	532	445
26	740	748	2 240	2 830	3 200	4 980	7 280	4 850	2 190	1 120	526	445
27	820	764	2 260	2 850	3 310	4 980	7 100	4 870	2 130	1 100	513	435
28	820	828	2 380	5 750	3 360	4 980	7 150	4 830	2 050	1 080	499	400
29	820	868	2 470	2 750	3 430	4 990	7 050	4 780	1 970	1 050	492	380
30	788	924	2 570	2 670	3 580	5 030	7 000	4 710	1 920	1 030		375
31		1 025		2 710	3 720		6 890		1 840	1 000		370
	565	780	1 680	2 730	2 760	4 820	6 670	5 340	3 160	1 300	680	444

Module 2 580 m³/s

Débits moyens journaliers (m³/s)

Année 1988-1989

Jours	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
01	364	478	1 650	2 000	3 090	5 740	7 740	7 900	5 250	2 510	1 050	520
02	364	450	1 610	1 970	3 110	5 760	7 770	7 810	5 200	2 480	1 030	506
03	375	450	1 610	1 940	3 270	5 740	7 880	7 720	5 170	2 400	1 000	492
04	380	450	1 650	1 910	3 340	5 790	8 010	7 590	5 070	2 350	970	485
05	390	450	1 710	1 870	3 420	5 840	8 220	7 420	4 980	2 300	950	478
06	375	457	1 830	1 840	3 430	5 820	8 510	7 240	4 840	2 260	924	471
07	375	471	1 920	1 820	3 510	6 010	8 720	7 070	4 690	2 220	900	457
08	370	485	1 920	1 790	3 580	6 180	8 910	6 960	4 460	2 180	876	450
09	364	506	1 890	1 790	3 630	6 420	9 090	6 870	4 410	2 150	868	440
10	359	532	1 910	1 790	3 760	6 480	9 270	6 780	4 280	2 090	844	450
11	359	562	1 900	1 790	3 890	6 560	9 480	6 680	4 140	2 040	820	450
12	347	604	1 860	1 820	3 970	6 640	9 730	6 640	4 000	1 960	796	464
13	336	644	1 810	1 890	3 970	6 780	9 930	6 640	3 820	1 900	788	471
14	331	684	1 750	1 930	3 990	6 750	10 060	6 660	3 750	1 840	780	471
15	331	740	1 710	1 950	3 950	6 810	10 060	6 660	3 560	1 770	756	471
16	331	852	1 670	1 930	4 000	6 900	9 940	6 610	3 470	1 710	732	492
17	331	940	1 610	1 970	4 100	6 980	9 850	6 500	3 350	1 660	716	492
18	336	1 120	1 570	2 030	4 170	6 930	9 680	6 370	3 220	1 610	700	492
19	364	1 210	1 570	2 110	4 240	6 900	9 580	6 230	3 110	1 560	668	478
20	390	1 260	1 660	2 250	4 310	6 900	9 540	6 100	3 010	1 500	660	457
21	430	1 360	1 750	2 420	4 310	7 070	9 430	6 000	2 950	1 450	628	450
22	492	1 540	1 820	2 550	4 340	7 120	9 320	5 900	2 850	1 400	612	445
23	556	1 730	1 820	2 590	4 370	7 210	9 200	5 820	2 750	1 360	596	440
24	588	1 860	1 830	2 610	4 470	7 240	9 070	5 740	2 730		580	445
25	636	1 900	1 860	2 650	4 510	7 240	8 940	5 660	2 710		568	450
26	628	1 860	1 840	2 650	4 620	7 240	8 760	5 500	2 680		550	450
27	604	1 820	1 820	2 660	4 800	7 400	8 560	5 460	2 600		544	457
28	568	1 770	1 820	2 710	4 960	7 490	8 460	5 430	2 600		526	492
29	538	1 730	1 870	2 750	5 220	7 680	8 280	5 340	2 590			499
30	506	1 700	1 910	2 860	5 410	7 790	8 130	5 310	2 560			499
31		1 650		2 970	5 660		7 990		2 540			478

Module annuel = 3 210 m³/s

Prélèvements hebdomadaires de l'Oubangui à Bangui
dans les années hydrologiques 1987-1988 et 1988-1989
(débits, suspensions et matières dissoutes)

(J.P. THIEBAUX)

N° Qs	Dates	Q en m ³ /s	MES Cr g/m ³	MD Cr g/m ³
14	03.04.87	475	5.6	40.0
15	09.04.87	544	3.6	51.0
16	17.04.87	485	2.7	50.0
17	23.04.87	550	7.0	59.0
18	30.04.87	788	3.1	43.0
19	07.05.87	764	8.2	19.0
20	14.05.87	732	11.7	42.0
21	21.05.87	788	8.4	36.0
22	29.05.87	868	6.6	51.0
23	09.06.87	1 170	13.7	43.0
24	16.06.87	1 620	18.6	90.0
25	23.06.87	2 170	28.2	42.0
26	01.07.87	2 670	34.9	58.0
27	07.07.87	2 910	39.3	50.0
28	15.07.87	2 630	38.7	58.7
29	21.07.87	2 600	38.2	43.0
30	28.07.87	2 750	34.8	45.0
31	04.08.87	2 570	37.3	40.0
32	11.08.87	2 730	34.3	29.0
33	19.08.87	2 400	35.4	76.0
34	25.08.87	3 070	39.3	55.0
35	02.09.87	4 000	47.7	60.0
36	08.09.87	5 040	43.6	75.0
37	16.09.87	4 870	52.2	50.0
38	23.09.87	4 870	50.0	52.0
39	29.09.87	4 990	50.7	50.0
40	07.10.87	5 850	48.4	30.0
41	14.10.87	6 610	45.7	54.0
42	22.10.87	7 720	44.5	44.0
43	04.11.87	6 240	42.0	43.2
44	13.11.87	5 430	36.6	48.0
45	19.11.87	4 830	29.5	44.5
46	30.11.87	4 710	34.1	36.0
47	09.12.87	3 720	29.2	51.0
48	18.12.87	2 960	26.1	50.0
49	28.12.87	2 050	21.2	67.0
50	06.01.88	1 570	14.7	43.0
51	13.01.88	1 280	7.4	71.0
52	20.01.88	1 120	7.6	43.0
53	21.01.88	1 120	9.5	60.0
54	27.01.88	1 100	6.7	62.0
55	03.02.88	916	4.9	53.0
56	10.02.88	732	2.0	59.0
57	17.02.88	620	3.3	57.0
58	24.02.88	550	1.4	47.0
59	02.03.88	470	2.3	49.0
60	11.03.88	440	2.3	38.0
61	16.03.88	464	2.4	50.0
62	26.03.88	445	2.4	53.0
63	30.03.88	395	3.6	

Prélèvements hebdomadaires de l'Oubangui à Bangui
dans les années hydrologiques 1987-1988 et 1988-1989
(débits, suspensions et matières dissoutes)

(J.P. THIEBAUX)

N°	Date	Débits en m ³ /s	MES Cr g/m ³	MD Cr g/m ³
64	06.04.88	375	1.6	37.6
65	12.04.88	345	1.6	
66	20.04.88	390	4.2	45.0
67	28.04.88	568	5.0	47.0
68	04.05.88	450	5.5	47.0
69	11.05.88	562	6.7	70.0
70	18.05.88	1 120	53.0	36.0
71	25.05.88	1 900	39.0	28.0
72	03.06.88	1 610	14.2	45.0
73	09.06.88	1 890	21.5	52.0
74	15.06.88	1 710	24.3	59.0
75	22.06.88	1 820	31.3	47.0
76	02.07.88	1 970	23.1	43.0
77	06.07.88	1 840	25.0	57.0
78	15.07.88	1 950	29.5	34.0
79	20.07.88	2 250	45.5	31.0
80	27.07.88	2 660	16.9	39.0
81	03.08.88	3 290	33.2	42.5
82	10.08.88	3 760	55.2	62.0
83	17.08.88	4 100	46.7	39.0
84	24.08.88	4 470	91.1	34.0
85	31.08.88	5 660	84.4	47.0
86	07.09.88	6 010	45.7	45.0
87	16.09.88	6 900	54.9	30.0
88	23.09.88	7 210	41.3	44.0
89	29.09.88	7 860	47.6	37.0
90	06.10.88			
91	13.10.88	9 930	49.2	37.0
92	25.10.88	8 940	34.6	59.0
93	02.11.88	7 810	16.8	44.0
94	23.11.88	5 820	55.0	47.4
95	02.12.88	5 200	28.2	38.0
96	07.12.88	4 690	25.5	40.0
97	14.12.88	3 750	24.9	40.0
98	21.12.88	2 950	17.6	34.9
99	28.12.88	2 600	22.5	25.0
100	04.01.89	2 350	16.7	37.0
101	11.01.89	2 040	13.3	37.0
102	18.01.89	1 610	12.4	50.0
103	25.01.89	1 280	8.7	52.0
104	02.02.89	1 030	4.8	48.0
105	09.02.89	868	1.4	90.0
106	15.02.89	756	4.4	50.5
107	21.02.89	628	3.4	42.0
108	01.03.89	520	2.8	38.0
109	15.03.89	471	1.7	36.0
110	22.03.89	445	2.2	29.0
111	30.03.89	499	2.7	36.0

TONNAGE MENSUEL EXPORTE DE MATIERES EN SUSPENSION ET DE MATIERES DISSOUTES

Ce tonnage mensuel est calculé en multipliant la concentration moyenne mensuelle par le débit moyen liquide.

La concentration moyenne mensuelle Cr est calculée en faisant la moyenne arithmétique des quatre valeurs hebdomadaires du mois et des valeurs adjacentes.

Exemple, pour le mois d'août 1987 en MD :

28/07/87 Cr = 45 mg/l
04/08/87 Cr = 40 mg/l
11/08/87 Cr = 29 mg/l
19/08/87 Cr = 76 mg/l
25/08/87 Cr = 55 mg/l
02/09/87 Cr = 60 mg/l

d'où moyenne (MD) : 50,8 mg/l ou g/m³.

Q = débit moyen mensuel en m³/s

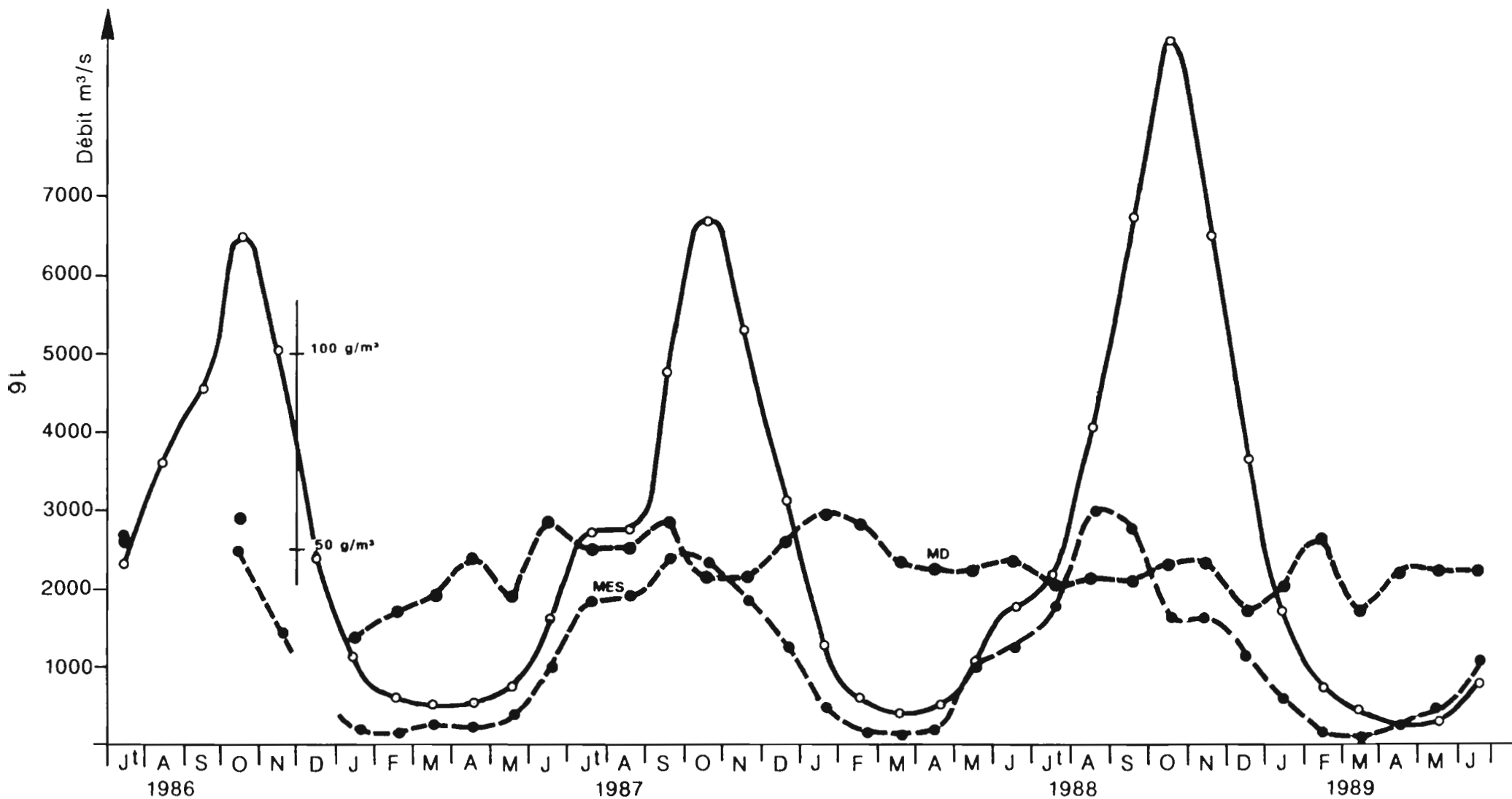
T = tonnage exporté dans le mois en tonnes

Mois	Q en m ³ /s	MES mg/l	MD mg/l	MES T/Mois	MD T/Mois	Total
Avril 1987	565	4.4	48.6	6 440	71 170	77 610
Mai 1987	788	8.7	37.1	18 360	70 810	95 690
Juin 1987	1 680	20.4	56.8	88 830	249 340	336 170
Juillet 1987	2 730	37.2	50.9	272 010	372 180	644 190
Août 1987	2 760	36.5	50.8	269 650	375 530	657 180
Septembre 1987	4 820	48.8	57.4	609 680	717 120	1 326 800
Octobre 1987	6 670	46.3	42.6	827 150	789 630	1 616 780
Novembre 1987	5 340	37.3	43.1	516 280	596 560	1 112 840
Décembre 1987	3 160	25.1	53.0	212 440	448 580	661 020
Janvier 1988	1 300	10.7	58.7	37 260	204 390	241 650
Février 1988	680	3.4	57.3	5 790	97 630	103 420
Mars 1988	450	2.6	47.3	3 130	57 010	60 140
Total annuel						6 933 490

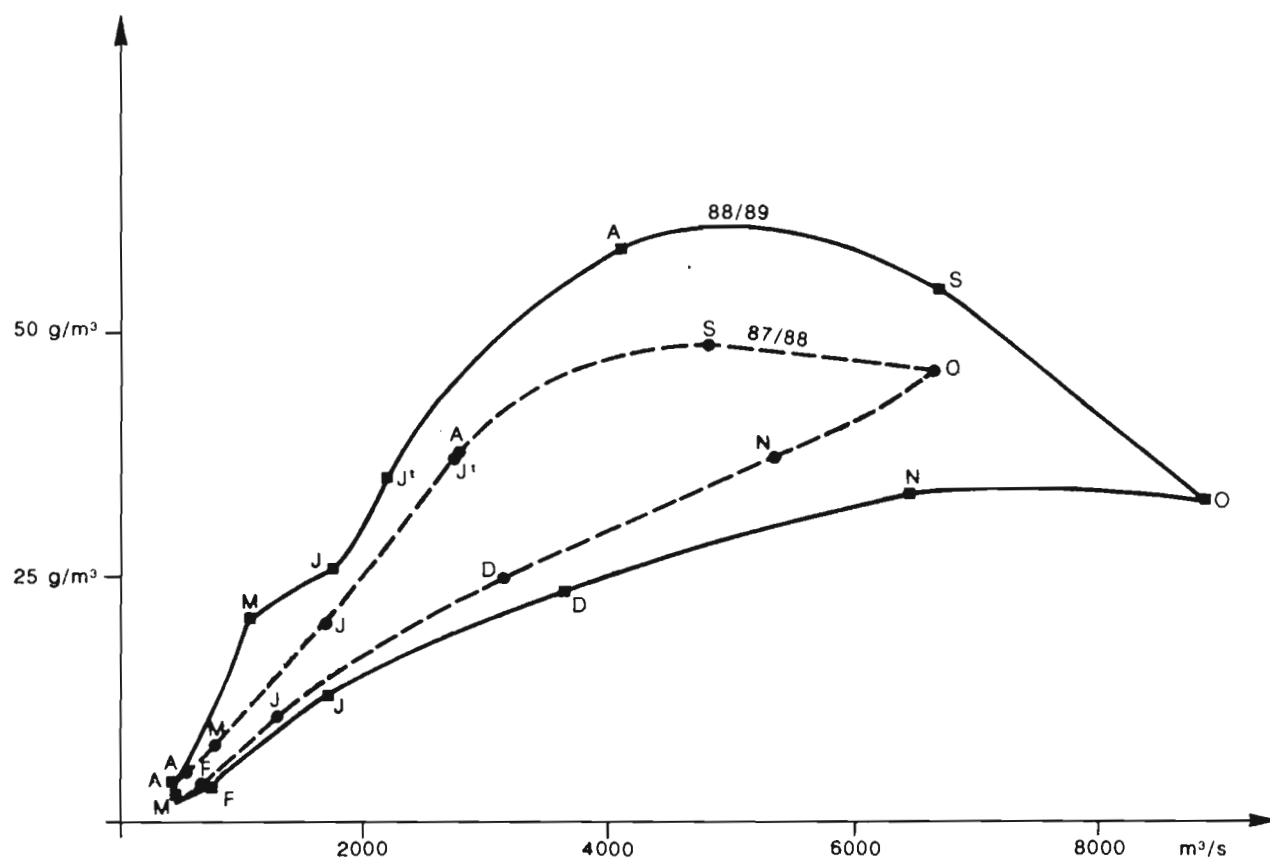
Mois	Q en m ³ /s	MES mg/l	MD mg/l	MES T/Mois	MD T/Mois	Total
Avril 1988	420	3.6	46.0	3 919	50 077	53 996
Mai 1988	1040	20.6	45.5	57 382	126 742	184 124
Juin 1988	1770	25.9	48.0	118 825	220 216	339 041
Juillet 1988	2190	35.2	41.7	206 472	244 600	451 072
Août 1988	4100	59.6	48.8	654 494	480 987	1 135 481
Septembre 1988	6770	54.7	42.6	951 360	740 913	1 692 273
Octobre 1988	8970	33.5	46.7	804 846	1 121 979	1 926 825
Novembre 1988	6490	33.7	47.1	566 904	792 320	1 359 224
Décembr 1988	3660	23.7	35.6	232 320	348 985	581 315
Janvier 1989	1750	13.0	41.5	60 934	194 519	255 453
Février 1989	765	3.4	53.7	6 292	99 382	105 674
Mars 1989	471	2.4	34.8	3 027	43 901	46 928
Total annuel						8 131 406

VARIATION DES DEBITS

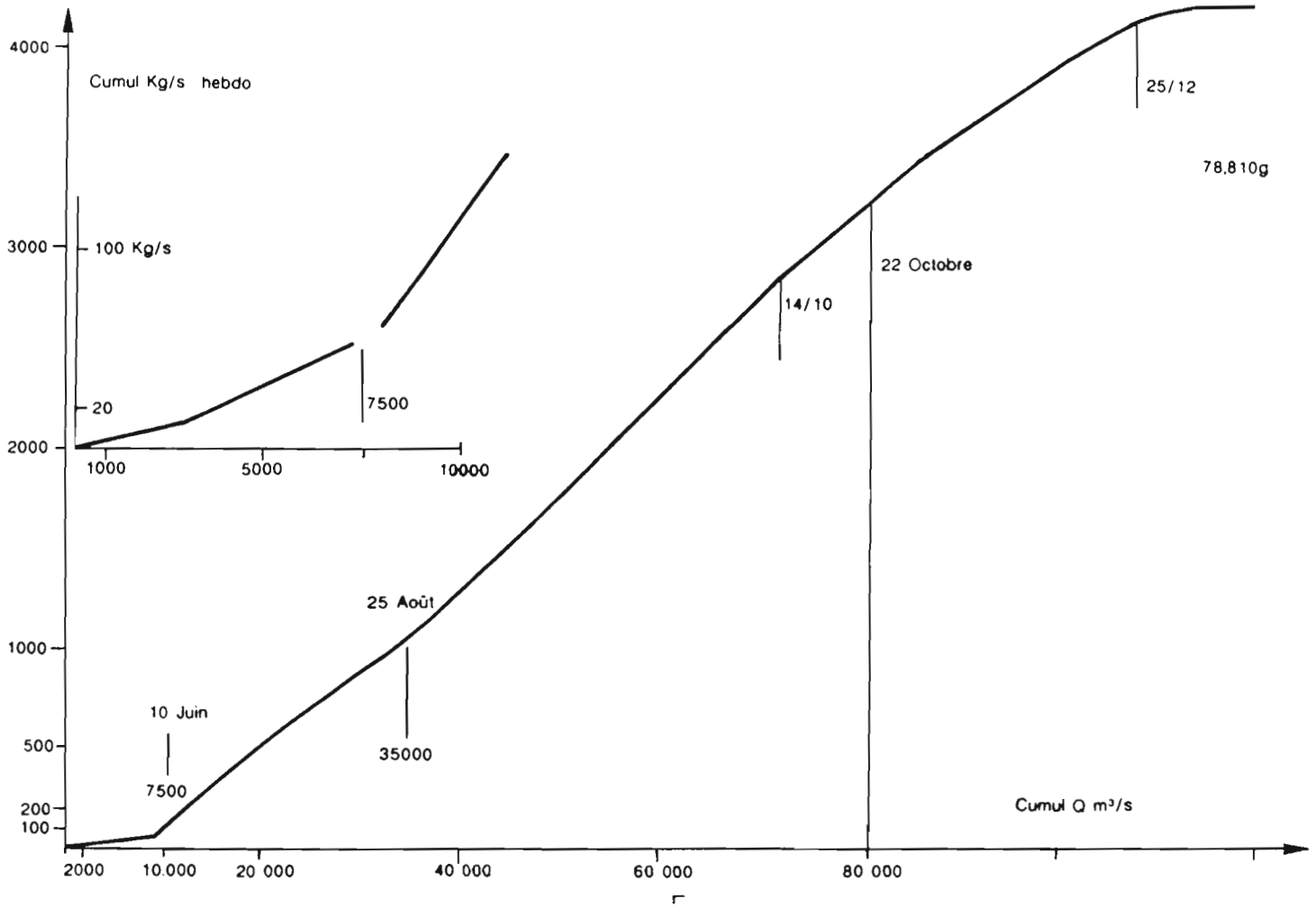
CONCENTRATION EN SUSPENSION (MES) ET MATIERE DISSOUE (MD) SUR L'OUBANGUI A BANGUI (1986 à 1989) (J.P. T4)



VARIATION MENSUELLE DES "MES" EN FONCTION DU DEBIT POUR LES ANNEES 87/88 ET 88/89 (J.P. 74)



OUBANGUI A BANGUI DU 3/4/87 AU 30/3/88



Conductivité et concentration en MES des prélèvements journaliers
de l'Oubangui à Bangui, de février 1988 à mars 1989

(J.P. THIEBAUX)

Cr : concentration journalière en surface de MES en mg/l
Cps : conductivité avant filtration

	Février 1988		Mars 1988		Avril 1988		Mai 1988		Juin 1988	
	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr
01	42.2	6.9	46.6	2.0	60.2	6.5			41.0	28.3
02	43.8	8.5	46.8	1.2	64.5	3.8			42.4	62.9
03	41.4	10.1	49.3	1.4			53.5	16.2	42.5	10.0
04	41.0	6.2	47.0	2.2			63.1	14.6	43.6	15.5
05	39.4	7.0	48.4	2.7	63.2	10.9	54.9	14.4		
06	45.9	2.0			63.0	9.3	56.9	8.4	42.0	20.0
07			48.6	2.6	58.9	3.4	63.3	2.9	42.0	20.0
08	42.0	1.3	50.0	2.5	59.3	2.7			46.5	16.2
09	41.4	2.0	50.3	2.2	61.0	3.1	61.6	4.0	42.0	16.7
10	43.7	2.0	52.0	2.2			62.9	1.5	46.0	13.8
11	39.6	2.2	49.6	1.9	60.0	1.8	62.2	6.3	42.5	32.6
12	40.1	1.8	51.9	3.3	55.5	1.8				
13	40.4	2.9			56.8	6.0	60.0	3.0	39.0	19.0
14			45.5	1.8	60.2	6.4	54.3	4.4	40.1	47.7
15	42.3	1.4	54.1	2.6	57.4	22.4			39.1	19.8
16	42.3	1.4	54.3	2.6	58.0	9.3	50.9	4.3	41.5	41.9
17	43.9	2.9	55.0	2.4			50.1	6.9	41.5	27.9
18	44.5	3.1	54.1	1.4	60.0	12.0	48.2	3.2	41.5	85.8
19	46.5	1.0	59.1	3.0	54.8	3.1	46.5	27.2		
20	46.8	2.0			56.0	2.2	51.8	7.5	41.1	32.2
21			55.8	1.7	55.2	5.7	43.8	12.4	38.4	73.3
22	47.0	1.2	54.5	2.0	56.1	39.2			40.6	20.3
23	47.0	1.7	55.4	2.5	55.7	24.7			41.3	47.5
24	50.3	0.6	55.3	3.2			42.0	25.9	38.0	17.4
25	47.5	1.3	56.6	2.8	55.7	4.6	41.4	24.7	39.2	44.9
26	48.6	2.8	61.0	4.1	57.9	23.5	40.3	30.3		
27	49.1	3.1			58.6	3.9	39.8	37.9	38.8	20.3
28			58.7	2.9	52.9	9.6			37.6	47.0
29	48.9	3.4			54.8	4.9			37.0	21.0
30			57.0	10.0	53.3	4.7	40.6	17.6		
31			58.8	30.2			41.1	18.6		

Conductivité et concentration en MES des prélèvements journaliers
de l'Oubangui à Bangui, de février 1988 à mars 1989

(J.P. THIEBAUX)

	Juillet 1988		Août 1988		Septembre 1988		Octobre 1988		Novembre 1988		Décembre 1988	
	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr
01	37.9	27.6	34.3	31.9	30.4	52.0	32.7	46.5	30.0 30.5	26.1 20.2	30.0	27.7
02	36.2	25.6	35.8	41.7	30.6	54.4						
03			37.0	28.5			28.3	44.1				
04	36.2	29.5	32.8	43.0	31.9	46.6	28.2	44.1				
05	35.5	17.3	40.2	35.4	31.0	50.8	29.5	43.9				
06	36.5	24.3	33.1	38.9	39.4	50.6	28.0	46.1				
07	33.7	16.0			31.6	44.2	31.3	43.9				
08	33.5	40.3	39.2	38.0	32.7	51.3	26.8	43.3				
09	34.0	22.8	31.8	44.9	28.8	46.0						
10			32.0	47.4			26.8	44.9				
11	41.3	38.8	33.8	40.7			28.0	48.5			30.7	21.0
12	38.9	37.4	36.5	56.4	27.7	36.5	26.7	51.5				
13	35.9	28.8			29.7	54.0	26.5	50.8				
14					30.8	49.8	31.8	52.4				
15	39.8	31.7			31.9	36.7	29.2	49.8				
16	36.3	23.9	36.5	47.6	32.1	50.4						
17			32.5	53.0	28.3	52.5	27.0	45.7				
18	35.0	26.9	34.2	49.1			27.1	42.4				
19	42.0	29.5	34.0	58.1	30.3	43.4	29.3	45.4				
20	35.2	35.9	36.4	41.2	28.5	44.2	28.9	38.7				
21	39.2	36.0			28.9	47.8	31.1	39.9	27.5	26.9	32.3	19.3
22	35.2	25.8	33.3	40.6	29.0	41.8	30.6	36.9	27.6	28.2	33.1	20.5
23	36.7	47.9	30.8	43.5	28.0	45.2			29.8	24.2	33.4	19.6
24					28.6	44.3	28.8	35.0	30.9	31.0	34.3	21.6
25	36.2	39.0	34.9	40.0			29.2	31.7	31.8	29.0		
26	37.0	33.6	31.4	47.0	29.1	47.7	29.7	31.7	30.0	29.8		
27	34.3	41.1	34.3	46.4	27.8	49.2	28.7	29.0			34.0	20.3
28	36.6	35.9			35.1	48.7	29.9	29.0	29.0	27.5	34.2	16.1
29	38.0	32.3	36.1	47.2	28.2	46.3	30.2	28.5	30.0	29.5	33.5	18.4
30	38.0		32.3	52.0	28.1	49.4			28.3	28.1	33.7	18.9
31			36.0	57.0			35.3	23.5			32.8	18.5

(suite)

	Janvier 1989		Février 1989		Mars 1989	
	Cps	Cr	Cps	Cr	Cps	Cr
01			42.0	5.6	53.6	1.9
02			41.0	5.4	49.9	2.5
03	35.0	19.0	41.7	5.1	49.6	1.8
04	33.3	13.4	41.1	4.3	49.0	2.5
05	35.4	14.9				
06	35.3	15.3	46.2	3.0		
07	35.2	14.6	43.3	3.8	Arrêt par de	manque filtres
08			43.1	3.7		
09	35.0	13.6	42.2	3.8		
10	37.0	15.2	43.0	3.3		
11	35.0	13.7	46.1	3.6		
12	39.5	9.9				
13	39.1	12.5	47.2	3.2		
14	38.0	11.5	45.5	2.1		
15			44.3	3.1		
16	38.4	11.8	44.2	3.5		
17	36.4	11.8	46.3	3.2		
18	37.2	11.0	48.1	5.0		
19	37.2	8.1				
20	38.5	6.5	47.0	3.4		
21	37.9	8.0	47.5	4.2		
22			46.1	2.4		
23	38.8	6.2	50.9	3.2		
24	39.6	6.2	48.5	3.3		
25	40.1	6.3	48.3	2.5		
26	40.1	7.7				
27	40.8	3.4	48.6	0.9		
28	42.5	4.9	50.7	2.4		
29						
30	41.1	5.6				
31	41.7	4.7				

ORSTOM DGRST BEAULZAVILLE

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

(J.P.B.)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS-ANNEE 1988

04/02/1989

STATION : 1070510105 BEACH - V.N.

LATIT. 4.16.00

RIVIERE : CONGO

LONGIT. 15.19.00

PAYS : CONGO

ALTIT. 314M

BASSIN : CONGO

AIRE 3475000 KM2

DEBITS EN M3/S

J	JANV	FEVE	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	J
1	51300	39100	32600	35300	36500	34500	30000	27100	31700	41300	50200	58300	1
2	50900	38500	32600	35300	36600	34600	29800	27000	32000	41400	50800	58500	2
3	50600	38000	32500	35200	36700	34900	29700	26900	32400	41500	51200	58600	3
4	50300	37600	32300	35100	36800	35200	29500	26800	32600	41700	51500	58600	4
5	50100	36900	32300	35100	36900	35300	29300	26600	32900	41800	51900	58600	5
6	49900	36500	32200	35100	37000	35400	29200	26400	33100	41900	52300	58700	6
7	49500	35900	32100	35000	37100	35500	28900	26200	33300	42000	52600	58800	7
8	49300	35300	32000	34800	37100	35500	28600	26100	33800	42200	53100	59000	8
9	48700	35000	31900	34800	37200	35400	28400	26100	34100	42500	53600	59100	9
10	48300	34700	32000	34800	37200	35200	28300	26200	34500	42700	53900	59200	10
11	47900	34400	32000	34900	37200	34600	28100	26500	34900	42900	54000	59300	11
12	47400	34200	31900	35100	37200	34600	27900	26800	35300	43100	54300	59500	12
13	47200	34000	31900	34800	37300	34700	27900	26900	35800	43300	54600	59500	13
14	46600	33800	32000	34700	37400	34900	27900	27100	36200	43500	54800	59600	14
15	46200	33700	32000	34700	37300	34500	27800	27400	36700	43600	54900	59900	15
16	45700	33500	32100	34800	37100	34100	27900	27700	37300	43900	55100	59900	16
17	45200	33400	32000	35000	36800	33700	27900	27900	37700	44100	55500	59800	17
18	44600	33300	32100	35100	36400	33100	27900	28200	38200	44500	56000	59900	18
19	43900	33100	32200	35200	36000	32500	27800	28600	38600	45000	56100	59900	19
20	43300	33100	32600	35300	35500	32000	27700	29000	38900	45500	56400	59900	20
21	42700	33100	33000	35300	35300	31600	27600	29400	39100	45900	56700	59900	21
22	42300	33100	33400	35200	35200	31200	27500	29800	39400	46300	57000	59900	22
23	41900	33200	33700	35100	35000	30900	27300	30000	39800	46700	57300	59800	23
24	41500	33300	34200	35100	34800	30700	27200	30200	40000	47100	57500	59700	24
25	41000	33200	34600	35300	34700	30500	27100	30500	40300	47400	57700	59500	25
26	40800	33000	34900	35600	34500	30400	27000	30700	40600	47700	57900	59300	26
27	40500	32800	35100	36100	34500	30400	26900	30800	40900	48000	58000	59200	27
28	40300	32500	35300	36200	34500	30300	27000	31000	41100	48400	58100	59300	28
29	40200	32400	35500	36300	34500	30300	26900	31200	41100	48900	58200	59500	29
30	40000		35400	36400	34500	30200	27000	31200	41200	49300	58100	59500	30
31	39600		35300		34500		27100	31400		49700		59400	31
MO	45400	34500	33000	35200	36100	33200	28000	28300	36800	44600	55000	59300	MO

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE COMPLETE

MINIMUM JOURNALIER : 26100 M3/S LE 8 AOUT

MAXIMUM JOURNALIER : 59900 M3/S LE 15 DECE

DEBIT MOYEN ANNUEL : 39100 M3/S

ORSTOM

*** HYDROMETRIE ***

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

(J.P.B.)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS - année 1989

22/09/1989

Station : 1070500105 BEACH - V.N.

Latit. 4.16.00

Rivière : CONGO

Longit. 15.19.00

Pays : CONGO

Altit. 314M

Bassin : CONGO

Aire 3475000 km2

DEBITS EN M3/S

Jo	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	Jo
1	59300	47400	32300	35400	39100	34000	27700	26000	-	-	-	-	1
2	59400	46800	32100	35700	39000	34000	27600	26200	-	-	-	-	2
3	59300	46200	32000	36100	39100	34000	27500	26400	-	-	-	-	3
4	58200	45700	31900	36200	39100	33900	27400	26400	-	-	-	-	4
5	59300	45100	31700	36400	39200	33800	27200	26500	-	-	-	-	5
6	59200	44400	31400	36500	39100	33700	27100	26400	-	-	-	-	6
7	59000	43800	31200	36700	39000	33600	26800	26300	-	-	-	-	7
8	58800	42900	31200	36900	38700	33500	26500	26300	-	-	-	-	8
9	58700	42000	31200	36900	38500	33400	26200	26400	-	-	-	-	9
10	58600	40900	31100	37000	38400	33300	25900	26400	-	-	-	-	10
11	58500	39800	31200	37200	38200	33200	25600	26500	-	-	-	-	11
12	58300	38800	31200	37500	38200	33100	25300	26600	-	-	-	-	12
13	58000	37700	31300	37800	38000	33000	25100	26500	-	-	-	-	13
14	57700	36800	31400	37800	37600	32700	24900	26400	-	-	-	-	14
15	57400	36000	31600	37900	37300	32400	24800	26200	-	-	-	-	15
16	57100	35400	31700	37900	36900	32100	24700	26000	-	-	-	-	16
17	56600	34900	31900	38000	36400	31700	24500	26000	-	-	-	-	17
18	56200	34700	31900	38100	36100	31200	24500	26000	-	-	-	-	18
19	55700	34600	32000	38200	35800	30700	24500	26100	-	-	-	-	19
20	55100	34400	32100	38400	35500	30300	24500	26300	-	-	-	-	20
21	54500	34300	32200	38600	35400	29800	24400	26600	-	-	-	-	21
22	53800	34300	32400	38700	35200	29400	24500	27000	-	-	-	-	22
23	53200	34200	32700	38800	35200	29000	24600	27300	-	-	-	-	23
24	52800	34000	33200	39100	35100	28600	24700	27700	-	-	-	-	24
25	51700	33600	33500	39200	35000	28300	24800	28200	-	-	-	-	25
26	50900	33200	33700	39200	34900	28000	25000	28500	-	-	-	-	26
27	50100	32800	33900	39300	34700	27800	25000	28900	-	-	-	-	27
28	49400	32600	34200	39200	34600	27800	25100	29200	-	-	-	-	28
29	48800		34600	39200	34400	27800	25300	29600	-	-	-	-	29
30	48200		34900	38200	34300	27700	25500	30100	-	-	-	-	30
31	47800		35100		34300		25700	30400					31
Mo	55600	38500	32400	37800	36900	31400	25600	27100	-	-	-	-	Mo

- : lacune + : lacune due à une cote hors barème

ANNEE INCOMPLETE

MINIMUM JOURNALIER : 24400 M3/S LE 21 JUILL.

MAXIMUM JOURNALIER : 59400 M3/S LE 2 JANV

**BILANS ET VARIATION DES EXPORTATIONS DE MATIERE
SUR LE CONGO A BRAZZAVILLE**

BASE DE DONNEES HYDRO

ref	date	prof	V moy	Q jour	Q pen	C Sab	C Mes	Mes	Dis	Solide	Dissons
jj/mm/aa	m	m/s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	kg/s	kg/s
1/CNG	02/12/86	18.50	1.58	55200	55100	3.00	14.21	17.21	72	949.8	3974.4
2/CNG	14/01/87	17.00	1.54	45700	45100	3.30	16.59	19.89	60	908.9	2742.0
3/CNG	13/02/87	21.00	1.26	37000	36900	4.70	29.15	33.85	35	1252.3	1295.0
4/CNG	14/03/87	20.50	1.09	38400	38100	3.19	24.36	27.55	56	1058.1	2150.4
5/CNG	14/04/87	17.50	1.14	39800	39600	2.90	17.95	20.85	49	829.9	1950.2
6/CNG	16/05/87	23.50	1.28	38100	38100	5.39	15.33	20.72	61	789.3	2324.1
7/CNG	16/06/87	21.00	1.13	35000	34400	3.40	25.14	28.54	53	898.8	1855.0
8/CNG	27/07/87	13.00	0.98	26600	26400	3.41	22.33	25.74	50	684.7	1480.0
9/CNG	20/08/87	9.00	0.64	25400	25500	1.99	15.92	17.92	85	455.1	2159.0
10/CNG	15/09/87	12.20	0.91	33400	32900	3.20	26.07	29.26	64	977.3	2137.5
11/CNG	15/10/87	15.00	1.03	40600	41200	2.59	27.95	30.55	55	1240.2	2233.0
12/CNG	13/11/87	18.00	1.66	50400	51000	4.10	23.66	27.76	50	1399.0	2520.0
13/CNG	15/12/87	19.00	1.59	54400	53400	2.29	21.54	23.83	87	1296.4	4732.8
14/CNG	16/01/88	16.50	1.46	45800	45400	5.41	21.27	26.69	32	1222.2	1465.6
15/CNG	16/02/88	17.00	1.40	33500	34500	4.30	22.92	27.22	46	911.9	1541.0
16/CNG	16/03/88	12.00	1.23	32100	33000	7.02	36.30	37.40	47	1200.6	1508.7
17/CNG	15/04/88	19.50	1.25	34700	35200	6.02	35.18	41.19	50	1429.3	1735.0
18/CNG	16/05/88	20.30	1.27	37100	36100	5.66	25.58	31.24	40	1159.0	1484.0
19/CNG	14/06/88	12.50	1.09	35000	33200	4.41	20.46	24.87	46	870.5	1610.0
20/CNG	15/07/88	10.50	1.09	27800	28000	3.30	19.21	22.51	41	625.7	1139.8
21/CNG	18/08/88	11.50	0.85	28100	28300	5.09	27.26	32.36	42	909.2	1180.2
22/CNG	15/09/88	12.50	1.20	36700	36800	4.91	26.46	31.37	51	1151.4	1071.7
23/CNG	14/10/88	22.00	1.30	43500	44600	9.38	21.14	30.52	52	1327.7	2262.0
24/CNG	15/11/88	21.00	1.67	54900	55000	7.29	19.61	26.90	55	1476.6	3019.5
25/CNG	15/12/88	20.00	1.62	59900	59300	9.75	17.85	27.60	60	1653.0	3594.0
26/CNG	13/01/89	19.50	1.49	58000	55600	9.55	13.21	22.76	58	1320.1	3364.0
27/CNG	10/02/89	17.50	1.36	40900	38500	10.17	14.43	24.60	49	1066.1	2004.1
28/CNG	17/03/89	17.70	1.26	31900	32400	8.17	19.70	27.87	48	889.1	1531.2
29/CNG	14/04/89	17.00	1.28	37800	37800	6.45	18.08	24.53	45	927.2	1701.0
30/CNG	16/05/89	17.00	1.31	37000	36900	6.34	21.12	27.46	55	1016.0	2035.0
31/CNG	14/06/89	16.00	1.20	32700	31000	5.54	17.37	22.91	53	749.2	1726.6

DOUVEES HEBDOMADAIRES BAD

ANNEE88

NUM DATE DEBIT Sab MeS MeSTota MD

1	02-Jan-88	51000	2.3	16.0	18.3	69.0
2	09-Jan-88	48709	6.7	21.0	27.7	27.0
3	16-Jan-88	45800	5.7	24.7	30.4	31.4
4	23-Jan-88	42000	6.2	23.5	29.7	43.5
5	30-Jan-88	40200	5.2	24.5	29.7	57.6
6	06-Fév-88	36708	6.3	24.6	30.9	50.0
7	13-Fév-88	34000	7.9	24.0	31.9	45.9
8	16-Fév-88	33500	7.0	23.1	30.1	46.3
9	20-Fév-88	33100	5.9	20.0	25.9	43.0
10	27-Fév-88	32900	4.2	25.0	29.2	67.3
11	05-Mar-88	32300	3.5	23.6	27.1	61.8
12	12-Mar-88	31900	3.9	25.0	28.9	72.8
13	16-Mar-88	32100	4.8	28.0	32.8	65.5
14	19-Mar-88	32100	6.4	22.2	28.6	46.9
15	26-Mar-88	34800	4.8	27.7	32.5	48.7
16	02-Avr-88	35300	3.7	28.2	31.9	45.0
17	09-Avr-88	34800	4.5	26.7	31.2	51.4
18	15-Avr-88	34700	5.2	29.8	35.0	51.2
19	16-Avr-88	34800	3.6	30.8	34.4	48.6
20	23-Avr-88	35100	6.8	27.5	34.3	49.5
21	30-Avr-88	36400	3.3	28.6	31.9	48.6
22	07-Mai-88	37100	3.6	28.2	31.8	49.1
23	14-Mai-88	37400	4.2	27.1	31.3	41.9
24	16-Mai-88	37100	4.8	26.8	31.6	41.4
25	21-Mai-88	35300	6.2	24.1	30.3	39.4
26	28-Mai-88	34500	5.1	24.5	29.6	45.1
27	04-Jun-88	35200	5.2	23.0	28.2	45.0
28	11-Jun-88	34800	5.4	22.1	27.5	45.5
29	14-Jun-88	35000	4.7	22.7	27.4	46.7
30	18-Jun-88	33200	10.4	21.2	31.6	47.5
31	25-Jun-88	30500	6.6	23.7	30.3	40.7

ANNEE88

NUM DATE DEBIT Sab MeS MeSTota MD

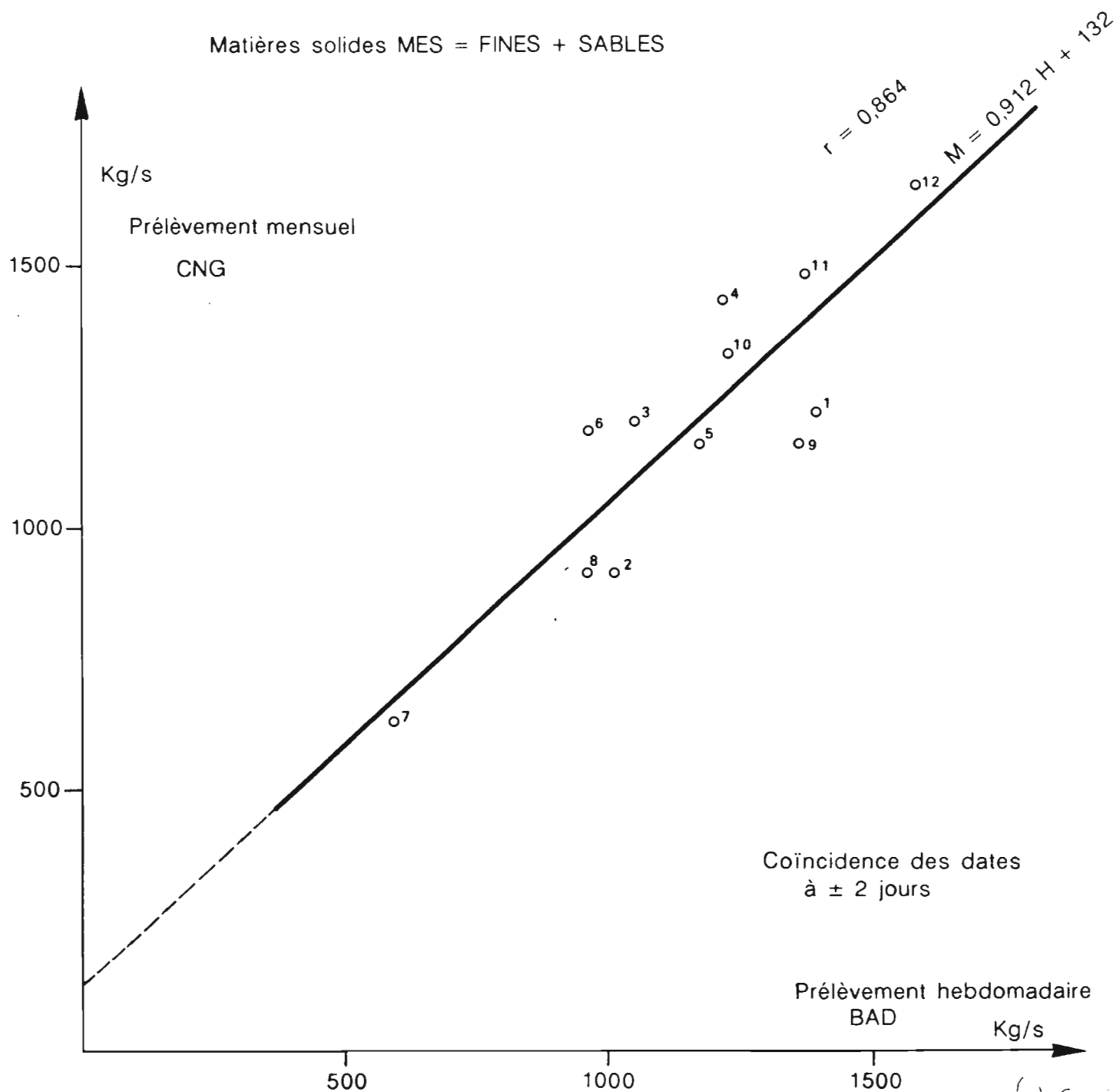
32	02-Jul-88	29800	5.1	25.0	30.1	41.0
33	09-Jul-88	28400	9.4	23.5	32.9	42.1
34	15-Jul-88	27800	4.4	16.8	21.2	43.6
35	16-Jul-88	27800	7.2	16.4	23.6	43.9
36	23-Jul-88	27300	3.5	21.0	24.5	48.6
37	30-Jul-88	27000	5.2	22.3	27.5	52.0
38	06-Aoû-88	26400	3.2	21.2	24.4	52.7
39	13-Aoû-88	26900	3.7	18.8	22.5	42.6
40	20-Aoû-88	28900	4.0	29.2	33.2	41.2
41	27-Aoû-88	30800	5.0	31.8	36.8	45.4
42	03-Sep-88	32300	4.4	33.2	37.6	44.5
43	10-Sep-88	34400	6.2	30.0	36.2	49.9
44	15-Sep-88	36700	4.2	32.9	37.1	50.9
45	17-Sep-88	37600	5.2	25.8	31.0	49.8
46	24-Sep-88	40000	4.0	25.4	29.4	48.7
47	01-Oct-88	41300	5.5	28.5	35.0	51.3
48	08-Oct-88	42200	6.3	26.0	32.3	47.6
49	14-Oct-88	43500	4.3	24.0	28.3	49.4
50	15-Oct-88	43800	3.9	25.6	29.5	49.4
51	22-Oct-88	46300	5.2	22.1	27.3	48.6
52	29-Oct-88	48900	4.1	16.9	23.0	49.6
53	05-Nov-88	51900	5.2	18.7	23.9	54.4
54	12-Nov-88	54300	7.4	12.5	19.9	55.0
55	19-Nov-88	56100	10.8	18.6	28.4	50.0
56	26-Nov-88	57900	8.9	20.6	29.5	53.7
57	03-Déc-88	58600	3.6	22.8	26.4	54.0
58	10-Déc-88	59200	4.8	14.0	18.8	57.9
59	15-Déc-88	59800	7.2	19.2	26.4	58.8
60	17-Déc-88	59800	8.0	15.8	23.8	57.3
61	24-Déc-88	59700	4.9	13.3	18.2	68.8
62	31-Déc-88	59400	3.5	15.8	19.3	63.8

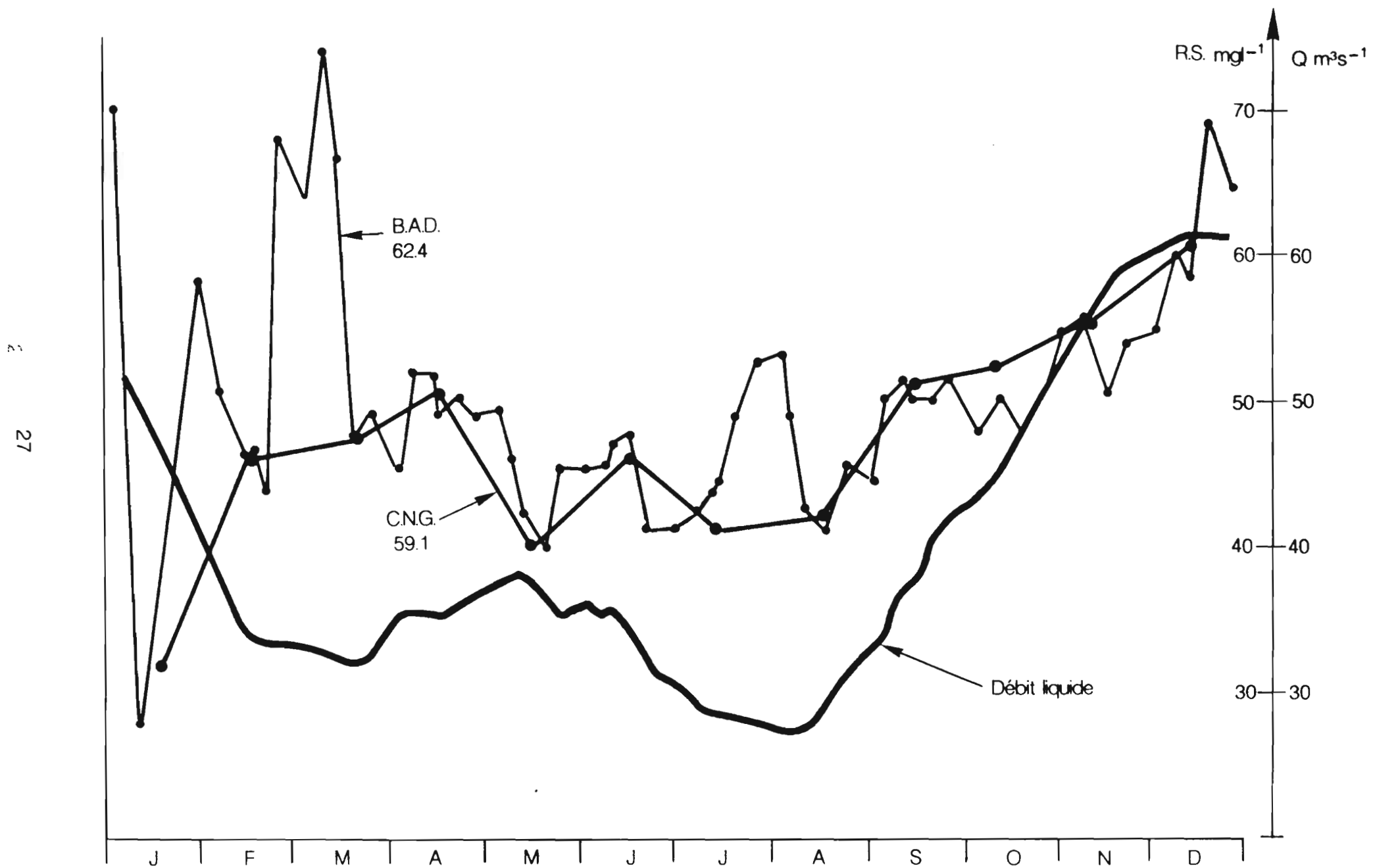
ANNEE 89

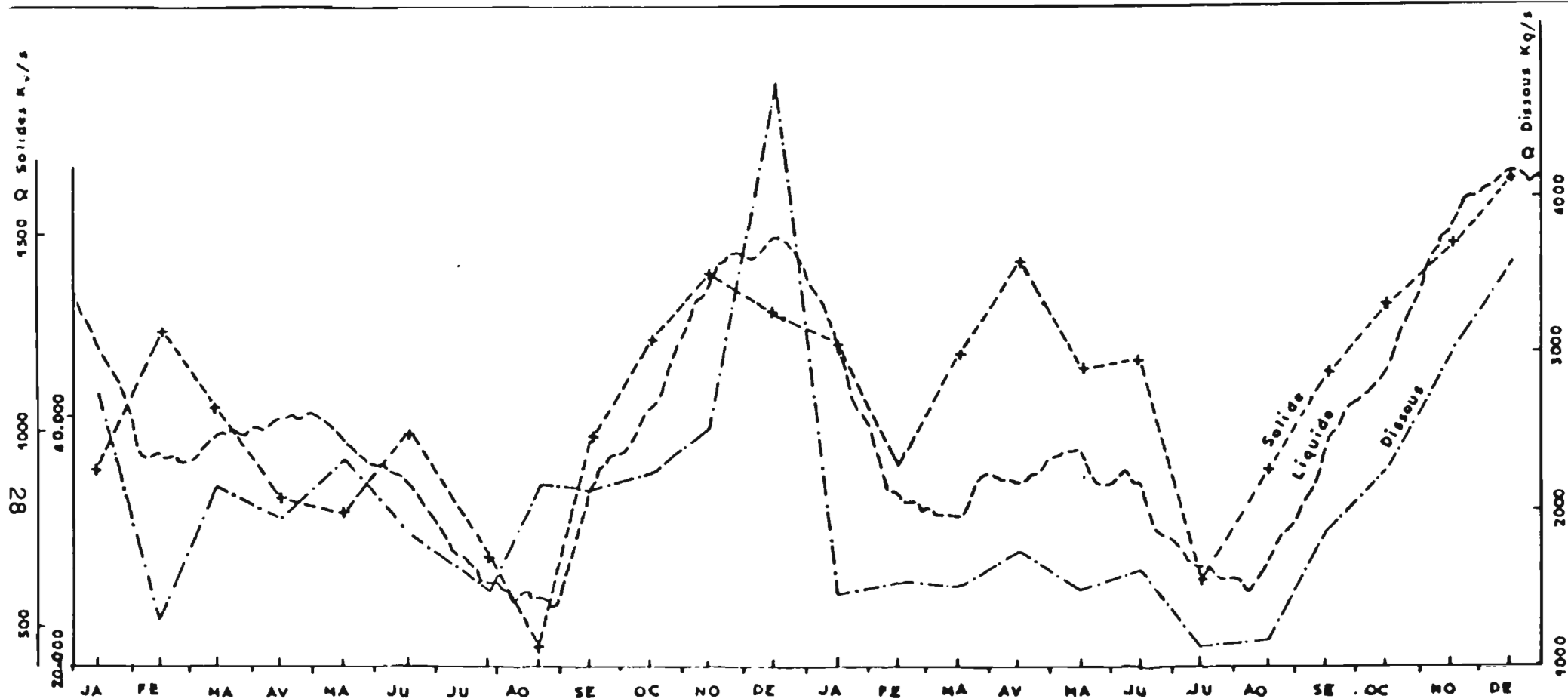
NUM DATE DEBIT Sab MeS MeSTota MD

1	07-Jan-89	59000	4.1	12.7	16.8	57.7
2	13-Jan-89	58000	3.6	14.5	18.1	58.6
3	14-Jan-89	57700	2.7	15.2	17.9	60.7
4	21-Jan-89	54500	6.2	15.1	21.3	60.1
5	28-Jan-89	49400	7.2	18.4	17.6	58.8
6	04-Fév-89	45700	7.0	19.2	26.2	48.4
7	10-Fév-89	40900	4.8	22.4	27.2	48.3
8	11-Fév-89	39200	3.9	21.1	25.0	48.0
9	18-Fév-89	34700	10.7	16.9	27.6	46.8
10	25-Fév-89	33600	7.7	17.4	25.1	46.5
11	04-Mar-89	31900	10.0	19.1	29.1	48.1
12	11-Mar-89	31200	11.4	21.2	32.6	49.2
13	18-Mar-89	31900	5.0	21.5	26.5	54.5
14	25-Mar-89	33600	3.4	27.5	30.9	46.9
15	01-Avr-89	35400	6.2	28.6	35.8	49.9
16	08-Avr-89	36900	6.8	18.7	25.5	46.9
17	14-Avr-89	37800	4.1	23.8	27.9	50.8
18	15-Avr-89	37900	4.6	28.9	33.5	47.1
19	22-Avr-89	38700	5.5	43.6	49.1	46.6
20	29-Avr-89	39200	4.2	41.2	45.4	47.2
21	06-Mai-89	39100	3.9	22.3	26.2	52.8
22	13-Mai-89	38000	5.7	34.4	40.1	52.9
23	16-Mai-89	36900	5.6	18.8	24.4	52.7
24	20-Mai-89	35500	5.8	17.5	23.3	52.1
25	27-Mai-89	34700	5.5	23.0	28.5	45.4
26	03-Jun-89	34800	8.9	15.3	24.2	47.2
27	10-Jun-89	33300	5.7	18.4	24.1	47.8
28	14-Jun-89	32700	4.8	18.8	23.6	46.0
29	17-Jun-89	31700	8.4	16.2	24.6	41.5
30	24-Jun-89	28600	5.3	14.1	19.4	46.6
31	01-Jul-89		4.6	14.2	18.8	

Matières solides MES = FINES + SABLES







LE CONGO A BRAZZAVILLE - BEACH

Evolution des Débits Liquides, Solides et Dissous

De Janvier 1987 à Décembre 1988

LEGENDE

- +--+--+ Débit Solide
- Débit Liquide
- .-.-.-.- Débit matières dissoutes

Dessiné par G. Batila

/ N. NOUNDO J.P. BUCHA

REFLEXIONS SUR LA MESURE DE LA CHARGE SOLIDE EN SUSPENSION

DANS L'OUBANGUI à BANGUI

François DUGAS et Jean-Pierre THIEBAUX - ORSTOM BANGUI

I - GENERALITES

Le fleuve Oubangui (fig. 1) prend son nom à la confluence de l'Uele et du Mbomou à la frontière est de la République Centrafricaine avec le Zaïre. l'Uele principal tributaire, provient des forêts équatoriales du Zaïre alors que le Mbomou a un régime plus tropical humide. Les modules de l'Uele et du Mbomou sont respectivement à leur confluence $1.550 \text{ m}^3/\text{s}$ et $1.350 \text{ m}^3/\text{s}$ (BOULVERT 1987). L'Oubangui parcourt $1\,100 \text{ km}$ (BOULVERT 1987) jusqu'à son exutoire dans le fleuve Congo dont il est le principal affluent.

Le bassin versant du fleuve Oubangui a une superficie de $619\,000 \text{ km}^2$, soit les 16,7 % du bassin du Congo qui atteint à Brazzaville $3,5.10^6 \text{ km}^2$ selon OLIVRY et al. (1988). A Bangui le bassin versant de l'Oubangui a une superficie de l'ordre de $480\,000 \text{ km}^2$ selon THIEBAUX (in BOULVERT 1987) soit 80 % de son bassin versant total.

Le régime des débits de l'Oubangui à Bangui présente de grandes variations : le minimum observé est de $390 \text{ m}^3/\text{s}$ le 9 mars 1988 et le maximum de $14\,100 \text{ m}^3/\text{s}$ le 30 octobre 1964, soit 36 fois plus. A partir de 1972, il semble y avoir un déficit persistant dans l'écoulement correspondant à la sécheresse observée à de plus hautes latitudes (OLIVRY 1987). En effet, antérieurement à 1971 le module interrannuel était de $4\,355 \text{ m}^3/\text{s}$ (ORSTOM, 1971), ensuite le module annuel est nettement inférieur $2\,892$ et $3\,256 \text{ m}^3/\text{s}$ (ORSTOM 1972 - 1973 - 1974) ou encore $2\,530 \text{ m}^3/\text{s}$ (année hydrologique 1986-1987), $2\,580 \text{ m}^3/\text{s}$ (1987-1988), $3\,210 \text{ m}^3/\text{s}$ (1988-1989). Le nouveau module interannuel calculé sur 53 ans est de $4\,080 \text{ m}^3/\text{s}$ (OLIVRY et al., 1989). Le débit solide des suspensions est de $2,9.10^6 \text{ tonnes an}^{-1}$ (OLIVRY et al., 1988) avec des concentrations variant de $1,4 \text{ gr/m}^3$ le 24/2/88 et le 9/2/89 pour des débits respectifs de 550 et $868 \text{ m}^3/\text{s}$ à $55,2 \text{ gr/m}^3$ le 10/8/88 pour le débit de $3\,760$; exceptionnellement on a observé $91,1 \text{ gr/m}^3$ le 24/8/88 pour un débit de $4\,470 \text{ m}^3/\text{s}$.

De son origine jusqu'à Bangui, le fleuve Oubangui présente de brusques changements de direction et de grandes variations de largeur. Dans sa partie est, il coule vers l'WNW puis vers le NW jusqu'en aval de la ville de Kouango, ensuite SW jusqu'à Bangui. Après Bangui, le cours est plus rectiligne quoique toujours encombré d'îles et dirigé vers le S jusqu'au delà de la frontière avec le Congo où il s'infléchit vers SSW pour atteindre sa confluence avec le fleuve Congo. Ces orientations sont guidées par trois familles de fractures du substratum, d'orientations : NW-SE, NE-SW et N-S (CORNACCHIA et GIORGI 1986). Dans les resserrements de son cours généralement associés à un changement de direction, des accélérations de vitesse du courant sont appelées rapides et sont associées à des irrégularités du fond rocheux. La pente moyenne du fleuve est faible $0,09 \text{ m/km}$ (BOULVERT 1987). Ainsi, par suite de sa faible pente de ses changements de direction et de ses vitesses moyennes du courant faible une grande partie de l'année, le fleuve n'a pas la force érosive suffisante pour façonner son lit. Ce cours est probablement d'un tracé récent ainsi que le supposent de nombreux auteurs (BESSOLES 1962) et d'autres cités par BOULVERT (1987). Ce changement de tracé corrélatif de reprises d'érosion dans les rivières centrafricaines (BESSOLES 1962, MAINGUET 1972) permet d'envisager un basculement régional récent de substratum avec abaissement relatif de la partie sud du bassin versant, le long de laquelle coule l'Oubangui.

Les affluents de celui-ci proviennent principalement de sa rive droite ainsi que le montre son bassin versant dissymétrique. De plus, les bancs de sable qui encombrant le lit de l'Oubangui depuis son origine, ne sont apparemment charriés que durant les débits de crue pendant la saison des pluies (août-septembre). A la fin des crues, la baisse rapide du débit donc des vitesses ne permet pas un étalement des bancs mais un creusement dans les chenaux formés en hautes eaux.

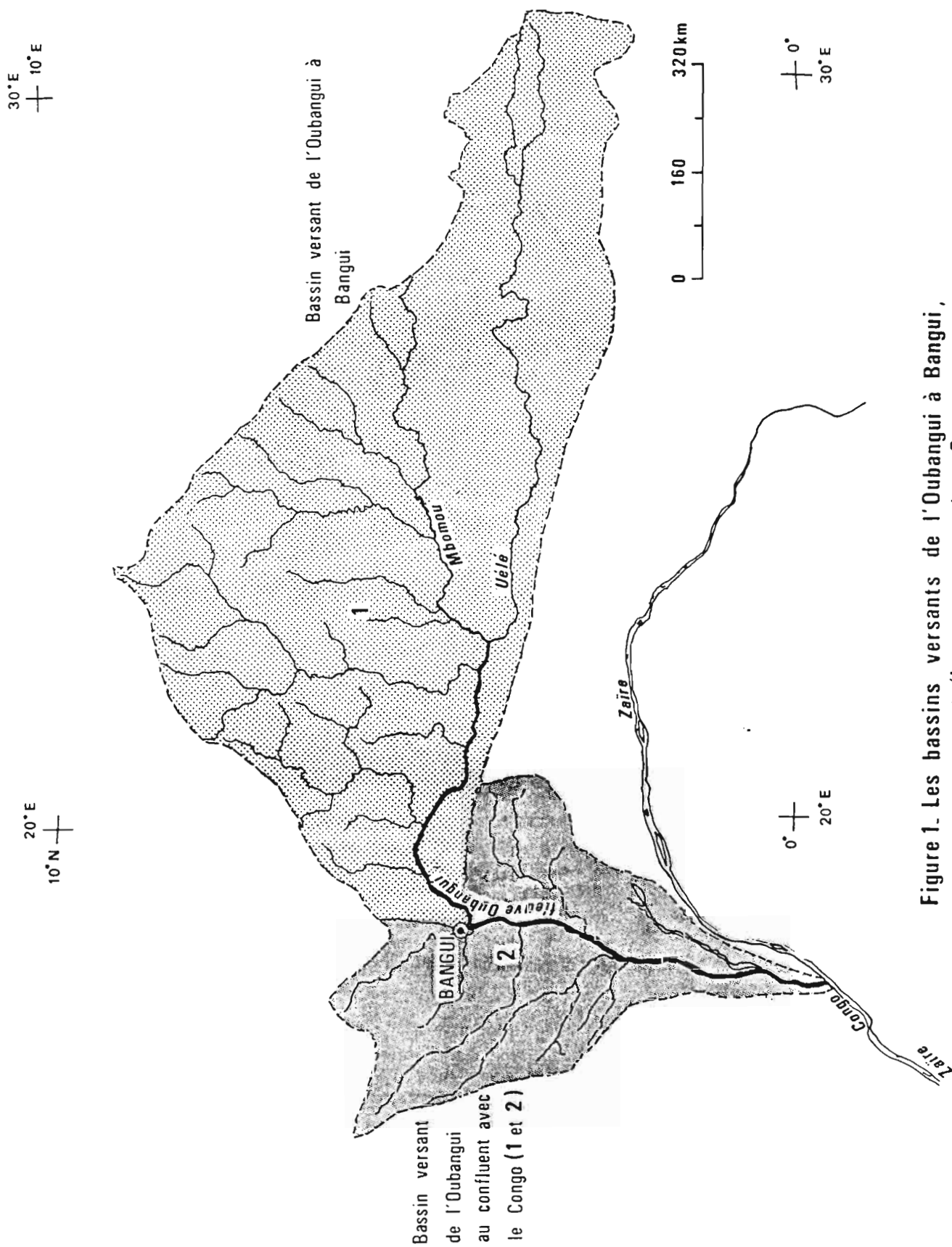


Figure 1. Les bassins versants de l'Ubangui à Bangui, et au confluent avec le Congo

II - MORPHOLOGIE DU BIEF DE BANGUI

Les changements de direction de l'Oubangui sont guidés par la structure de substratum ainsi qu'on peut l'observer à Bangui (fig. 2). La largeur du fleuve varie d'amont en aval ainsi :

- vert Mboko sur environ 10 km, $1 = 800$ à 650 m.
- au resserrement de Ouango $1 = 175$ m.
- entre Ouango et le début des rapides de Bangui sur environ 3 km $1 = 700$ à 450 m (600 m au niveau de l'Eglise St Paul).
- dans les rapides de Bangui $1 = 350$ à 325 m.
- en aval de Bangui sur environ 8 km $1 = 950$ à 1.150 m répartis de part et d'autre de l'île Bongo Soua.
- vers le sud $1 = 925$ m à 1.200 m.

Les deux changements de direction, situés dans les resserrements de Ouango et de Bangui, sont le lieu des rapides. Cette succession d'élargissements de resserrements provoque des variations de vitesse et des turbulences. Dans les sections de faible largeur, on note la présence de dépressions aux profondeurs élevées : dans les rapides de Bangui, 48 m sous le niveau des plus basses eaux (mission hydrologique 1912) et environ 19 m au resserrement de Ouango (fig. 2). Les profondeurs du fleuve sont en dehors des rapides de l'ordre de 5 à 10 mètres sous le niveau des plus basses eaux. Ces dépressions probablement creusées pendant les crues se maintiennent ensuite ainsi que le montrent les profils (avec un écho-sondeur) ce qui indique que le charriage sur le fond se produit seulement pendant les crues.

Les profils bathymétriques (fig. 3) montrent des fonds très irréguliers sauf au niveau de Bangui-Chambre de Commerce où se présente la plus grande largeur. C'est sur ce profil que s'effectuent les jaugeages. Au niveau de Saint-Paul où on mesure les concentrations, le fleuve est plus étroit mais plus profond avec un chenal bien marqué.

III - ETUDE DES SUSPENSIONS DANS L'OUBANGUI

- 1) Le site du prélèvement journalier est différent du site des prélèvements hebdomadaires et mensuels. Le prélèvement journalier est effectué au bord des rapides de la pointe rocheuse du Sofitel. Les prélèvements hebdomadaires et mensuels dans le fleuve au niveau de l'Eglise Saint-Paul. Par suite de la présence d'un chenal dans le fleuve, le site a été légèrement déplacé vers l'axe du chenal.
- 2) Les méthodes de prélèvement diffèrent suivant le type d'échantillon mais les analyses s'effectuent par filtration et sont donc, comparables.
 - a) L'échantillon journalier est prélevé avec un flacon d'un litre à large ouverture. Des essais pour le remplacer par une bouteille à petit orifice que l'on immerge à $1,5$ m de profondeur ne sont pas concluants. En effet les valeurs obtenues dans la zone des rapides sont généralement inférieures aux valeurs moyennes mesurées dans le fleuve à Saint-Paul. De plus, elles sont inférieures à celles obtenues avec la bouteille (table 4).

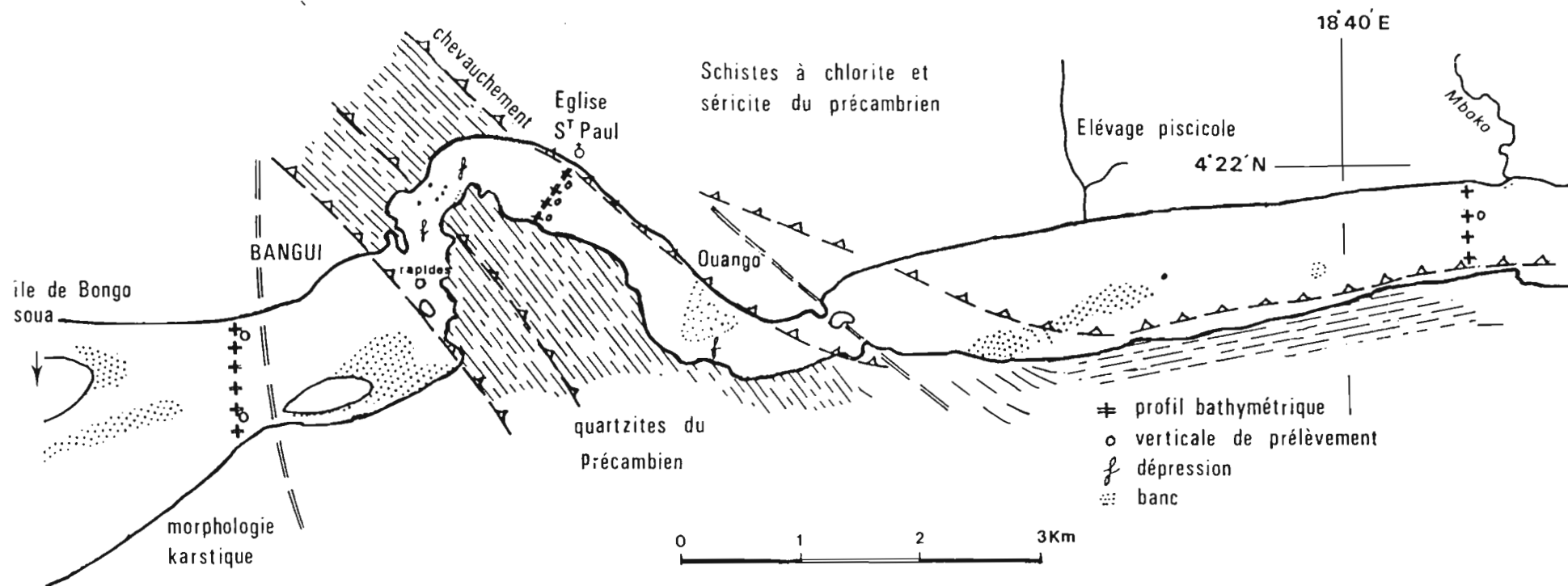


Figure 2. Morphologie de l'Oubangui à Bangui. Structure du substratum selon Cornacchia et Giorgi (1986)

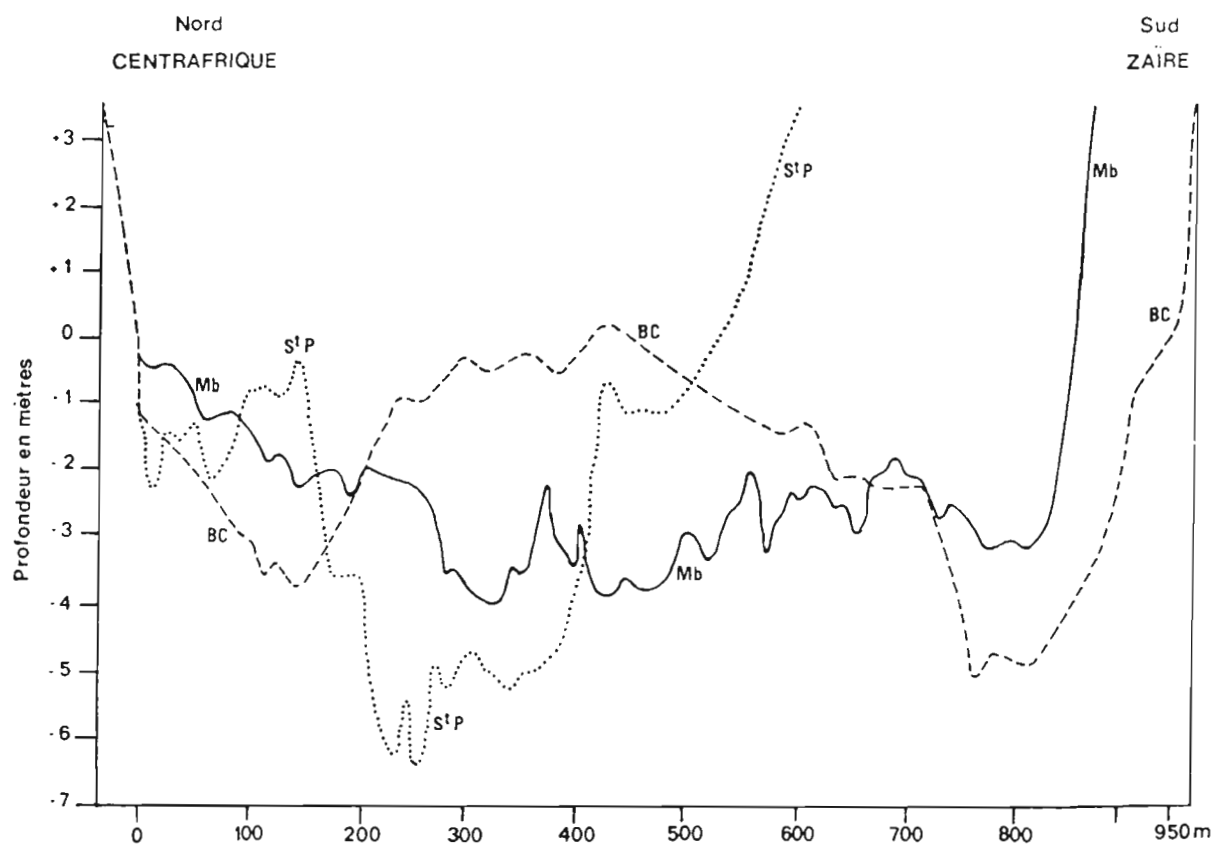


Figure 3 : Profils bathymétriques de l'Oubangui à Mboko, à St Paul, et à Bangui- Chambre de commerce

- b) L'échantillon hebdomadaire est prélevé à partir de 2 litres d'eau récoltés à 5 profondeurs différentes et mélangés. Il est préférable d'effectuer 5 analyses sur 1 litre d'eau de chaque profondeur et de calculer une moyenne pondérée par les mesures de vitesse et planimétrie suivant la formule.

Au laboratoire, le volume d'eau récolté était antérieurement tamisé sur un tamis de 50 microns puis une filtration était effectuée sur un litre tamisé. La fraction tamisée était appelée "sable" et celle filtrée appelée matières en suspension "mes". Ces qualifications devraient être abandonnées car les analyses granulométriques ont mis en évidence dans les "sables" la présence d'une fraction inférieure à 50 microns qui provient des particules collées sur les fibres végétales ainsi qu'on l'observe au microscope. En effet, les médianes granulométriques des "sables" varient de 4,1 à 14,9 microns et celles des "mes" de 4,1 à 23 microns (TASTET et al. 1989). Ainsi, le tamisage a été supprimé ce qui permet d'avoir un échantillon complet représentatif de toutes les suspensions sur lequel une analyse chimique ou granulométrique peut être effectuée. Cependant, la quantité de sédiment récoltée sur le filtre étant trop faible pour les analyses chimiques, il a été nécessaire d'envisager de récolter le sédiment d'une plus grande quantité d'eau. Celle-ci est d'abord décantée naturellement, le dépôt est séché, pesé et ajouté au dépôt recueilli par filtration sur une quantité déterminée, environ 1 litre ou plus si nécessaire. Une première comparaison entre les valeurs obtenues par décantation avec quelques cc de C1H et celles provenant de la filtration mettent en évidence une meilleure précision de la méthode par filtration (table 1). La perte de poids notée provient de l'élimination par siphonage des particules de diamètre inférieur à quelques microns. Or celles-ci sont très abondantes dans les suspensions de l'Oubangui.

- c) La méthode du prélèvement mensuel qui consiste à prélever 12 litres aux cinq profondeurs et d'étudier chaque échantillonnage séparément est bien au point malgré la complexité des préparations pour les envois aux différents laboratoires. Il est seulement souhaitable, comme pour l'hebdomadaire, de supprimer le tamisage avant la filtration, pour les études granulométriques seulement.

3) Représentativité de la concentration moyenne mesurée à la station Saint Paul.

Les vitesses qui conditionnent la capacité de transport de l'eau sont maximales entre 2 et 2,5 m de profondeur. Elles sont constantes en surface le long du fleuve, malgré les variations de largeur, mais diminuent rapidement en dehors du chenal, avec la profondeur. Les vitesses à 30 cm au-dessus du fond, inférieures à 0,5 m/s durant les mesures laissent supposer que le transit sédimentaire par charriage est négligeable en dehors des crues. C'est pourquoi on constate une permanence des dépressions et des zones de bancs de sable. Un léger encaissement du fleuve pourrait expliquer l'abaissement apparent du plan d'eau par rapport aux pointements rocheux qui gênent la navigation indépendamment des bancs de sable.

Sur le profil transversal de Saint Paul les concentrations sont nettement plus élevées dans le chenal que vers les rives du fleuve (Fig. 4b) pour les vitesses mesurées (Fig. 4a). De plus, on observe en surface une couche d'eau de concentration nettement plus faible que le reste, sans relation directe avec une variation de la vitesse. Il s'agit probablement d'une masse d'eau provenant des dernières pluies et insuffisamment mélangée au reste du débit liquide. Les concentrations sont plus élevées au-dessus du fond.

Sur les profils le long du fleuve (tables 2a et 2b) les concentrations sont relativement plus élevées à la station Saint-Paul. On note également une couche d'eau supérieure de concentration plus faible en surface et une couche d'eau inférieure au-dessus du fond de concentration plus forte.

Les mesures effectuées à la station Saint-Paul sont représentatives de l'ensemble du bief avec un écart de l'ordre de 10 %.

Profondeurs	Vitesses	Mélange et Filtration	Filtration	Décantation et Filtration
m	m/s	en mg/l	en mg/l	en mg/l
0,1	1,17		50,2	43,0
2,0	1,18		37,3	52,8
6	0,82		47,6	52,7
9	0,88		48,1	51,9
11,15	0,76		49,4	53,8
Moyenne arithmétique		47,44	46,5	50,8
Moyenne pondérée et planimétrée			43,2	49,1

Table 1. - Comparaison des concentrations en suspension par des techniques différentes sur les mêmes prélèvements à la station Saint Paul le 30/8/1989 pour un débit de 4.080 m³/s.

Table 2a. Comparaison des concentrations en suspension entre la station St Paul, le chenal de la Chambre de Commerce et le chenal Zaïrois le 30 Août 1979 pour le débit 4.340 m3/s.

Profondeur m	le 24/08/1989				le 7/09/1989			
	Saint-Paul		Mboko		Saint-Paul		Mboko	
	Vitesses m/s.	Concent. mg/l	Vitesses m/s.	Concent. mg/l	Vitesses m/s.	Concentr. mg/l	Vitesses m/s.	Concentr. mg/l
0,1	0,93	42,0	0,94	38,5	1,09	38,5	1,04	45,6
1,5			0,95	49,1				
2,0	0,94	44,3			1,08		1,09	43,4
2,5					1,10	41,6		
2,75			0,95	45,2				
3,5							0,95	42,7
4,0			0,81	46,5				
4,5								
5,0	0,91	48,2			0,92	40,3		
5,5							0,96	42,4
7,5	0,86	49,8						
8,0					0,76	56,1		
8,2								
10,27	0,45	52,8						
11,23					0,51	46,3		
Moyenne planimétrée		50,88		47,52		44,6		45,2

Table 2b. Comparaison des concentrations en suspension entre la station Saint-Paul et Mboko pour les débits de 3.990 m³/s. le 24/08/89 et 4.730 m³/s le 7/09/1989.

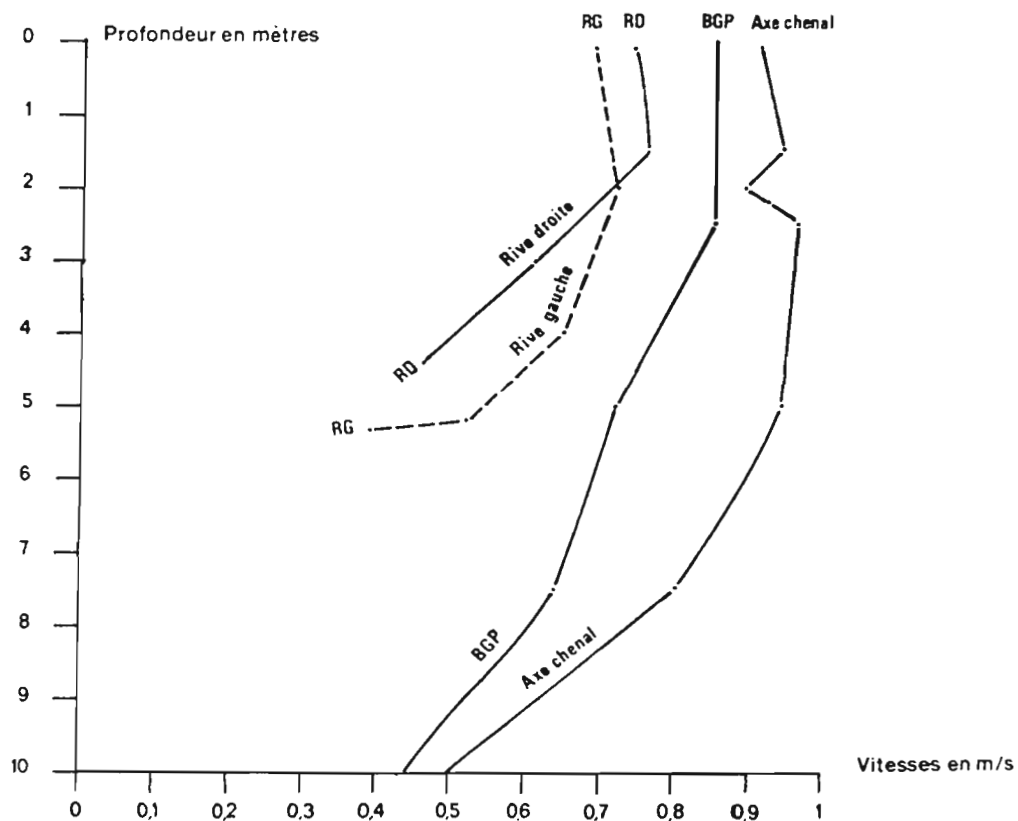


Figure 4a : Vitesses en fonction de la profondeur sur le profil transversal St Paul pour le débit 2880 m³/s le 9 Août 1989

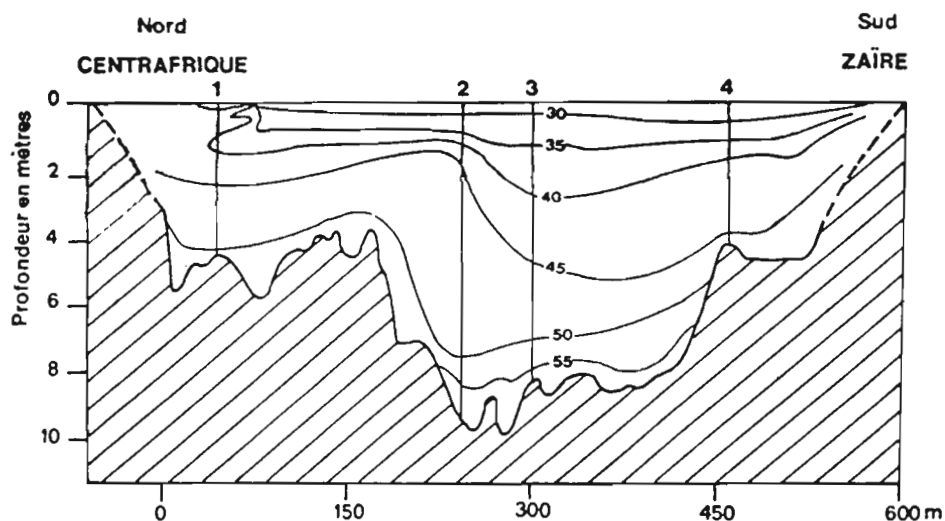


Figure 4b : Position des Isoconcentrations sur une transversale à BGP pour le débit 2880 m³/s (9 Août 1989)

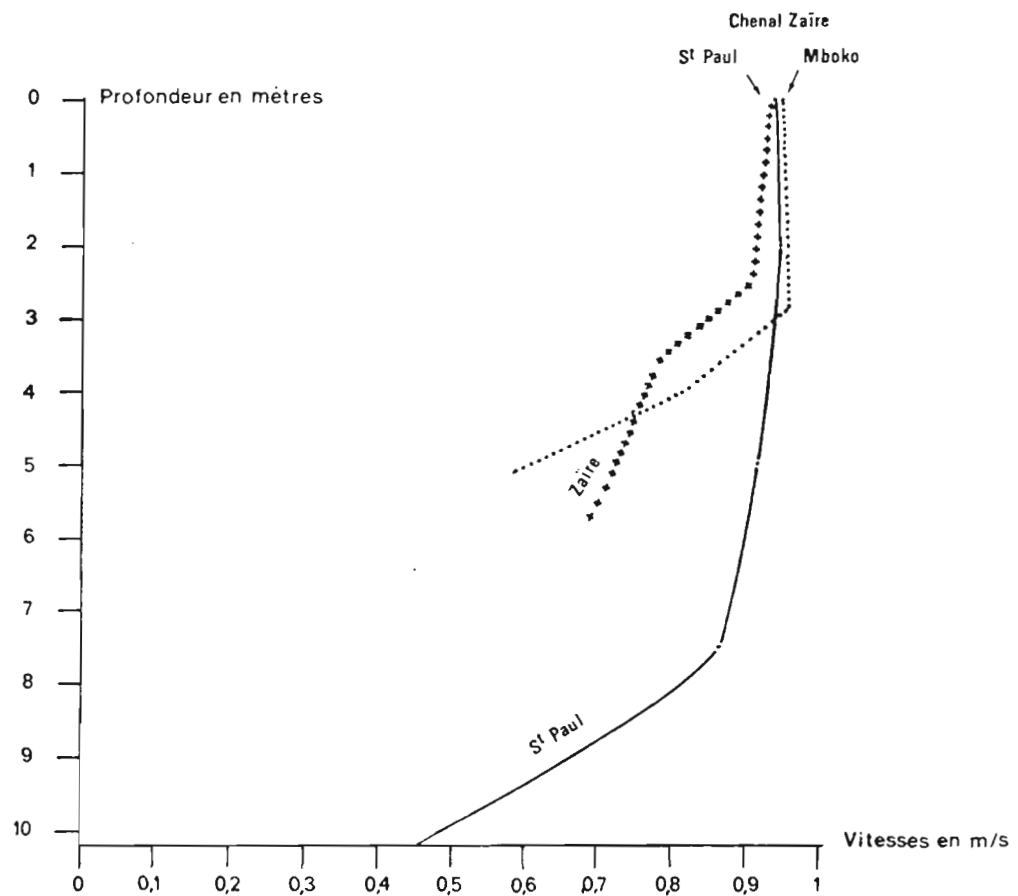


Figure 5 : Vitesses en fonction de la profondeur sur un profil longitudinal
(Stations Mboko - St Paul - Chenal Zaïre) le 24 Août 1989
pour le débit de l'Oubangui à Bangui 3990 m³/s

De même, les tables 3a et 3b mettent en évidence une variation correlative entre les concentrations journalières en surface aux sites de prélèvements de l'Hôtel et de la station Saint-Paul, et les concentrations moyennes sur une verticale à la station Saint-Paul.

Cependant, les écarts en % sont élevés et nécessitent un plus grand nombre de mesures dans une journée, pour connaître l'évolution des variations dues, soit aux masses d'eau soit au type de prélèvement. En effet, selon la bouteille de prélèvement utilisée, les valeurs obtenues sont différentes. Ainsi la mesure de la concentration est une valeur relative dépendante de la technique utilisée.

Les relations entre la concentration moyenne hebdomadaire de la station Saint-Paul et les vitesses moyennes (Fig. 6) indiquent nettement que la charge solide en suspension est moins liée à la vitesse qu'au facteur climatique. En effet, les valeurs de concentration sont les plus élevées en août au début de la saison des pluies alors que les vitesses n'ont pas encore atteint leur valeur maximale. Lorsque la vitesse, donc le débit liquide, est plus importante, la charge solide n'augmente pas dans les mêmes proportions mais au contraire est diluée ; ensuite, elle diminue plus rapidement que la vitesse. Les pluies après la saison sèche lessivent les sols et chargent les eaux du fleuve avec des valeurs de l'ordre de 50 mg/l dans l'Oubangui. Une fois les sols lessivés, les concentrations sont nettement inférieures pour une même vitesse donc un même débit.

4) Nature des suspensions.

Les suspensions observées au microscope sont constituées de grains de quartz principalement et des boules d'agrégats d'argile. Ces argiles sont, selon les rayons X, de la kaolinite principalement, et de la goéthite. Les grains de quartz, souvent collés sur les fibres végétales, sont tous luisants mais subémoussés à émoussés pour les plus gros et anguleux pour les plus petits, sans trace d'une pellicule d'oxyde. On observe également des diatomées, des éléments de crustacées et des concrétions silicieuses.

III - CONCLUSIONS

La mesure de la charge solide du fleuve Oubangui à Bangui effectuée à partir des mesures de concentration est une valeur représentative des variations de teneurs en suspension mais elle dépend de la technique de prélèvement et d'analyse. Les analyses par filtration donnent les meilleurs résultats mais sont longues lorsque les concentrations sont relativement élevées. Les variations observées le long des profils transversaux et longitudinaux sont de l'ordre de 10 à 20 %. Elles peuvent être plus élevées entre la mesure de surface et la moyenne verticale lors des pluies par suite de la présence en surface d'une masse d'eau de concentration plus faible. Cependant, un changement de technique de prélèvement demande un suivi très long des mesures.

Date	Concentration à St Paul	Concentration à l'Hôtel	Ecart Cj	Ecart	Ecart
	Moyenne ver-	en surfa-	à la mo-	de	en %
	ticale Cm	ce mg/l	journaliers	yenne Ca	Cj-Cm
	mg/l	mg/l	en surface		
2/3/88	3,07	2,93	1,2	- 1,87	- 1,73
2/3/88	1,54	1,54		- 0,34	- 0,34
6/4/88	1,6	1,0	9,3	+ 7,7	+ 8,30
6/4/88	1,63	1,7		+ 7,67	+ 7,5
12/4/88	1,69	1,2	1,8	+ 0,11	+ 0,6
12/4/88	2,02	1,2		- 0,22	+ 0,6
4/5/88	5,6	7,2	14,6	- 9,0	+ 7,4
4/5/88	5,5	6,0		- 9,1	+ 8,6
3/6/88	14,5	21,7	10,0	- 4,5	-11,7
3/6/88	13,9	10,6		- 3,9	- 0,6
6/7/88	23,6	28,6	24,3	+ 0,7	- 4,3
6/7/88	26,3	27,0		- 2,0	- 2,7
3/8/88	38,4	45,3	28,5	- 9,9	-16,8
3/8/88	28,1	31,7		+ 0,4	- 3,2
16/9/88	54,9	75,7	50,4	- 4,5	-25,3
16/9/88	54,4	71,1		- 4,0	-20,7
23/11/88	42,3	51,8	24,2	-18,1	-27,6
23/11/88	67,7	49,7		-43,5	-25,5
21/12/88	19,0	18,6	19,3	+ 0,3	+ 0,7
21/12/88	16,3	18,3		+ 3,0	+ 1,0
Moyenne	des écarts			- 4,55	- 5,3
					36,6

Table 3a-Variations des concentrations journalières prélevées
à l'Hotel par rapport aux concentrations hebdomadaires
à Saint-Paul durant l'année 1988 Valeur non retenue.

Date	Concentration Moyenne Cm à St Paul planimétrée mg/l	Concentration en surfa- Csp à St Paul (brute) mg/l	Concentration journalière en surface Cjp	Ecart avec la moyenne		
				Cjp-Cm	Ecart en %	
4/1/89	16,7		13,4	- 3,3	19	
11/1/89	13,0		13,7	+ 0,7	5	
18/1/89	12,4		11,0	- 1,4	11	
25/1/89	8,7	7,3	6,3	- 2,4	27	
02/2/89	4,8		5,4	+ 0,6	12	
09/2/89	1,4		3,8	+ 2,4	171	non retenue
15/2/89	4,4		3,1	- 1,3	29	
21/2/89	3,4	2,38	4,2	+ 0,8	23	
01/3/89	2,8		1,9	- 0,9	32	
05/4/89	1,3		1,9	+ 0,6	46	
31/5/89	18,0		13,9	- 4,1	23	
08/6/89	20,1		14,8	- 5,3	26	
14/6/89	12,3	8,9	12,8	+ 0,5	4	
21/6/89	31,6		22,8	- 8,8	27	
28/6/89	21,7		17,8	- 3,9	18	
05/7/89	26,6		24,0	- 2,6	9	
12/7/89	22,4	12,8	17,7	- 4,7	21	
12/7/89	21,8		17,7	- 4,1	18	
19/7/89	49,3		47	- 2,3	4	
27/7/89	44,84		43,7	- 1,14	3	
02/8/89	46,4		44,4	- 2,0	4	
09/8/89	44,2	28,2	45,0	+ 0,8	2	
16/8/89	45,6	43,2	33,3	- 12,7	38	
24/8/89	50,88	42,0	52,2	- 1,32	2	
30/8/89	43,2	50,2	48,6	+ 5,4	11	

Table 3b - Variations des concentrations journalières en suspension prélevées à l'Hôtel par rapport aux concentrations moyennes hebdomadaires prélevées à Saint Paul en 1989.

Date	Hôtel		Rock-club		Saint-Paul
	Cj	Cb	Cj	Cb	C de surface
16/8/89	33,3	55,6			43,2
30/8/89	48,6	68,7			58,7
05/9/89	44,9		48,8	67,2	
06/9/89	45,3		42,1	59,3	
07/9/89			42,7	63,7	
08/9/89	44,2		43,3	57,3	

Table 4. - Comparaison des valeurs de concentrations en suspension de l'Oubangui prélevées avec un flacon Cj avec une bouteille à petit orifice Cb d'une part à l'Hotel d'autre part au ponton du Rock-Club.

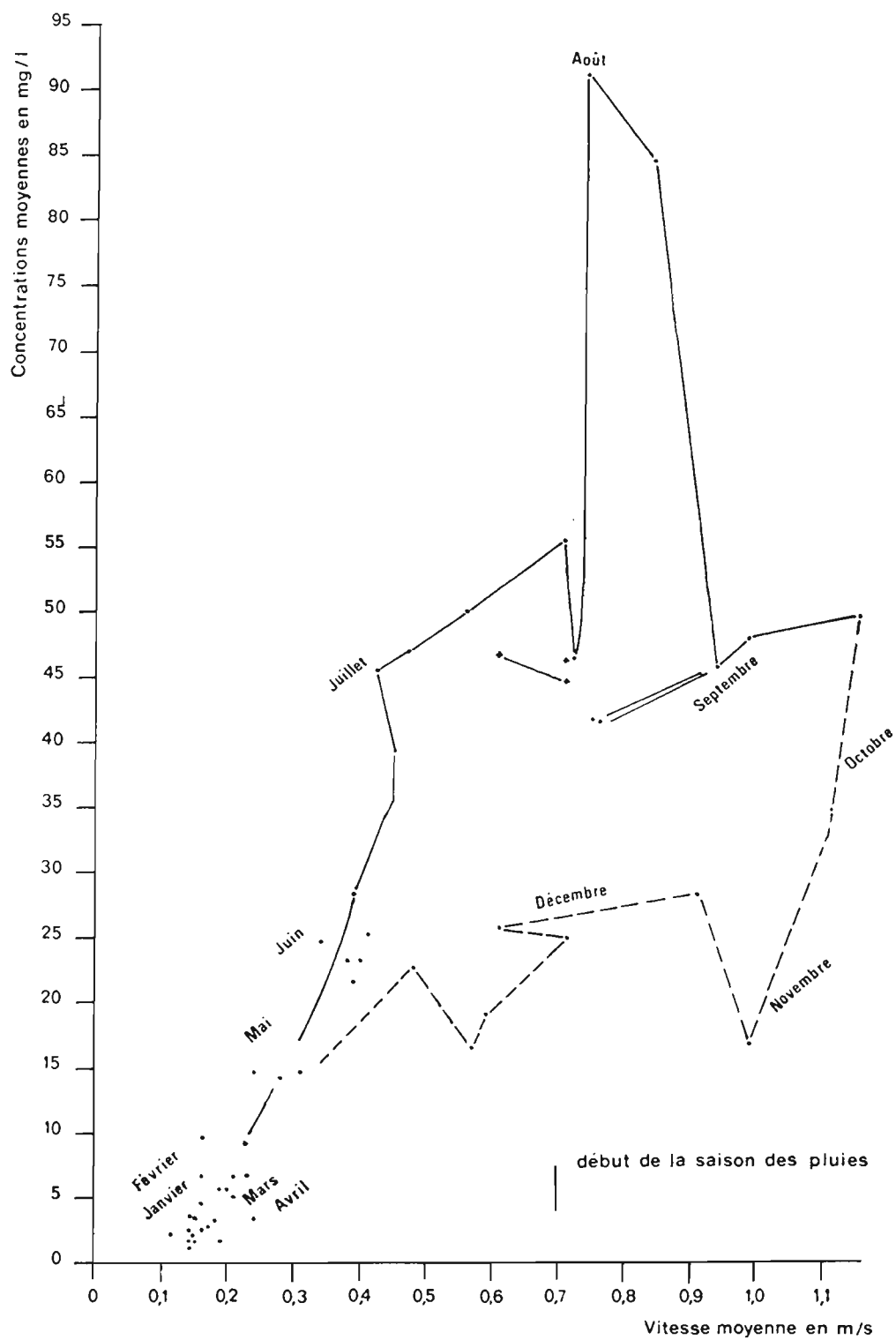


Figure 6 : Variation des concentrations moyennes de suspensions en fonction des vitesses moyennes durant l'année 1988

CARACTERISATION ET FONCTIONNEMENT HYDROCHIMIQUE DU BASSIN DE LA NGOKO A MOLOUNDOU (CAMEROUN)

MISE EN PLACE DE L'ETUDE ET PREMIERES MESURES

SIGHA NKAMDJOU (CRH/ORGM)

1. INTRODUCTION

Malgré le nombre élevé des travaux réalisés sur les bilans géochimiques des bassins fluviaux, aucune étude systématique n'a été menée sur le fonctionnement d'un écosystème forestier équatorial humide de l'Afrique Centrale.

Le choix de la Ngoko, tributaire rive droite du fleuve Congo (ou Zaïre) drainant un bassin strictement forestier d'environ 70 000 km² à son exutoire de Moloundou, répond à ce type de recherche. Son étude s'intègre dans la thématique développée dans les Grands Bassins Fluviaux (GBF) du programme PIRAT de l'ORSTOM-INSU. Il s'agit de la connaissance de son régime hydrologique et des exportations de matières (suspension et solution) devant conduire à la compréhension des processus de dégradation et d'altération. Cette note rend compte de l'évolution des travaux réalisés en 1988-1989.

2. DESCRIPTION SOMMAIRE DU BASSIN

D'une longueur de 852 km², la Ngoko draine à sa sortie de Moloundou (02° 04'22" de latitude Nord et 14° 55'54" de longitude Est) une superficie de 67 800 km².

Elle est formée des fleuves Dja (rive droite) et Boumba (rive gauche) qui confluent à 2 km en amont de Moloundou.

Le relief est doux (altitudes variant entre 400 et 800 m).

Le sous-sol est constitué des formations précambriennes représentées par le groupe du Ntem (complexe calco-alcalin), la série de Mbalmayo-Bangbis (gneiss micashistes), la série du Dja inférieur (quartzites), la série du Dja Supérieur (formations carbonatées) et du complexe tillitique de Moloundou.

Les sols sont des sols ferrallitiques épais contenant une couche dure de cuirasse ferrugineuse.

Le bassin est couvert de la forêt primaire de type équatorial ombrophile.

Le climat est de type équatorial chaud à quatre saisons dont 2 sèches (novembre-mars et juin-août) et deux pluvieuses (août-novembre et mars-juin).

3. METHODOLOGIE DE TRAVAIL

L'approche du fonctionnement hydrochimique d'un bassin versant nécessite la connaissance du régime hydrologique et des exportations de matières du fleuve qui le draine.

Des tournées mensuelles de mesures de débits et de prélèvements des échantillons d'eau étaient prévues sur la Ngoko après l'installation de la station hydrométrique. Mais en 1988-89, seules trois tournées ont été effectuées pour des raisons d'ordre pratique.

Les mesures des paramètres physicochimiques sur le terrain ont montré que les eaux des deux tributaires (Dja et Boumba) n'étaient pas homogénéisées à 5 km en aval de leur confluence, ce qui nous a conduit à suivre également leur régime hydrologique et de flux de matières à partir d'avril 1989.

Nous expliquerons plus loin les différents traitements effectués sur ces échantillons d'eau.

4. LES STATIONS LIMNIMETRIQUES ET LEUR ETALONNAGE

4.1. La NGOKO à MOLOUNDOU

Cinq éléments d'échelles de (0-1) à (4-5) ont été installés le 9 mai 1987. Ils ont été complétés le 11 novembre 1987 par les éléments de (5-6) à (9-10). Le zéro de l'échelle se trouve à 10,891 m sous la borne CRH.

Une courbe de tarage a été établie à partir de 15 jaugeages effectués de mai 1987 à avril 1989.

4.2. Le DJA à Moloundou-Sotref

Quatre éléments d'échelles de (0-1) à (3-4) ont été installés le 13 avril 1989. Le zéro de l'échelle se trouve à 11,877 m sous la borne CRH. Deux jaugeages ont été déjà effectués.

4.3. La Boumba à Moloundou-Bac

Six éléments d'échelles de (0-1) à (5-6) ont été installés le 12 avril 1989 en aval du bac. Le zéro de l'échelle se trouve à 7,71 m sous la borne CRH. Deux jaugeages ont été effectués.

5. PRELEVEMENT DES ECHANTILLONS D'EAU

A chaque tournée on a prélevé 15 x 10 litres et (15 x 2) x 1 litres d'eau sur la Ngoko à l'aide d'une pompe japy, régulièrement répartis sur la section en travers du jaugeage liquide. On procède en même temps aux mesures des paramètres physicochimiques (température, pH et conductivité).

Afin de cerner les caractéristiques physicochimiques et la Ngoko et de ses tributaires, on prélève au préalable sur chacun d'eux 10 litres d'eau qui serviront de témoin.

En outre, l'observateur de cette station est chargé de prélever 1 litre d'eau par semaine.

6. TRAITEMENT DES ECHANTILLONS D'EAU

Les 50 litres d'eau sont expédiés à J.P. THIEBAUX (ORSTOM - BANGUI) pour centrifugation (nous ne disposons pas encore d'une centrifugeuse). Cette manipulation permet de recueillir 2 à 5 g de sédiments sur lesquels seront faites des analyses chimiques et minéralogiques.

Les (2 x 15) x 1 litres sont traités au laboratoire du CRH/ORGM de la manière suivante :

- a) 15 x 1 litres sont filtrés sur millipore pour la quantification des matières en suspension (MES).
- b) Sur les 15 autres litres se font des analyses chimiques suivant des méthodes qui sont en train d'être mises au point.

7. LES RESULTATS

Au moment où nous rédigeons cette note, nous n'avons obtenu des résultats que sur les MES, ceux des analyses minéralogiques et chimiques étant encore en cours.

Les résultats des mesures physicochimiques montrent une variation transversale. En effet, à l'exception de la température qui est constante, la conductivité et le pH croissent de la rive droite vers la rive gauche. Sur une même verticale, leurs valeurs sont quasiment identiques.

Des résultats des matières en suspension, il se dégage également une tendance, celle de fortes teneurs en rive droite et de faibles en rive gauche. Le tableau ci-joint rassemble les variations moyennes par verticale et les moyennes de différents paramètres mesurés.

Il ressort de ce tableau que malgré les fortes variations des teneurs ponctuelles des MES prélevées à de différentes cotes, la concentration moyenne reste constante pour les trois prélèvements.

CONCLUSION

Les mesures réalisées sur la Ngoko à 5 km en aval de la confluence du Dja et de la Boumba montrent que ces deux cours d'eau ont des caractéristiques physicochimiques différentes et ne sont pas encore homogénéisées à cette section de jaugeage. On note également que la charge solide véhiculée en suspension est constante quel que soit le débit. Cette constance de la charge en suspension pourrait être liée à l'absence de ruissellement sous forêt si les futurs prélèvements la confirment.

Mais l'irrégularité des mesures due aux moyens financiers réduits, à la distance (Moloundou se situe à 1 000 km de Yaoundé), au mauvais état de la route et à l'équipement encore en cours du laboratoire d'analyses (absence de centrifugeuse, de produits et d'appareils perfectionnés pour les analyses chimiques) ne permet pas encore un bon suivi du régime hydrologique et de transferts des matières particulières et dissoutes de ce cours d'eau qui draine une forêt équatoriale où l'influence anthropique reste encore très réduite. Les conclusions ci-dessus ne sont donc que provisoires et ne pourraient être confirmées qu'avec une série longue de mesures régulièrement réparties dans le temps et dans l'espace.

**Variations moyennes par verticale
et paramètres physico-chimiques**

Date : 12.11.88 H = 557 Q1 = 1 286 Qs = 28,8									
	DJA (RD)	1 (RD)	2	3	4	5	Témoin RG	BOUMBA RG	Moyenne NGOKO
T.	22,0	24,8	24,8	24,8	24,9	24,8	24,8	25,3	24,8
PH	6,58	6,53	6,69	6,70	6,80	6,93	6,95	7,05	6,73
Cond.	90,0	83,3	80,0	80,0	96,7	93,3	100	100	86,7
MES	35,3	7,20	35,3	22,3	27,6	25,5	30,8	30,0	22,2

Date : 18.01.89 H = 167 Q1 = 281 Qs = 6,16									
	DJA (RD)	1 (RD)	2	3	4	5	Témoin RG	BOUMBA RG	Moyenne NGOKO
T.	27,5	23,9	24,0	24,0	23,4	23,2	23,2	25,0	23,7
PH	7,09	7,42	7,51	7,67	7,74	7,70	7,72	7,32	7,61
Cond.	100	96,7	100	100	120	120	120	120	107
MES	18,3	23,0	19,0	21,4	20,5	18,3	22,9	18,7	21,9

Date : 15.04.89 H = 126 Q1 = 227 Qs = 4,83									
	DJA (RD)	1 (RD)	2	3	4	5	Témoin RG	BOUMBA RG	Moyenne NGOKO
T.	30,0	27,0	26,9	27,0	27,0	27,0	26,5	-	27,0
PH	6,90	7,33	7,40	7,37	7,42	7,74	7,73	-	7,45
Cond.	100	100	100	120	120	147	120	-	117
MES	22,2	22,3	20,9	18,4	21,0	17,7	12,3	12,3	21,3

H = Cote en cm Q1 = Débit liquide en m³/s Qs = Débit solide en kg/s

T. = Température en °C

Cond. = Conductivité en µs/cm

MES = Matières en suspension en mg/l

RD = Rive droite RG = Rive gauche

N° 1 à 5 = verticales de RD à RG

2ème PARTIE

CARACTERISATION DES SUSPENSIONS ET SEDIMENTOLOGIE

MICROGRANULOMETRIE DES SUSPENSIONS DE L'OUBANGUI ET DU CONGO

CAMPAGNE 1987

J.P. TASTET, J.M. JOUANNEAU, C. LATOUCHE

I.G.B.A. - UA 197 - Université de Bordeaux I
351 cours de la Libération - 33405 TALENCE Cedex

INTRODUCTION

Les résultats présentés dans cet article se rapportent essentiellement à des échantillons prélevés par les antennes ORSTOM de Bangui (République Centrafricaine) et de Brazzaville (Congo) à la fin de 1986 et au cours de l'année 1987.

Il s'agit : soit de matières en suspension (MES) prélevées sur filtre (de maille 0,45 μm) à Bangui (Oubangui), à Brazzaville (Congo) et quelques affluents de l'Oubangui, soit de "sables" correspondant à des refus de tamis de 50 μm .

91 échantillons ont été ainsi analysés.

L'objectif de ce travail préliminaire qui s'inscrit dans le cadre du programme général GBF/PIRAT de l'INSU et de l'ORSTOM étant de dégager le domaine de variation de la taille des matières en suspension transportées par l'Oubangui et le Congo au cours d'un cycle annuel.

METHODE

Dans un premier temps les matières en suspension recueillies sur filtre sont récupérées après passage dans une cuve à ultra-sons. Les analyses granulométriques proprement dites sont alors réalisées sur un granulomètre MALVERN à laser (modèle 3600E).

La lumière d'un faisceau laser He-Ne de faible puissance, traverse une suspension.

La lumière diffractée est focalisée par une lentille en une image de diffraction stationnaire, fonction de la taille des particules en suspension. Cette image est analysée par un détecteur à photodiodes. Un calculateur déduit la distribution en volume des particules qui conduit à l'image analysée, en supposant les particules sphériques. Les graphiques et tableaux de chiffres sont alors donnés directement sur une imprimante (Fig. 1).

RESULTATS

Les tableaux ci-après donnent les valeurs de la médiane en un μm et de la teneur en % de particules supérieures à 4 μm des sédiments analysés.

Les figures 1 et 2 montrent comment varie la médiane des suspensions de l'Oubangui en fonction du temps et du niveau d'eau du fleuve. On constate que, d'une façon générale, la granulométrie des particules est

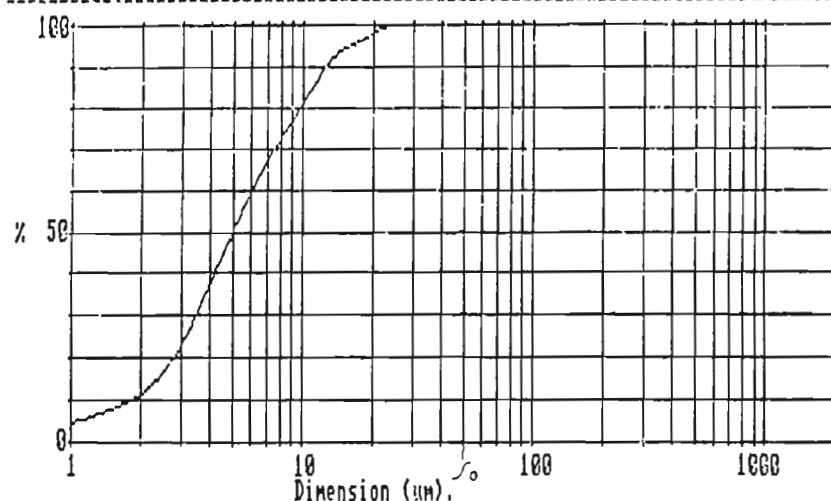
d'autant plus grossière et variable que le niveau de l'eau est bas. En haut niveau les suspensions sont "stabilisées" avec une médiane quasi constante à $6 \pm 2 \text{ um}$, on peut penser qu'en bas niveau la turbulence maintient en suspension des particules plus grossières, une modification de la nature même des M.E.S. en période de basse eau (fraction organique grossière autochtone plus importante) pourrait également être la cause de cette différence. La figure 3 montre que les matières en suspension du Congo ont une médiane variant de 9 à 14 um . A l'inverse des observations faites précédemment en ce qui concerne l'Oubangui, on ne remarque pas de relation directe entre la médiane des M.E.S. à Brazzaville et les fluctuations du débit liquide du Congo.

CONCLUSIONS

Un certain nombre d'enseignements peuvent être dégagés de cette première étude :

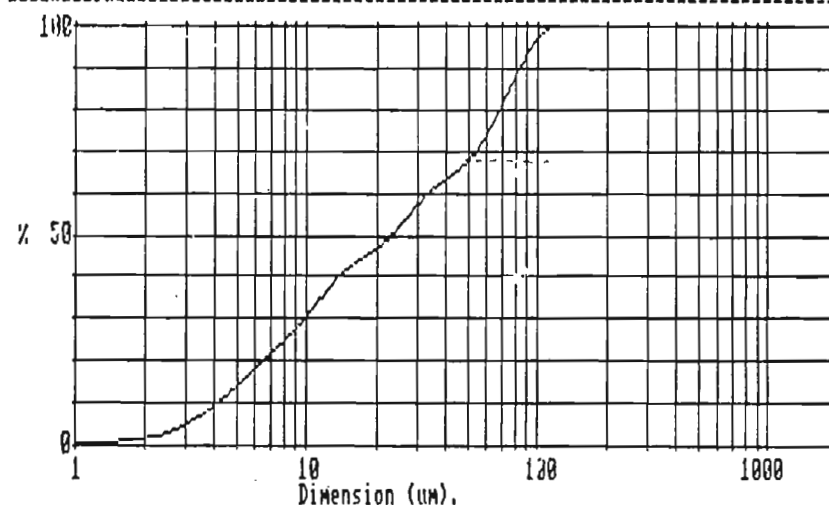
- en règle générale les M.E.S. sont plus fines à Bangui qu'à Brazzaville,
- une évolution saisonnière de la taille de ces suspensions peut être mise en évidence à Bangui, ce n'est pas le cas à Brazzaville,
- les échantillons recueillis sur les tamis de 50 um "sables" ne correspondent pas à la fraction recherchée, il s'agit en fait de silts fins à moyens (médiane de 1 à 20 um),
- la granulométrie des suspensions provenant des affluents de l'Oubangui ne diffère pas sensiblement de celle des suspensions de l'Oubangui lui-même.

Malvern / Instrument EASY Granulometre M3.1



Echantillon:- OUBANGUI + Affluents Ech. B 36 Enregistr. No 81

Malvern / Instrument EASY Granulometre M3.1



Echantillon:- OUBANGUI + Affluents Ech. B 13-1 Enregistr. No 57

Malvern / Instrument EASY Granulometre M3.1 Date 23-06-83 Hr 09-16

Taille microns	refus	X par classe	Taille microns	refus	X par classe	Fichiersource=Sample Enregistr. = 0 Focale = 63 mm. Type de mesure pil Valeur distribution Zone mesures = 14.3 mm. Attenuation = 0.2473 Volume Conc. = 0.0023 x Log. Diff. = 1.92 Model indep
118.4	0.0	0.0	11.1	14.5	5.8	D(v,0.5) = 3.0 µm
102.1	0.0	0.0	9.4	20.3	5.8	D(v,0.9) = 1.8 µm
38.1	0.0	0.0	8.3	26.1	6.0	D(v,0.1) = 12.5 µm
76.0	0.0	0.0	7.2	32.2	6.7	D(4,3) = 6.4 µm
65.6	0.0	0.0	6.2	38.9	7.7	D(3,2) = 3.4 µm
56.6	0.0	0.0	5.3	46.6	8.1	Span = 2.1
48.0	0.0	0.0	4.6	54.7	8.0	Surface Specif. 0.46 sq. a./cc.
42.1	0.0	0.0	4.0	62.7	7.9	
36.3	0.0	0.0	3.4	70.6	6.9	
31.3	0.0	0.1	3.0	77.5	5.4	
27.0	0.2	0.1	2.6	82.9	3.8	
23.3	0.3	1.5	2.2	86.7	2.6	
20.1	1.8	2.1	1.9	89.3	1.9	
17.4	3.9	1.8	1.6	91.2	1.4	
15.0	5.6	3.3	1.4	92.6	1.2	
12.9	8.9	5.6	1.2	93.8	1.4	

Echantillon:- OUBANGUI + Affluents Ech. B 36 Enregistr. No 81

Malvern / Instrument EASY Granulometre M3.1 Date 28-06-88 Hr 10-17

Taille microns	refus	X par classe	Taille microns	refus	X par classe	Fichiersource=Sample Enregistr. = 0 Focale = 63 mm. Type de mesure pil Valeur distribution Zone mesures = 14.3 mm. Attenuation = 0.2645 Volume Conc. = 0.0073 x Log. Diff. = 2.39 Model indep
110.4	0.0	2.0	11.1	66.1	4.4	D(v,0.5) = 23.0 µm
105.1	2.0	5.2	9.6	70.5	3.4	D(v,0.9) = 4.1 µm
88.1	7.2	7.0	8.3	74.2	3.4	D(v,0.1) = 82.9 µm
76.0	14.3	7.5	7.2	77.6	3.3	D(4,3) = 36.9 µm
65.6	21.7	6.6	6.2	80.9	3.1	D(3,2) = 10.4 µm
56.6	28.3	4.6	5.3	84.4	3.2	Span = 3.4
48.0	32.9	3.0	4.6	87.6	2.4	Surface Specif. 0.08 sq. a./cc.
42.1	35.8	2.5	4.0	90.5	2.5	
36.3	38.4	3.2	3.4	93.0	2.2	
31.3	41.6	4.1	3.0	95.2	1.0	
27.0	45.7	4.0	2.6	96.8	0.8	
23.3	49.7	3.3	2.2	97.7	0.7	
20.1	53.0	2.5	1.9	98.3	0.4	
17.4	55.5	2.3	1.6	98.7	0.3	
15.0	57.8	3.5	1.4	99.0	0.3	
12.9	61.3	4.8	1.2	99.3	0.3	

Echantillon:- OUBANGUI + Affluents Ech. B 13-1 Enregistr. No 57

Fig. 1 - Exemple de résultats microgranulométriques.

N° 81 - M.E.S. de l'Oubangui le 8.09.87 en période de haut niveau du fleuve.

N° 57 - M.E.S. de l'Oubangui le 26.03.87 en période de bas niveau du fleuve.

Tableau

Réf. de l'échant. analysé (ORSTOM)	Réf de l'analyse (Lab.Bordeaux)	Ø Médian μm	% > 4 μm
M.E.S. OUBANGUI.			
Dates	Références		
03/09/86	B 4	48	7.4
10/10/86	B 5	49	8.4
28/11/86	B 6	50	6.5
29/01/87	B 7-1	51	7.7
29/01/87	B 7-2	52	6.1
11/01/87	B 8	53	13.9
27/02/87	B 10	54	9.3
05/03/87	B 11	55	10.2
12/03/87	B 12	56	12.9
26/03/87	B 13-1	57	23.0
03/04/87	B 14	58	9.4
09/04/87	B 15	59	21.8
17/04/87	B 16	60	5.9
23/04/87	B 17	61	8.0
30/04/87	B 18-1	62	7.6
07/05/87	B 19	63	7.1
14/05/87	B 20	64	8.6
21/05/87	B 21	65	9.8
29/05/87	B 22-1	66	7.2
09/06/87	B 23	67	7.4
16/06/87	B 24	68	7.6
23/06/87	B 25	69	8.7
01/07/87	B 26	70	6.1
07/07/87	B 27	71	5.7
15/07/87	B 28	72	5.1
21/07/87	B 29	73	4.7
28/07/87	B 30-1	74	4.4
28/07/87	B 30-1	75	7.8
04/08/87	B 31	76	5.8
11/08/87	B 32	77	5.1
19/08/87	B 33	78	5.6
25/08/87	B 34	79	5.6
02/09/87	B 35	80	5.7
08/09/87	B 36	81	5.0
16/09/87	B 37	82	5.0
23/09/87	B 38	83	5.5
29/09/87	B 39	84	6.2
07/10/87	B 40	85	5.5
14/10/87	B 41	86	6.0
22/10/87	B 42	87	7.1
04/11/87	B 43	88	6.3
13/11/87	B 44	89	6.7
18/11/87	B 45	90	5.5
30/11/87	B 46	91	5.0
09/12/87	B 47	92	4.9
18/12/87	B 48	93	5.3
28/12/87	49	94	11.1
22/01/88		32	16.3

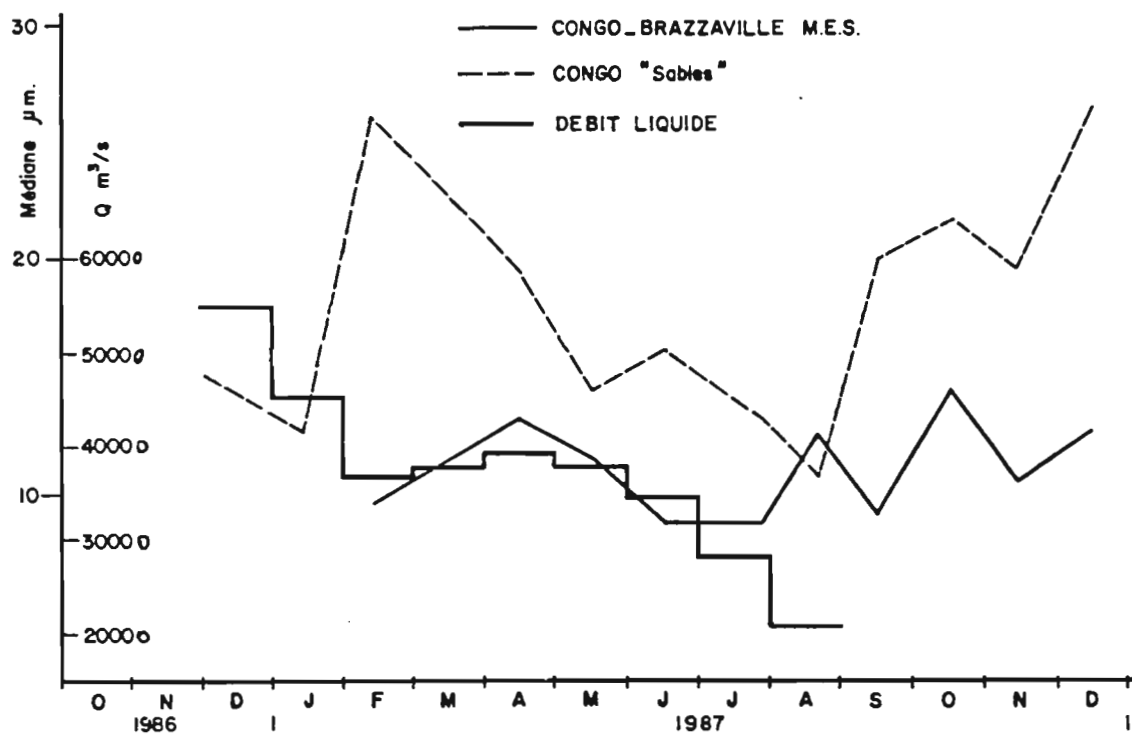
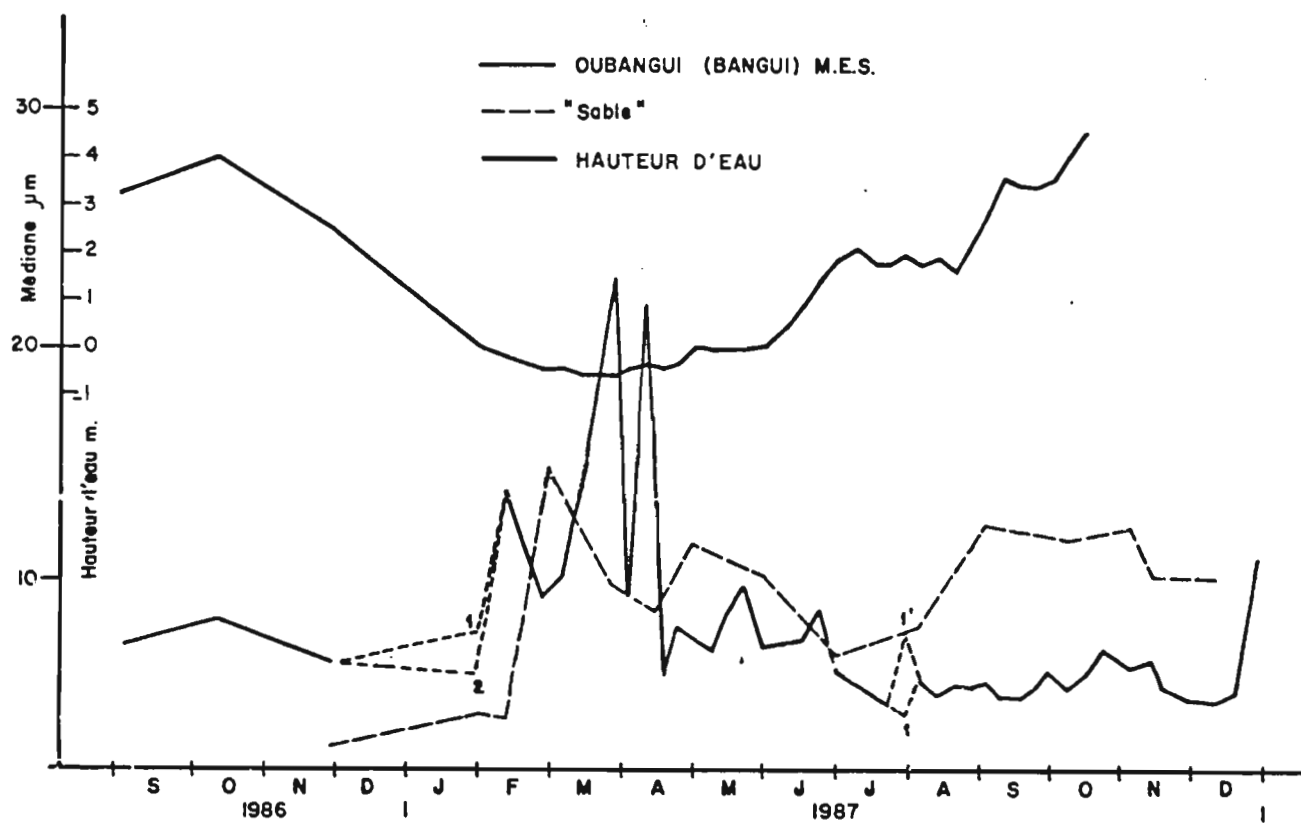
Granulométrie des transports particuliers de l'Oubangui et du Congo

Sables Oubangui	Sables Oubangui	0 Médian um	% > 4 um	% > 56 um
28.11.86	B 6 S	3.0	32,2	0.0
29.01.89	B 7 S	4.4	54,9	0.0
11.02.87 à 7.05.87	B 8 S	4.1	52,0	0.0
27.02.87	B 10 S	14.9	82,7	17.5
26.03.87	B 13 S	9.9	80,8	6.9
30.04.87	B 18 S	11.5	81,3	12.1
14.04.87 à 23.06.87	B 20 S	8.7	77,0	7.8
29.05.87	B 22 S	10.3	81,2	8.0
1.07.87 à 28.07.87	B 26 S	6.9	72,1	2.3
4.08.87 à 25.08.87	B 31 S	8.1	75,1	5.2
2.09.87 à 23.09.87	B 35 S	12.4	79,9	10.0
7.10.87 à 22.10.87	B 40 S	11.8	80,3	12.1
4.11.87	B 43 S	12.2	81,0	7.3
13.11.87 à 28.12.87	B 44 S	10.3	78,6	4.8
9.12.87	B 47 S	10.2	77,6	8.5
MES Congo	MES Congo	0 Médian um	% > 4 um	% > 56 um
13.02.87	3 F	9.6	85,4	
14.04.87	5 F	13.2	91,3	
16.05.87	6 F	11.6	87,0	
16.06.87	7 F	8.8	84,2	
27.07.87	8 F	8.8	83,4	
20.08.87	9 F	12.5	89,4	
15.09.87	10 F	9.2	83,6	
15.10.87	11 F	14.4	90,9	
13.11.87	12 F	10.6	88,1	
15.12.87	13 F	12.7	91,2	

Granulométrie des transports particuliers de l'Oubangui et du Congo

Sables Oubangui	Sables Oubangui	Ø Médian um	% > 4 um	% > 56 um
Sables Congo	Sables Congo	Ø Médian um	% > 4 um	% > 56 um
2.12.87	1	15.1	83,2	21,2
14.01.87	2	12.7	85,9	12,1
13.02.87	3	26.2	89,9	27,9
14.04.87	5	19.7	87,9	15,3
16.05.87	6	14.5	84,2	12,7
16.06.87	7	16.1	84,9	12,0
27.07.87	8	13.3	86,4	4,2
20.08.87	9	10.8	80,1	12,1
15.09.87	10	20.0	89,5	14,4
16.10.87	11	21.8	87,6	23,7
13.11.87	12	19.7	89,5	14,5
15.12.87	13	26.6	91,0	25,5

Réf. de l'échant. analysé		Réf de l'analyse	Ø Médian μm	% > 4 μm
Affluents				
28/12/86	CHINKO	26	15.3	92,2
14/12/86	MBALI	27	8.7	78,8
28/12/86	MBARI	28	5.3	65,1
27/12/86	MBOMOU	29	4.9	60,2
29/12/86	OUAKA (Bambari)	30	5.6	67,7
27/12/86	OUAKA (Dembia)	31	7.1	77,3



ETUDE DES TRANSPORTS SOLIDES DU CONGO
PREMIERS RESULTATS SUR LA GRANULOMETRIE DES MES
ET DE LA FRACTION SUPERIEURE A 50 MICRONS

MIREILLE DELAUNE - ORSTOM BONDY

PREPARATION DES ECHANTILLONS

Nous traitons en même temps la fraction fine et la fraction "sableuse" ; en effet, il est possible que l'attaque à l'eau oxygénée libère des particules détritiques de la taille des limons, qui se retrouvent alors avec les éléments fins.

- 1 - Les "sables" recueillis dans les boîtes plastique et le (ou les) filtre (s) correspondant (s) sont dispersés aux ultra-sons, dans un becher taré.
 - + le système de récupération des sables, tel qu'il est pratiqué, amène une perte d'échantillons : une partie des grains de quartz reste collée sur le scotch et ne peut plus être récupérée (même aux ultra-sons).
 - + le décollement des MES du filtre n'est pas toujours aisé ; il est très fréquent de disperser plus de 10 minutes.
- 2 - Destruction de la matière organique à l'eau oxygénée à 30 volumes, d'abord à froid, puis à chaud (3 jours maximum).
- 3 - On tamise la suspension à 50 microns.
- 4 - La fraction sableuse est recueillie dans un becher taré et séché.
- 5 - La fraction inférieure à 50 microns est concentrée, si nécessaire, et analysé au Sédigraph (1 goutte d'hexanétaphosphate à 10/1000). Nous gardons la suspension pour analyse des argiles par diffractométrie.
- 6 - La courbe granulométrique est calculée en cumulant les résultats obtenus au granulomètre automatique et le poids des sables.

COMMENTAIRES SUR L'ANALYSE DES ECHANTILLONS SABLEUX

On ne dispose que d'un seul échantillon BGP ce qui est un peu insuffisant pour faire des comparaisons valables avec CNG.

Cet échantillon BGP est granulométriquement et minéralogiquement différent de CNG : les sables sont plus fins (médiane : 350 microns) et caractérisés par l'association épidotes/hornblendes qui pourrait provenir de massifs de roches vertes (amphibolites ?) ; cette association ne se retrouve pas en CNG.

Echantillons CNG : les sables sont grossiers et peuvent être regroupés en deux lots

- 1 - 18/8/88 et 15/9/88 très grossiers (médianes à 605 et 740 microns)

2 - 14/10/88 et 15/4/88 et fond, grossiers (médianes de 418, 520 et 461 microns).

Cette coupure correspond-elle à une différence saisonnière de débit ?

La minéralogie des 5 échantillons CNG est la même et caractérisée par la présence de minéraux du métamorphisme (disthène, staurotide et grenat). Il faut noter en CNG 23 la présence de zircon, pour laquelle on peut envisager deux hypothèses :

- 1 - la présence, en CNG 23, d'une fraction sableuse fine et, corrélativement, présence de zircon qui, par sa taille, se trouve préférentiellement dans la fraction sableuse fine (inf. à 100 µm).
- 2 - un lieu de prélèvement différent de celui des autres échantillons CNG par exemple, près de tributaires drainant des zones de cratons granitiques ?

Conglomérat : la matrice est essentiellement sableuse ; le sable est fin et bien trié (médiane : 253 microns - So :

Par rapport aux sables du Congo et de l'Oubangui la minéralogie des sables est plus proche de celle de BGP, surtout par la présence d'épidotes.

Galets : on observe deux populations, l'une de 10 à 20 m/m, l'autre plus grossière (31 à 50 m/m).

La première population est composée surtout de quartz (40 %), puis de jaspes noirs (19 %), roches diverses (13 %) et débris de cuirasse (7 %).

La fraction grossière comprend des roches diverses, débris de cuirasse roulés et des jaspes noirs.

PROBLEMES RENCONTRES EN SEDIMENTOMETRIE

SUR LES ECHANTILLONS DU CONGO

F. DUGAS, M. DELAUNE (ORSTOM, Montpellier et Bondy).

Au cours de la réunion du 16 juin 1988 entre sédimentologues impliqués dans l'opération "Grands bassins Fluviaux", un examen des protocoles analytiques a permis de montrer des techniques différentes suivant les laboratoires.

La réunion du 16 juin laisse comme auparavant libre choix des analyses aux intervenants car le matériel est abondant. On retiendra que des microgranulométries sur échantillons mensuels sont faites à Bordeaux. La technique employée est celle du laser (appareil Malvern très cher mais qui peut analyser de faibles concentrations) ; les échantillons ne sont pas attaqués, seulement désagregés par ultrasons. L'attaque H_2O_2 est considérée comme bonne par tous. On retiendra également que Perpignan fait des études de morphoscopies et des dissolutions de la silice vues au MEB. Les analyses d'argile aux rayons X sont faites parfois mais sans autre but qu'un inventaire général et ne passionnent pour l'instant personne. Larry DOYLE de l'Université South Florida doit traiter quelques filtrats pour une étude à la microsonde.

A Bondy les méthodes sont également différentes et des tests de comparaison doivent être faits.

On relève :

- 1 - les granulométries effectuées à Bordeaux sont faites sur un appareil différent de celui utilisé à Bondy.

On ne sait pas si des tests comparatifs ont été faits : en ce qui concerne le Laboratoire de Bondy, on va essayer de passer sur granulomètre Malvern (le siège est dans la banlieue parisienne) 1 ou 2 échantillons déjà analysés au Sedigraph 5000, qui est l'appareil utilisé à Bondy.

- 2 - la dispersion et la mise en suspension des échantillons diffèrent également entre les deux laboratoires.

Pour une granulométrie nous faisons toujours une destruction de la matière organique par attaque à l'eau oxygénée.

Nous avons d'ailleurs eu l'opportunité de faire des tests pour un pédologue de l'ORSTOM qui travaille plus spécialement sur la matière organique : il s'agissait sur un même échantillon, de faire la granulométrie avec et sans attaque à l'eau oxygénée.

La dispersion mécanique était faite par passage 10 minutes aux ultras-sons. Les résultats obtenus (ci-joint) montrent bien que l'attaque à l'eau oxygénée joue un rôle très important dans la dispersion des particules argileuses.

(Nous préférons ici, l'agitation mécanique -4 H minimum- à la dispersion par ultras-sons ; mais ce procédé ne peut être appliqué aux échantillons PIRAT pour lesquels la récupération des MES, collés sur les filtres, ne peut se faire que par ce procédé et à cause de la très faible quantité d'échantillon).

Les résultats obtenus sur deux essais de granulométrie :

- 1 - Bad 2 échantillons regroupés.
- 2 - BGP 4 échantillons regroupés.

Ils sont très différents de ceux de Bordeaux ; une stratégie commune devrait être définie avant de continuer l'analyse de ces échantillons.

L'analyse chimique des suspensions effectuée au Laboratoire de Chimie de Bondy (analyste C. RIANDEY), par calcination de résidus de filtres des particules inférieures à 50 microns et calculée en mg/l montre une élévation de teneurs en éléments, parallèle et corrélative des teneurs en suspensions durant l'année 1988 (table A). Les valeurs de Fe_2O_3 sont, par rapport aux valeurs de Al_2O_3 , relativement élevées ; elles indiquent la présence d'oxydes de Fer dans les particules fines. Ainsi les oxydes de fer qui sont généralement peu importants en solution, sont préférentiellement transportés en suspension.

Dosage Unité	SiO2 MG/L	Al2O3 MG/L	Fe2O3 MG/L	Na2O MG/L	K2O MG/L	MGO MG/L	CAO MG/L
Echant.							
JANV. 88	1.55	.42	.60	.04	.31	.022	.042
FEV. 88	.41	.08	.09	<.03	.04	.006	.017
MAR. 88	.41	.08	.08	<.03	.07	.007	.015
AVR. 88	1.80	.20	.29	.05	.29	.016	.026
MAI 88	2.51	.47	.49	.03	.55	.032	.034
JUN. 88	5.97	1.06	1.07	.16	1.33	.054	.062
JUL. 88	4.70	1.40	1.33	.06	1.22	.064	.078
AOU. 88	5.85	2.01	1.70	.06	1.38	.083	.101
SEP. 88	9.86	3.27	2.78	.17	2.29	.137	.157
OCT. 88	6.78	4,35	2.15	<.03	.15	.010	.050
NOV. 88	3.35	2.16	1.30	<.03	.07	.005	.040
DEC. 88	2.21	1.34	.84	<.03	.05	.003	.030

Table A

Test de dispersion échantillon de sol

1 - Pas d'attaque à H_2O_2

	dispersion	SG 2m/m 200 u	SF 200-50 u	LG 50-20 u	LF 20 20-2 u	A	sur 20 grammes
Témoin 1	ultra sons 10' + Hexa	6,645	2,715	1,739	3,39	5,42	grande disparité entre les 2 témoins
Témoin 2	ultra sons 10' + Hexa	7,80	5,569	1,144	1,81	3,67	grande disparité entre les 2 témoins

2 - Attaque à H_2O_2

	dispersion	SG	SF	LG	LF	A	sur 20 grammes
Témoin 1	ultra sons 10' + Hexa	2,266	3,267	1,014	2,18	13,00	diminution des sables grossiers
Témoin 2	ultra sons 10' + Hexa	1,713	3,117	1,189	1,94	10,51	augmentation du % au particule < 2 u

Granulométrie des prélèvements sableux

M. DELAUNE (ORSTOM Bondy)

	Q1	Médiane	Q3	So	Qdl	
Matrice conglomérat	252		1,28	1,28	0,36	Sable moyen bien trié ; fraction fine peu importante (3,75 % < 50).
BGP 23/11/88	350		1,22	1,22	0,29	sable moyen, bien trié.
CNG 15 (fond)	461	561	1,16	1,16	0,21	sable bien trié, pas d'inférieur à 120
CNG 17 15/4/88	418	464	1,11	1,11	0,14	sable très bien trié, pas d'inférieur à 170
CNG 21 18/8/88	605	880	1,36	1,36	0,44	sable bien trié, pas d'inférieur à 250
CNG 22 15/9/88	740	1008	1,42	1,42	0,50	fraction grossière un peu moins bien trié que pour les sables précédents, pas d'inférieur à 350
CNG 23 14/10/88	520		1,46	1,46	0,55	comme au CNG22 fraction grossière mal trié présence de sable fin ; limite inférieure à 120 , limite supérieure 4 m/m.

Courbes granulométriques

Diamètre en microns	Oubangui - Bangui Echantillon cumulé des 2, 15, 20 et 27 juillet 1988	Congo - Brazzaville Aval Echantillon cumulé des 2 et 9 juin 1988
> 0,2	95%	76%
> 1	43	49
> 2	31	40
> 10	24	26
> 20	21	20
> 0	1	3

Opération Grands Bassins Fluviaux - Minéralogie des sables -

M. DELAUNE (ORSTOM Bondy)

	Anda lousite	Sillima nite	Diothe ne	stau	grenat	Zoisite	Epidotes	Horn bleude	Tourna tine	nutile	Zircon	Mona zite	Argile	Sphène	Musco vite	Biotite	Altènes	%po deral
Conglomerat	1	+	4	10	+		19		7	5	49	5	+					
BGP 23/11/88		7	16	12	6	1	26	7	7	5	5		+	+		4	3	0,65%
CNG23 14/10/88	2	4	16	29	13		4		6		18		1		+	4	3	0,30%
CNG 15		6	33	29	12				12	2							6	0,35%
CNG 17		tr.	+	+	+		+		+	+	+					tr.	tr.	0,43%
CNG 21		+	+	+	+	+			+							tr.	+	0,33%
CNG 22			+	+	+				tr.									0,28%

Minéralogie de la fraction granulométrique 50 - 500 u

Résultats exprimés en % numérique.

Le nombre de minéraux lourds comptés dans CNG 17/21/22 était trop faible pour calculer les pourcentages.

++ minéral dominant, ++ abondant, + présent, tr. = traces.

PREMIERES OBSERVATIONS ET ANALYSES DES SUSPENSIONS ET ALLUVIONS DU BASSIN OUBANGUI-CONGO

J.P. BARUSSEAU, P. GIRESSE et R. OUETININGUE
(Laboratoire de Recherches de Sédimentologie Marine de Perpignan)

INTRODUCTION.

Les résultats préliminaires de cette étude sont issus de l'analyse d'échantillons prélevés dans le cadre du programme PIRAT (INSU-ORSTOM)-Opération Grands Bassins Fluviaux et aussi d'échantillons antérieurs à ce programme dont les données essentielles ont déjà été présentées (Kinga-Mouzeo, 1986 et Moguedet, 1988).

Les prélèvements issus de l'opération Grands Bassins Fluviaux parvenus à Perpignan se limitent aux filtrats millipores des suspensions saisonnières des stations de Maloukou et de Bangui. La fraction sableuse séparée des matières en suspension se révélant beaucoup trop faible pour permettre les protocoles analytiques initialement escomptés. La campagne Oubangui-Congo à laquelle l'un de nous a participé (R.O.) du 4 au 12 Novembre 1988 constituait un complément du suivi régulier de Brazzaville et Bangui, elle a permis de suivre de l'amont vers l'aval la nature des suspensions et des alluvions des deux grands fleuves Oubangui et Congo et de quelques uns de leur affluent de rive droite. Une part importante de cette étude procède de l'analyse des prélèvements récoltés à cette occasion, analyse, à ce jour, encore inachevée.

GRANULOMETRIE DES MATIERES EN SUSPENSION

Les mesures ont été réalisées à l'aide du Sédigraph 5100 sur sédiment défloculé et traité à H_2O_2 , puis soumis à l'action des ultrasons du dispositif de l'appareil. Les médianes obtenues sont comprises entre 2,6 et 5,6 μm et sont donc inférieures à celles mesurées à la station de Maloukou (J. M. Jouanneau et al., ce rapport) qui sont comprises entre 7 et 16 μm . Cette différence est due vraisemblablement au choix du mode de dispersion des particules avant la mesure, la dissociation des matières en suspension de Maloukou étant limitée à l'action des ultra-sons.

Les courbes cumulatives obtenues sont de type semi-logarithmique ou

encore légèrement hyperboliques à hauteur de la fraction silteuse de 15 à 20 μm . (Fig. 1). Les autres modes des histogrammes correspondent à la fraction sableuse supérieure 550 μm , à la fraction argileuse voisine de 2 à 3 μm et à des microcalloïdes inférieurs à 0,1 μm . Comme à Maloukou, on ne constate pas d'évolution saisonnière caractérisée, la médiane varie surtout en fonction de la teneur en fraction sableuse.

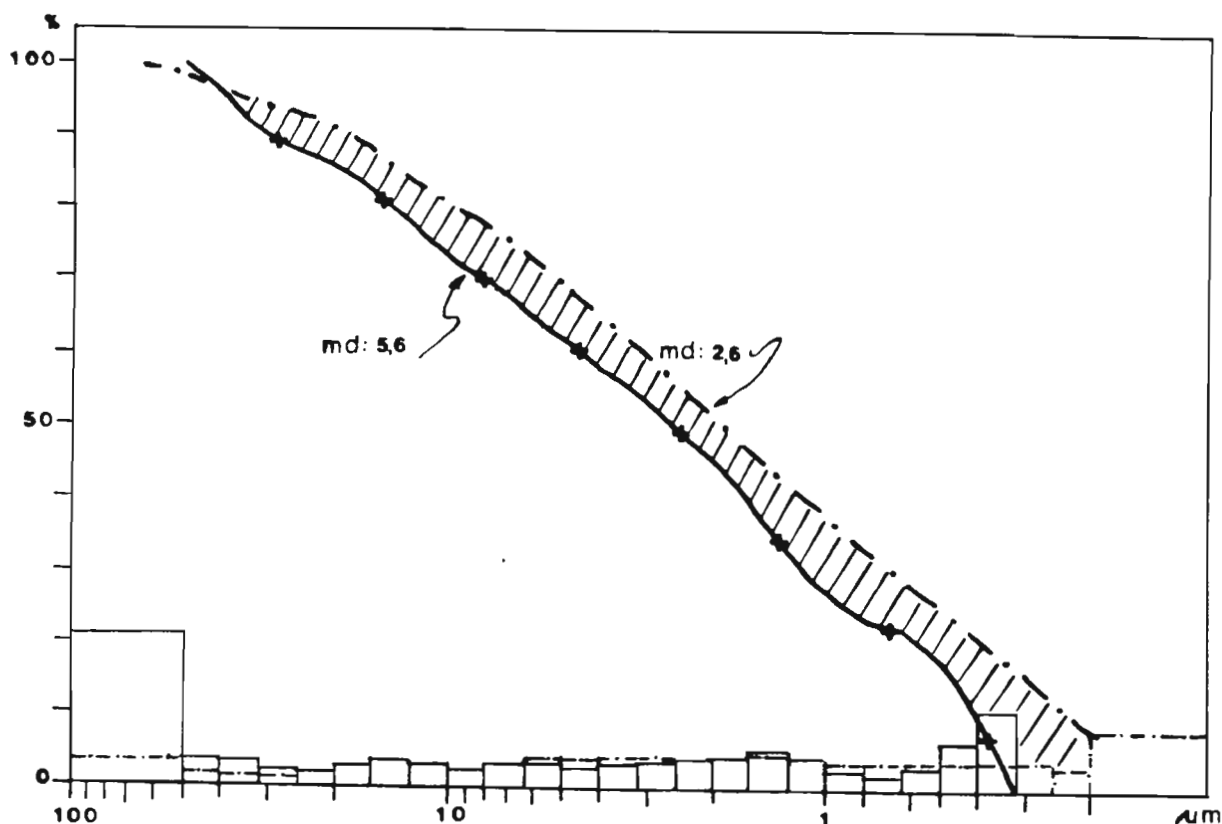


Fig. 1.- Courbes cumulatives enveloppes des matières en suspension à l'aval de Brazzaville et histogrammes de fréquence correspondants.

MINERALOGIE DES MATIERES EN SUSPENSION

Les prélèvements mensuels des matières en suspension de l'année 1987 ont été l'objet d'analyses diffractométriques R.X. Le cortège des minéraux argileux est largement dominé par la kaolinite (62 à 86% du cortège) associée à l'illite assez constante (10 à 15%) et à de faibles teneurs plus fluctuantes

en smectites et interstratifiés illites-smectites. Cette composition ne diffère pas de celles mesurées les années précédentes par Kinga-Mouzeo (1986) et par Moguedet (1988) et ne présente pas de fluctuations saisonnières très caractérisées: il ne paraît pas en particulier, par cette méthode, possible de différencier des flux issus de l'hémisphère nord (crues de l'Oubangui) de ceux de l'hémisphère sud (crues du Kasai).

Cette homogénéité reflète celle des pédogénèses ferralitiques qui affectent les sols de la majorité des bassins versants. On notera toutefois, la présence plus fréquente des minéraux gonflants dans les suspensions des eaux des périodes d'étiage: février et surtout juillet à septembre avec un maximum sensible en septembre où les smectites atteignent 15%. En fonction d'une relative carence des prélèvements entre juillet et octobre, ce phénomène était passé inaperçu des précédentes études. Il pourrait correspondre à un processus de tri mécanique où, en absence de précipitations sur les versants voisins, les matières en suspension ont une origine plus lointaine, les minéraux les plus ténus et les plus flottants tendent alors à se concentrer légèrement pendant le parcours. A l'opposé, les suspensions de novembre-décembre, sont pratiquement dépourvues de smectites. Les domaines de dépôt des particules argileuses sont restreints aux rives basses, aux biefs et aux marécages adjacents, ils peuvent retenir une part des matières en suspension et modifier ainsi légèrement la composition du cortège en fonction des propriétés de flottabilité de ses constituants. Ici les rapports I+Sm/K montrent une corrélation positive avec la diminution de la vitesse du courant de 1,59 à 0,98 m/s (Fig. 2).

Un essai d'analyses minéralogiques le long de la tranche d'eau a été effectué le 6-07-88 qui correspond approximativement à une profondeur de 10,5m. Elles indiquent une distribution assez homogène des constituants argileux qui est comparable à celle des teneurs en sable des MES voisine de 3.3 mg/l en juillet 88. Elles correspondent à des courants importants même à l'approche du fond et dont les vitesses ne sont pas toujours proportionnelles à la profondeur (fiche de mesure ORSTOM de Brazzaville).

Profondeur	1 m	3 m	5 m	7 m	9,5 m
I+Sm/K	0,29	0,17	0,26	0,20	0,24
sables (mg/l)	2,8	3	3,2	3,5	3,4
vitesse (m/s)	1,16	1,17	1,09	1,07	1,01

DETERMINATION DU FLUX DE SILICE BIOGENE EN SUSPENSION

Les teneurs en silice biogène (principalement les frustules de diatomées) ont été évaluées par diffraction R.X en utilisant la méthode d'Eisma et Van der Gast (1970) dont l'application a été réalisée sur les sédiments sous-marins profonds au large de l'embouchure du Congo (Van der Gast et Jansen (1984).

Généralement, l'opale biogène se compose d'opale A (Australian patch opal) qui présente un pic très étalé entre 2,8 Å et 6 Å avec un maximum aux environs de 4 Å (Von Rad et al., 1978). Dans les suspensions analysées à hauteur de Maloukou, le maximum de diffraction se situe entre 3,54 et 3,67 Å, ce léger décalage qui atteint 0,3 Å dans le cas des diatomées des dépôts sous-marins (Van der Gast et Jansen, 1984) est attribué à l'incorporation de l'aluminium dans la structure semi-amorphe de l'opale.

Les teneurs obtenues sont très élevées comme celles d'ailleurs des dépôts sous-marins au large de l'embouchure du Congo (environ 50%). Van der Gast et Jansen (1984) font remarquer que les teneurs plus faibles proposées dans la littérature sont liées à des méthodes basées sur la mise en solution (Lisitzin, 1972) ou la transformation par chauffage de l'opale en α -cristobalite (Ellis et Moore, 1973): dans les deux cas, la présence d'aluminium dans la structure aboutit à un dosage incomplet de l'opale, seule la partie la plus instable serait dosée.

L'évaluation a porté sur le cycle annuel de 1987 (une mesure par mois) et montre des fluctuations saisonnières de l'ordre de 20% 35 à 40% pondéraux de la matière en suspension. Parallèlement, les suspensions ainsi analysées ont été observées au MEB et des comptages de frustules sur le champ du cliché à grossissement constant sont en cours; un abaque exprimant la relation entre la teneur en opale et le nombre de frustules par litre d'eau doit être tracé. En première estimation, il y aurait une relation inverse entre le nombre de diatomées et la turbidité de l'eau. Au contraire des comptages sur les micelles charbonneuses des feux de savane indiqueraient une relation positive de ces particules avec la turbidité (Fig. 3).

Une estimation du nombre de frustules sur la verticale de la tranche d'eau d'étiage (10 m) indique une relative homogénéité de la distribution avec cependant une diminution de 10% près du fond.

MORPHOSCOPIE ET EXOSCOPIE DES QUARTZ DES ALLUVIONS

Les formes de grains émoussés résultent d'acquisition au cours des sédimentations continentales des dépôts céno et mésozoïques des sables Batéké et des

grès de Carnot. En conséquence, on trouve ces grains surtout dans les alluvions de l'Oubangui à l'aval du confluent de la Lobaye et dans celles du Congo. La plupart des grains sont recouverts par une pellicule de silice généralement quartzeuse (émoussés luisants) qui masque les microempreintes mécaniques de l'importante histoire antérieure: cette pellicule paraît d'origine pédogénétique; rarement, elle a pu se constituer dans les eaux interstitielles des berges et enduire partiellement les frustules de diatomées.

Les grains non usés sont en fait des grains plus ou moins carriés au cours de la pédogénèse. La dissolution le long de certains plans privilégiés définit une fragmentation. Parfois, la fragmentation s'achève par une cassure conchoïdale induite par le transport et aboutit localement à une véritable structure non usée. Le plus souvent, le grain est roulé après dissolution, ses convexités sont émoussées et on obtient un grain très irrégulier (creux et bosses fortement développés caractéristiques).

Il a été procédé au sein des refus du tamis de 315 μm à un répertoire des différents cas de progression de cette dissolution où sept catégories d'"indices de corrosion" ont été définis (Fig. 4). Les histogrammes de fréquence des indices de corrosion des alluvions du profil amont-aval M'Poko-Brazzaville, permettent de distinguer (Fig. 5).

- une zone de socle où c'est essentiellement la couverture pédogénétique qui est à l'origine de l'accumulation alluviale. La limite correspond au point O_3 .

- une zone de bassin sédimentaire où sont associés des grains à usure mécanique dominante et des grains à corrosion pédogénétique. Un profil de podzol tropical sur sable Batéké proche du Gamboma a permis de situer en A_2 et B_1 les plus fortes corrosions à l'échelle d'une pédogénèse holocène.

Les marques de choc liées au transport fluvial actuel sont toujours assez rares. On distingue quelques marques fraîches sur les convexités récemment mises à jour, d'autres plus anciennes qui sont plus ou moins enrobées.

ANALYSE TEXTURALE DES ALLUVIONS

Des courbes granulométriques établies à partir des refus cumulés des différents tamis de la série AFNOR, ont été représentées sur des diagrammes de coordonnées semi-logarithmiques. On a considéré que la structure granulométrique de chaque échantillon résulte de l'assemblage de une ou plusieurs populations dont la mise en évidence a été faite par une analyse modale sur chaque courbe granulométrique. La méthodologie suivante a été employée:

- 1) Recherches sigmoïdes représentant les différentes populations élémentaires.

- 2) Expression de la formule modale de chaque échantillon, à partir des modes des populations élémentaires reconnues et des fréquences correspondantes;
- 3) Etablissement de la statistique des différents modes de tous les échantillons;
- 4) Définition des types sédimentaires régionaux à partir des groupes de populations mis en évidence sur l'histogramme de fréquence des modes;
- 5) Caractérisation des types sédimentaires reconnus à la loupe (états de surface, composition minéralogique...).

Trois types sédimentaires (TS) ont été mis en évidence (Fig. 6), ils seront désignés respectivement TSA, TSB et TSC en allant du plus fin au plus grossier.

Le TSA correspond à une population essentiellement quartzeuse, constituée de grains fins (mode à 80 μm) et non usés qui résultent de la fragmentation de grands quartz. On le rencontre surtout dans les alluvions les plus amont de l'Oubangui (Mpoko, Mbali, O₂, 120 km en aval de Bangui) et de manière très discrète (5% du sédiment) dans un échantillon prélevé à Brazzaville. Sa répartition irrégulière et étroitement circonscrite conduisent à la considérer comme un produit de facteurs locaux matérialisant la reprise de formation fortement altérées et, finalement, l'empreinte des sources sur la sédimentation. Il ne semble pas que les caractères hydrodynamiques de l'écoulement soient la clef de l'explication de l'existence de ce type sédimentaire.

Le TSB est un sable quartzeux, moyen à fin, dont les modes sont compris entre 150 et 800 μm . Il comporte trois états morphoscopiques de grains:

- * des grains NU à EL de forme quelconque et de taille généralement plus grande que les autres quartz.
- * des grains RM à luisants, héritage manifeste des grès Batéké ou de Carnot.
- * des grains EL à caractère automorphe à sub-automorphe assez marqué; ce type de grains se rencontre également dans les formations Batéké, particulièrement dans certains profils pédologiques.

Présent d'amont en aval, des deux fleuves, ce TSB est le plus caractéristique du bassin. Les proportions de ses constituants varient: les grains des deux dernières catégories augmentent vers l'aval pour représenter au moins 20 à 25% du sédiment. Ce TSB traduit donc l'influence directe des terrains des bassins versants voisins.

Le TSC, avec un mode à 1400 μm , est un sable grossier constitué essentiellement de quartz EL plus ou moins roulés auxquels sont associés des microgalets de grès plus ou moins ferruginisés, des quartzites micacés, des grains d'hématite brune et de rares disthènes. Localisé dans le cours du Moyen Oubangui (O₃, O₇, O₉ et S₁), ce TSC est considéré comme le produit du démantèlement de la couverture ferralitique des formations du socle.

En résumé, ces types sédimentaires indiquent une prépondérance du réservoir détritique des bassins sur la capacité des cours d'eau à modifier sensiblement la texture comme l'état de surface des alluvions.

MINÉRALOGIE DES ALLUVIONS SABLEUSES

Ces analyses ont pour but de préciser l'origine des alluvions sableuses du Congo, mais aussi d'aider à la définition des distances de transport de principaux corps sableux. Elle vient donc compléter d'autres analyses, celles texturales notamment.

L'étude prend en compte divers travaux antérieurs (Grangeon, 1960; Chevalier et al., 1972, Giresse, 1982, Censier, 1985 a et b), des analyses non publiées des auteurs relatives aux sédiments anciens des bassins versants. Les échantillons de la mission Oubangui-Congo, 1988, parvenus tardivement ne sont encore que partiellement analysés, c'est donc un bilan préliminaire qui sera présenté ici.

Le cortège des minéraux lourds des alluvions entre Bangui et Brazzaville est dominé par la présence des minéraux caractéristiques des formations continentales méso et cénozoïques meubles qui affleurent en RCA (grès de Carnot) ou au Congo (sable Batéké et sables argileux du Stanley-Pool). Le minéral le plus fréquent est l'ilménite, puis on trouve en proportions variables, selon la granulométrie, les minéraux ubiquistes (tourmaline, rutile, zircon) et les minéraux de métamorphisme général (staurotides et disthènes). En fonction d'une granulométrie assez grossière, la majorité des alluvions privilégie l'ilménite, la staurotide, la tourmaline, le disthène et parfois le rutile.

Les minéraux verts, bien que généralement instables à ces latitudes, sont représentés par quelques variétés d'amphiboles et d'épidotes plus résistantes qui signalent des transports assez brefs à partir des roches éruptives, volcaniques ou filoniennes du socle précambrien. La haute-Sangha et le massif de Yadé, de part et d'autre de la frontière Cameroun-Congo montrent des noyaux de granites monzonitiques et des granodiorites autour desquels s'observent des gneiss migmatiques variés passant parfois à des formes dioritiques; des orthoamphibolites et des pyroxénites sont aussi connues dans ces régions. Les roches basiques anciennes percent fréquemment le socle de l'Oubangui et ceux de Sembé-Ouessou, il s'agit notamment de dolérites, de gabbros, de péridotites ou encore de produits de transformation (amphibolites, pyroxénolites). Ces minéraux verts sont assez abondants dans les grès de Carnot (Censier 1985 (a et b)): on les trouve donc assez logiquement (Fig. 7) dans les alluvions des rivières qui traversent ces terrains: Oubangui à Betou et Boyelle, Ibenga à Enyelle et Mokoakoa; par contre, ils disparaissent dès l'entrée dans la Cuvette: Doungou, Impfondo, puis Goundzia.

Ils sont également absents dans les alluvions de la Likouala-Mossaka, de la Sangha et de la NDéko. Dans le cas de la Sangha, il est donc démontré que ce fleuve ne dispose pas de la compétence nécessaire pour acheminer des alluvions issues des roches éruptives voisines de son cours supérieur.

Dans le cours du Congo, les minéraux verts sont présents en tant que minéraux accessoires depuis Mossaka jusqu'à Brazzaville. Leur présence dans les alluvions de l'Alima laisserait supposer un transport depuis le socle oriental du massif du Chaillu; un relais détritique à hauteur des sables cénozoïques est possible comme dans le cas de la RCA, mais n'est pas démontré. Une étude complémentaire des alluvions du Kouyou serait ici nécessaire.

Un autre marqueur de la dynamique alluviale correspond aux grains sableux ou graveleux d'hématite brune ou de complexe ferro-argileux à 7 Å qui sont issus des pédogénèses ferralitiques anciennes qui concernent de grandes surfaces de la partie N et NW des bassins versants considérés. Ces grains ou graviers peuvent constituer le minéral dominant des cortèges de l'Oubangui (Bétou et Boyellé) et ne sont plus qu'à l'état de trace à Impfondo. On les observe aussi dans les alluvions des affluents Ibenga, Sangha où ils sont abondants et dans celles de la N'Déko où ils sont à l'état de trace.

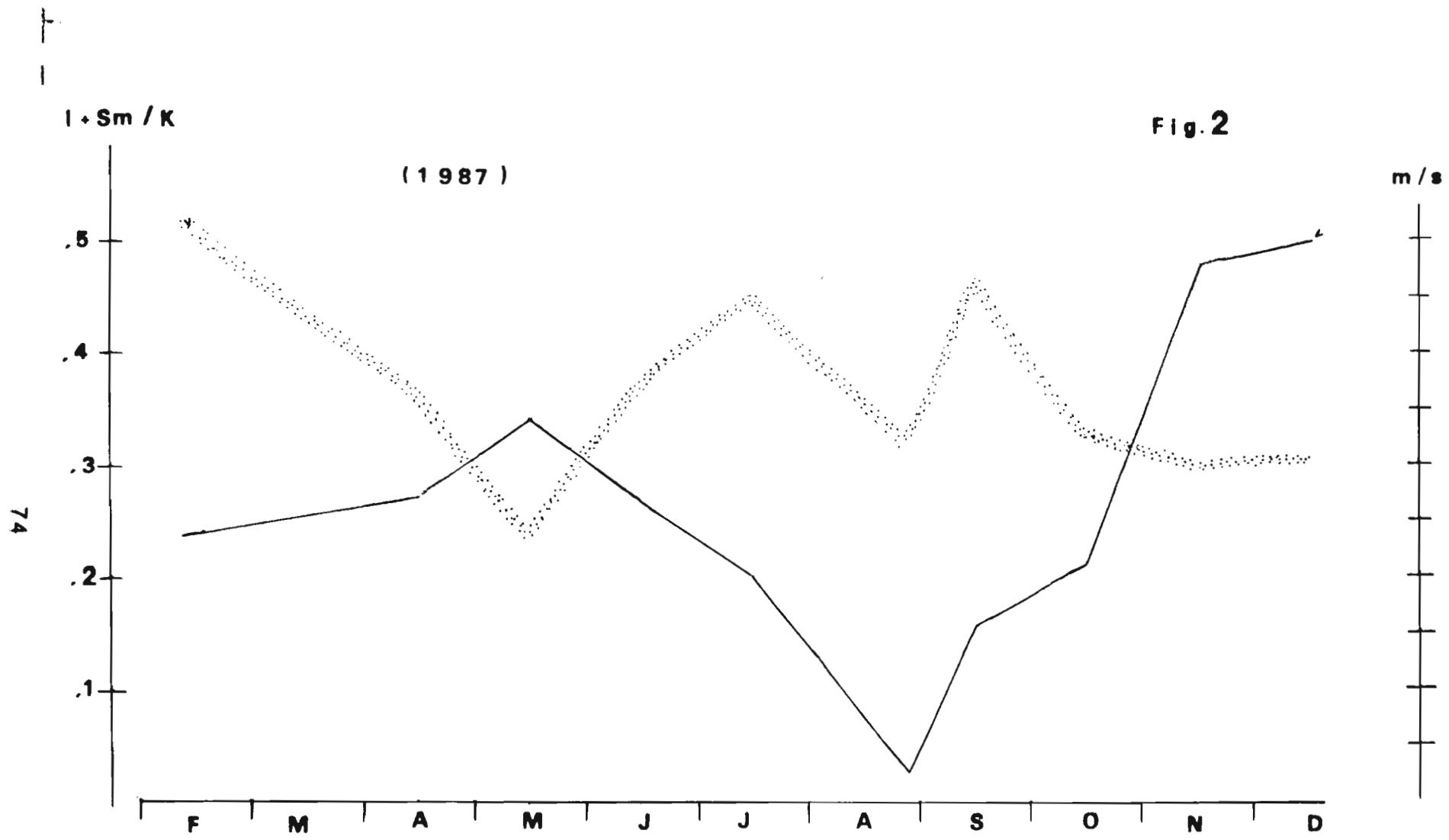
En première conclusion, on constate des parcours de transport assez limités où interviennent des phénomènes de relais détritiques depuis les formations plus anciennes. Généralement, les composants autochtones tendent à diluer les composants allochtones, c'est le cas principalement des secteurs de drainage des formations meubles des sables Batéké et du Stanley-Pool, formations qui couvrent de vastes surfaces de ce bassin, mais aussi de celui du Kasaï.

REFERENCES

- CENSIER C. (1985a). Sur l'origine du matériel détritique des formations fluvio-lacustres mésozoïques de l'Ouest de la République Centrafricaine. (Grès de Carnot). 110^e Congr. Natl. Soc. Sav. Coll. de Géologie africaine, Montpellier, 197-208.
- CENSIER C. (1985b). Note préliminaire sur la géologie du diamant de l'Ouest RCA (République Centrafricaine). Etat des connaissances à fin 1983. *Ibid*, 167-194.
- CHEVALLIER D., GIRESSE P., MASSENGO A. et BOTOKOU G. (1972). Le site géologique de Brazzaville ou contribution à une notice explicative de la carte géologique de Brazzaville. *Ann. Univ. Brazzaville*, 8 (C), 17-42.
- EISMA D. et VAN DER GAAST S.J. (1971). Determination of opal in marine sediments by X-ray diffraction. *Neth. J. Sea. Res.* 5 (3): 382-389.
- ELLIS D.B. et MOORE T.C. (1973). Calcium carbonate, opal and quartz in Holocene pelagic sediments and the calcite compensation level in the South Atlantic. *Ocean. J. mar. Res.*, 31 (3): 210-227.
- GIRESSE P. (1982). La succession des sédimentations dans les bassins marins et continentaux du Congo depuis le début du Mésozoïque. *Sci. Géol. Bull. Strasbourg*, 35, 4, 183-206.
- GRANGEON G. (1960). Rapport de mission dans le Nord de la République du Congo (10-31-10-1960). *Inst. équat. Rech. Et. Géol. et Min.*, Brazzaville, (AK) T1, 83 p.
- KINGA-MOUZEO (1986). Transport particulière actuel du fleuve Congo et de quelques affluents; enregistrement quaternaire dans l'éventail détritique profond (sédimentologie, minéralogie et géochimie). *Thèse Doct. Univ. Perpignan*, 251 p.
- JOUANNEAU J.M., LAPAUQUERIE Y., LATOUCHE C. et TASTET J.P. (1989). Résultats préliminaires de la campagne Oubangui-Congo de novembre 1988. Microgranulométrie, minéralogie, géochimie des matières en suspension. Rapport interne PIRAT, Bordeaux, 9 p.
- LISITZIN A.P. (1972). Sedimentation in the world ocean. *Spec. Publs Soc. Econom. Paleont. Miner., Tulsa*, 17: 1-218.
- MOGUEDET G. (1988). Les relations entre le fleuve Congo et la sédimentation récente sur la marge continentale entre l'embouchure et le Sud du Gabon. Etude hydrologique, sédimentologique et géochimique. *Univ. Angers*, Thèse Doct. Etat, 185 p.
- VAN DER GAAST et JANSEN J.H.F. (1984). Mineralogy opal and manganese of Middle and Late Quaternary sediments of the Zaïre (Congo) deep-sea fan; origin and climatic variation. *Neth. Journ. Sea-Research*, 17 (2-4): 313-341.
- VON RAD U., VOLKHER R. et ROSCH H. (1978). Silica diagenesis in continental margin sediments off northwest Africa. Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, NSF, 41 (31): 879-905.

LEGENDE DES FIGURES

- 1) - Courbes cumulatives enveloppes des matières en suspension à l'aval de Brazzaville et histogrammes de fréquence correspondants.
- 2) - Rapports I+Sm/K des MES de Maloukou en fonction de la vitesse du courant de la tranche d'eau.
- 3) - Variations des teneurs en matières en suspension (mg/l), des diatomées et des micelles charbonneuses (comptages au MEB non encore étalonnés en valeurs pondérales).
- 4) - Définition morphoscopique des indices de corrosion.
- 5) - Histogrammes de fréquence des indices de corrosion entre Bangui et Brazzaville.
- 6) - a: courbe de fréquence cumulée des modes
b: histogramme des fréquences et types sédimentaires (TS).
- 7) - Abondance des minéraux verts (disques) et des hématites brunes (carrés)-
a: limites du bassin versant du Congo, b: limite du socle précambrien,
c: limite des sables céno-mésozoïques (grès Batéké et de Carnot).



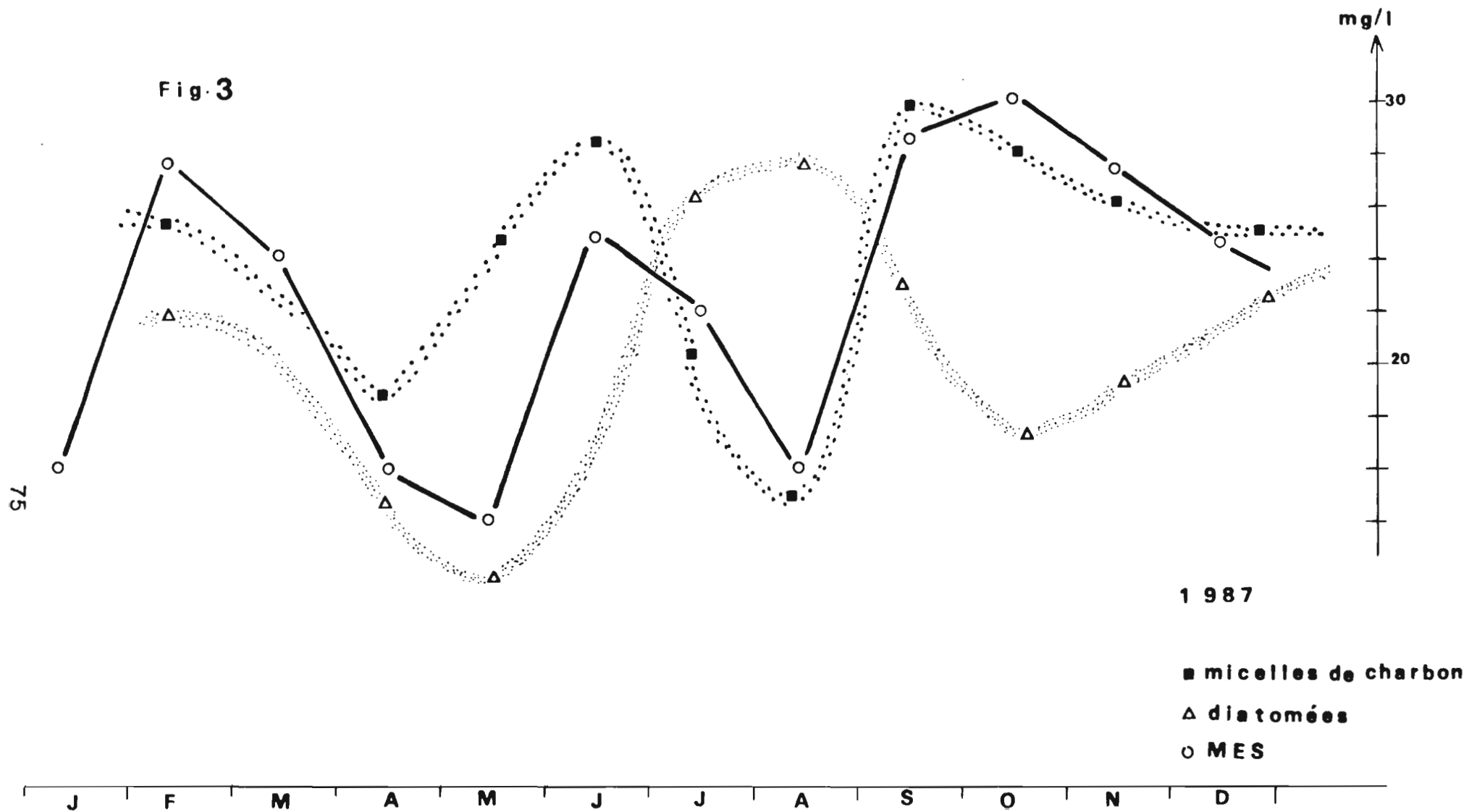


Fig. 4

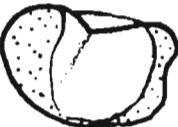
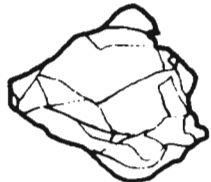
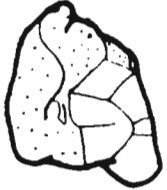
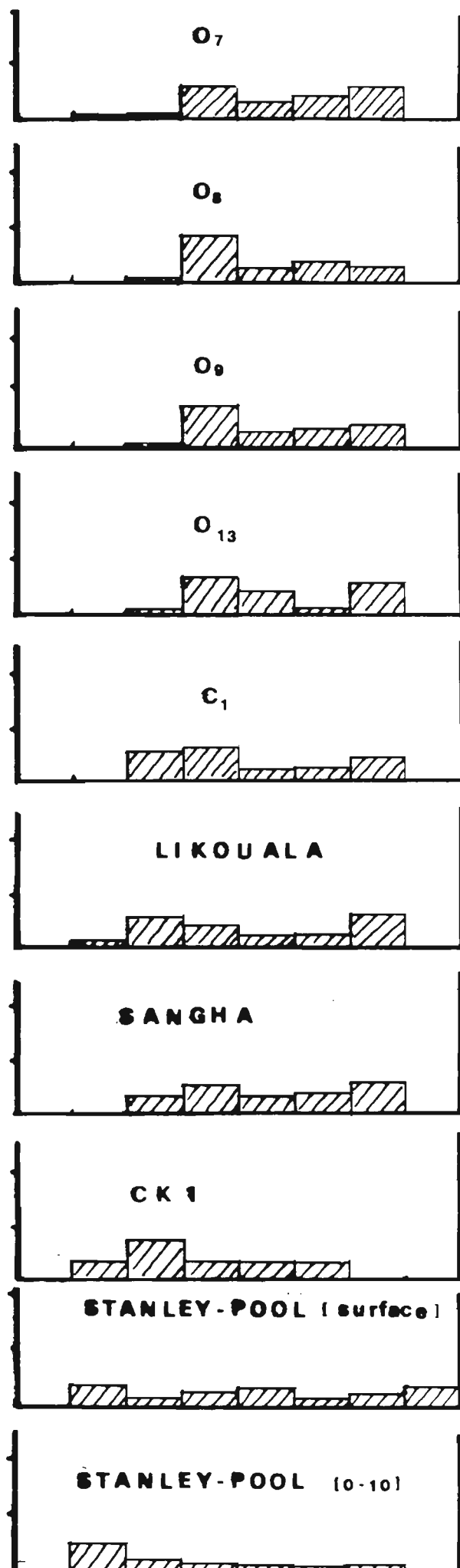
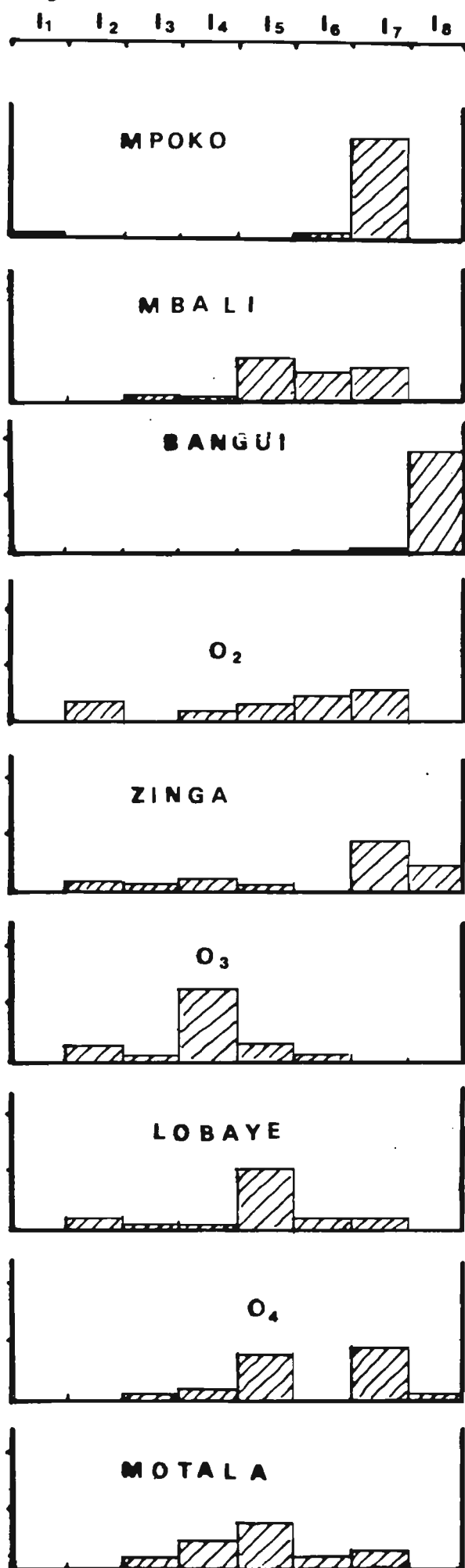
$I_c 1$ 0.1 %	$I_c 2$ 1.5 %	$I_c 3$ 5-10 %	$I_c 4$ 10-20 %	$I_c 5$ 20-30 %	$I_c 6$ 30-40 %	$I_c 7$ 40-50 %
						
						
						
						
						

Fig. 5



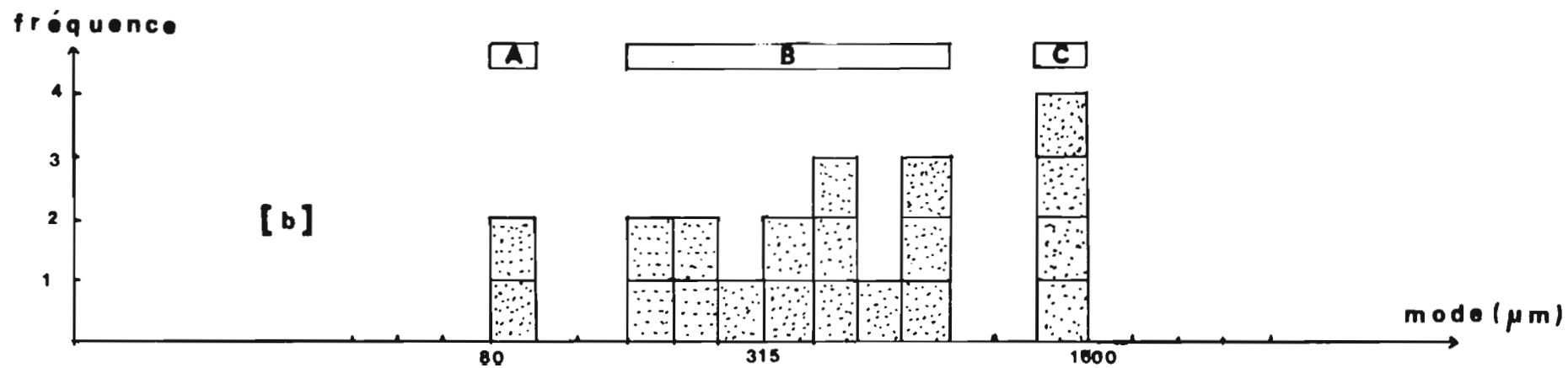
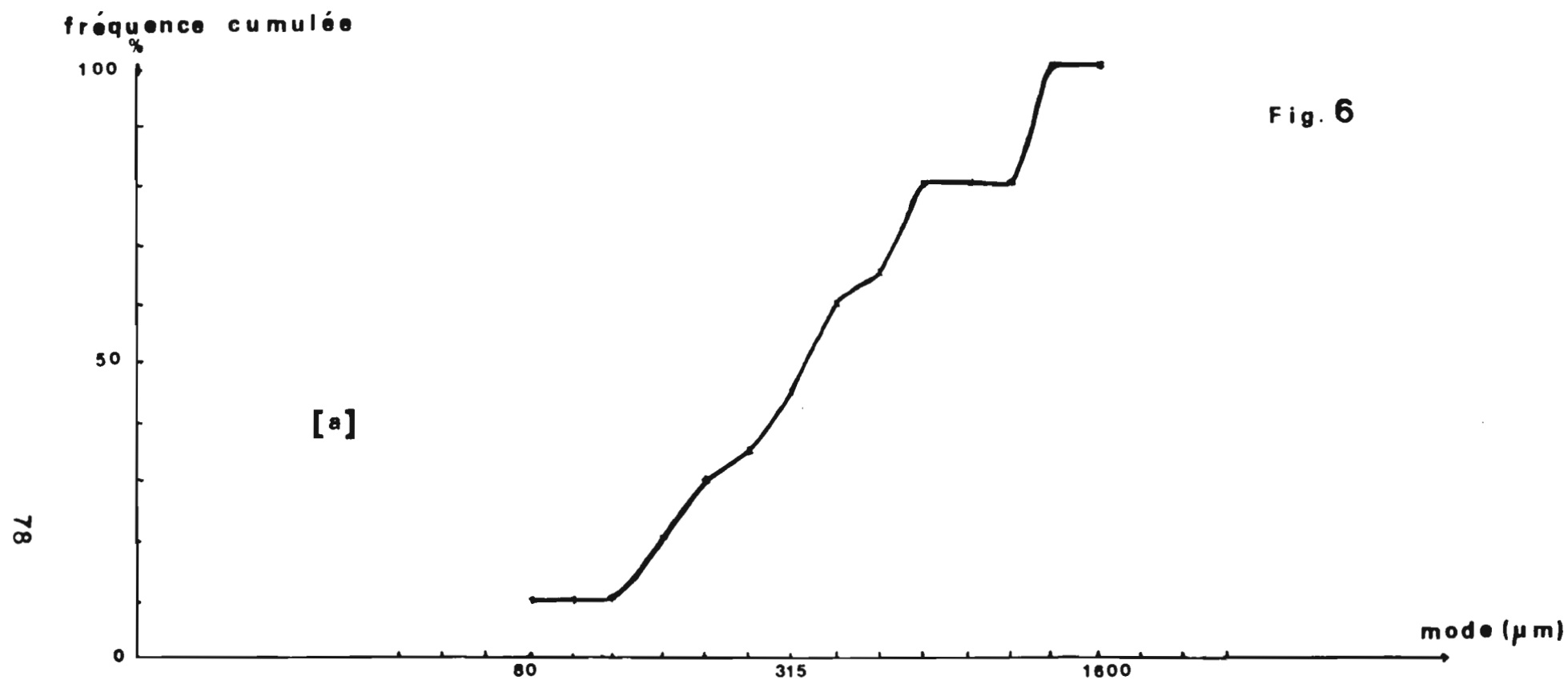


Fig. 7

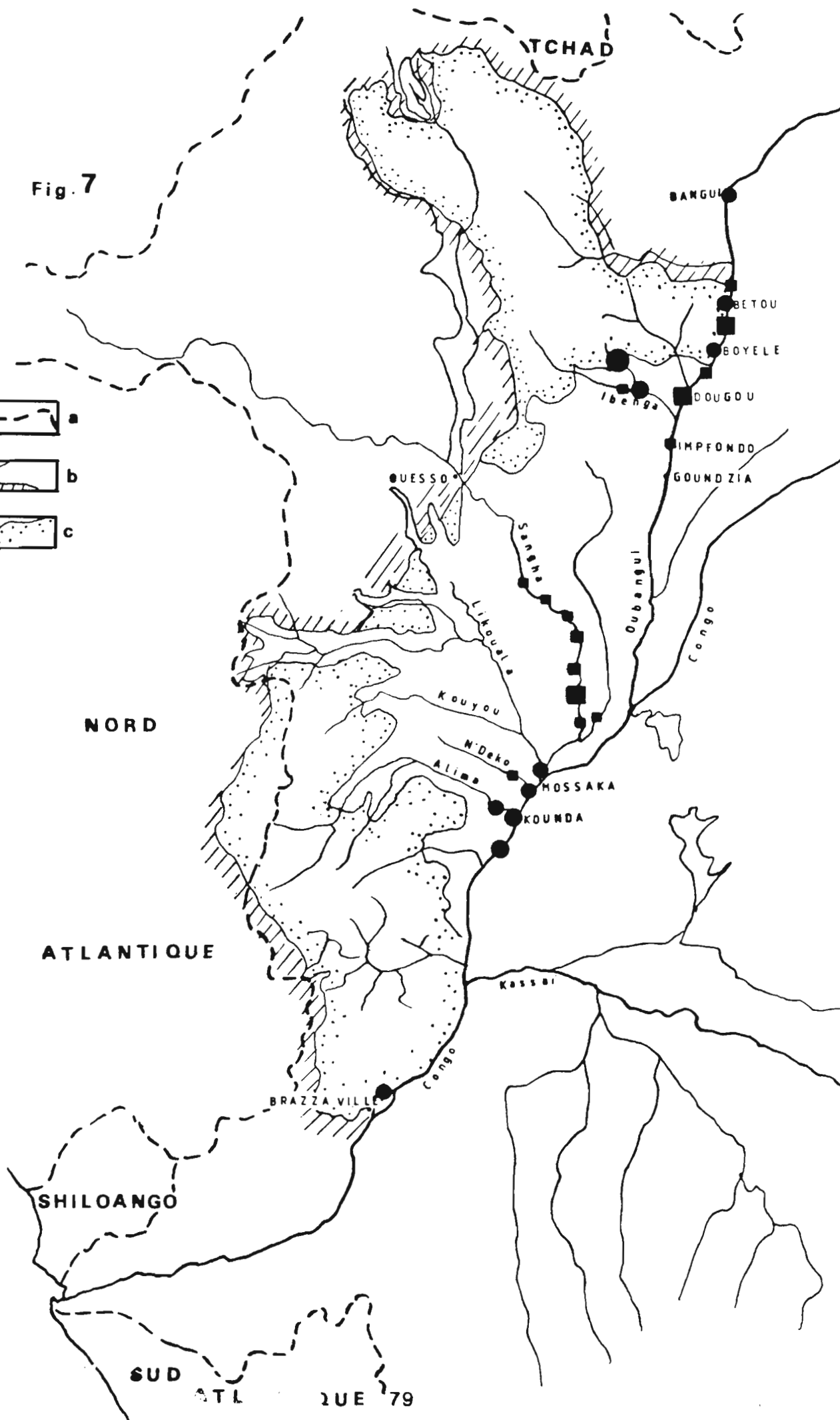
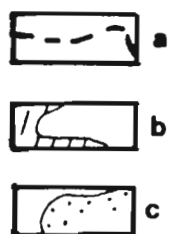


Planche Photographique

Mesures sur le terrain

1	
2	5
3	
4	6

- 1 : Appareillage de prélèvement utilisé sur le Congo à partir de la Vedette "Bambou" des Voies Navigables. On reconnaît près de l'appareil MM. PERRET et BERAULT.
2. 3. 5 : Même type de préleveur en version plus légère avec mesure simultanée des vitesses sur embarcation légère utilisée par J.P. THIEBAUX sur l'Oubangui.
- 4 : J.P. BRICQUET et J.C. OLIVRY sur le Congo.
- 6 : J. KONG confronté à une panne du moteur hors-bord sur le Congo.



3ème PARTIE

CARACTERISATION DES MATIERES

DISSOUTES

ANALYSES PHYSICOCHIMIQUES

ICHIER A LIRE:SC2521

Dossier:SC2521 Date(s) :05.89						
Origine/s:OLIVRY			Methode/s:JY			
Substrat:EAUX BGP 88/89						
Maximums(Ech: 15 Dosages: 15)<====>Effectifs(Ech(Li): 12 Dosages(Col): 13)						
Dosage !K+	Ca++	Na+	Mg++	SO4--	CL-	NO3-
Unité !MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L
Echant.!						
25.10B!.080	.140	.196	.108	.011	.018	.004
2510Hg!.043	.137	.075	.111	.009	.117	.002
23.11B!.040	.136	.080	.103	.011	.018	.003
2311Pb!.034	.139	.073	.103	.007	.020	L.D.
21.12B!.039	.148	.090	.116	.009	.020	.002
2112Hg!.040	.149	.089	.117	.009	.096	.002
25.01B!.041	.189	.101	.149	.012	.025	.002
2518Hg!.048	.184	.100	.150	.012	.146	L.D.
21.02B!.048	.221	.114	.181	.015	.034	.004
2128Hg!.042	.215	.116	.182	.013	.066	L.D.
12.04B!.061	.284	.123	.235	.028	.045	.002
1248Hg!.061	.285	.121	.232	.027	.145	.001

Suite du tableau

Dosage !HCO3-	SOM+	SOM-	pH	CONDUC	SI02	
Unité !MEQ/L	..	..		uS	MG/L	
Echant.!						
25.10B!.33	.524	.363	6.33	49.94	14.16	
2510Hg!.17	.366	.298	6.34	37.76	17.97	
23.11B!.23	.359	.262	6.21	32.89	13.96	
2311Pb!.27	.349	.297	5.51	32.89	14.02	
21.12B!.30	.393	.331	5.87	37.76	11.94	
2112Hg!.23	.395	.337	6.01	40.20	15.75	
25.01B!.40	.480	.439	6.05	46.29	13.22	
2518Hg!.30	.482	.458	6.17	49.94	14.28	
21.02B!.46	.564	.513	6.12	54.81	12.58	
2128Hg!.43	.555	.509	6.23	56.03	13.20	
12.04B!.57	.703	.645	6.10	69.43	10.67	
1248Hg!.57	.699	.743	6.19	73.09	10.83	

FICHER A LIRE:SC2518

Dossier:SC2518 Date(s) :05.89

Origine/s:SIRCOULON-BRIQUET-OLIVRY Methode/s:JY

Substrat:EAUX CNG

Maximums(Ech: 10 Dosages: 15)<====>Effectifs(Ech(Li): 8 Dosages(Col): 13)

Dosage	pH	CONDUC	NA+	K+	CA++	MG++	HC03-
Unité		US	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L
Echant.							
21CNG	16.54	40.75	.105	.045	.129	.263	.300
22CNG	16.57	37.05	.089	.045	.126	.149	.267
23CNG	16.44	30.87	.073	.040	.107	.131	.200
24CNG	16.32	30.26	.081	.035	.108	.124	.167
25CNG	16.11	24.08	.064	.033	.092	.121	.134
26CNG	16.16	23.46	.063	.030	.088	.113	.134
27CNG	16.34	26.55	.081	.034	.085	.103	.167
28CNG	16.43	37.05	.116	.046	.103	.147	.267

Suite du tableau

Dosage	CL-	SO4--	NO3-	SOM+	SOM-	SI02
Unité	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	.	.	MG/L
Echant.						
21CNG	.038	.032	L.D.	.542	.370	7.35
22CNG	.033	.032	.001	.409	.333	9.15
23CNG	.026	.026	L.D.	.351	.252	9.98
24CNG	.040	.023	L.D.	.348	.230	9.98
25CNG	.025	.016	L.D.	.310	.175	9.62
26CNG	.022	.019	L.D.	.294	.175	9.48
27CNG	.028	.012	L.D.	.303	.207	10.30
28CNG	.041	.024	L.D.	.412	.332	9.32

CONGO à BRAZZAVILLE

µs/cm
↑

SAS

mmole/l.

chimie
↑

chromato
↑
impu

19:06 FRIDAY, AUGUST 4, 1989 1

DRS	ANNEE	MOIS	DEBIT	PH	COND	SiO2	NH4	NA	K	CA	Mg	ALCALI	CL	NO3	SO4	SO4DION
1	1987	JAN	45700	6.53	30.00	0.180	0.001	0.072	0.011	0.049	0.042	0.087	0.048	0.062	0.039	0.0138250 *
2	1987	FEB	37000	6.80	41.00	0.184	0.078	0.089	0.047	0.051	0.047	0.228	0.061	0.032	0.035	0.0198280 *
3	1987	MAR	38400	6.68	35.00	0.179	0.002	0.099	0.040	0.050	0.050	0.179	0.056	0.051	0.033	0.0175191 *
4	1987	AVR	39800	6.88	38.00	0.193	0.001	0.101	0.040	0.058	0.056	0.212	0.053	0.042	0.032	0.0161338 *
5	1987	MAI	38100	6.84	40.00	0.200	0.002	0.108	0.040	0.063	0.064	0.259	0.055	0.034	0.034	0.0132000
6	1987	JUN	35000	6.52	42.17	0.193	0.005	0.115	0.041	0.070	0.075	0.271	0.055	0.030	0.036	0.0175000
7	1987	JUL	26600	6.51	48.22	0.165	0.000	0.114	0.044	0.074	0.079	0.315	0.055	0.030	0.034	0.0257000
8	1987	AOU	25400	6.26	48.43	0.340	0.001	0.115	0.049	0.082	0.080	0.341	0.058	0.000	0.034	0.0243000
9	1987	SEP	33400	6.73	42.48	0.161	0.002	0.099	0.059	0.071	0.070	0.224	0.068	0.034	0.041	0.0221000
10	1987	OCT	40600	6.64	32.46	0.161	0.000	0.085	0.040	0.059	0.057	0.212	0.051	0.000	0.038	0.0086000
11	1987	NOV	50400	6.48	27.87	0.168	0.000	0.065	0.053	0.053	0.047	0.178	0.045	0.001	0.039	0.0070000
12	1987	DEC	54400	6.46	25.89	0.172	0.000	0.064	0.029	0.050	0.044	0.131	0.042	0.000	0.039	0.0082000
13	1988	JAN	45800	6.50	27.95	0.155	0.000	0.026	0.015	0.052	0.040	0.150	0.029	0.000	0.026	0.0060000
14	1988	FEB	33500	7.33	31.90	0.172	0.002	0.097	0.054	0.059	0.055	0.225	0.051	0.000	0.036	0.0152103 *
15	1988	MAR	32100	7.28	33.00	0.068	0.000	0.102	0.034	0.056	0.058	0.241	0.048	0.000	0.032	0.0138250 *
16	1988	AVR	34700	6.66	42.40	0.160	0.000	0.110	0.043	0.056	0.055	0.255	0.090	0.000	0.028	0.0156000
17	1988	MAI	37100	6.57	42.50	0.182	0.002	0.104	0.039	0.062	0.063	0.272	0.055	0.000	0.034	0.0140000
18	1988	JUN	35000	7.15	34.00	0.180	0.002	0.094	0.035	0.061	0.065	0.275	0.043	0.000	0.030	0.0110000
19	1988	JUL	27800	7.02	33.50	0.151	0.002	0.070	0.034	0.061	0.065	0.261	0.043	0.000	0.030	0.0110000
20	1988	AOU	28100	7.24	36.60	0.132	0.000	0.075	0.037	0.065	0.072	0.249	0.045	0.000	0.030	0.0130000
21	1988	SEP	36700	7.05	33.20	0.158	0.000	0.084	0.037	0.060	0.063	0.245	0.042	0.000	0.037	0.0150000
22	1988	OCT	43500	6.74	28.90	0.172	0.000	0.069	0.035	0.057	0.053	0.161	0.039	0.021	0.040	0.0130000
23	1988	NOV	?	7.11	26.40	0.179	0.000	0.077	0.029	0.055	0.047	0.174	0.040	0.000	?	0.0090000
24	1988	DEC	?	6.76	22.60	0.175	0.000	0.082	0.026	0.050	0.042	0.155	0.021	0.000	?	0.0050000
25	1989	JAN	?	6.95	22.00	0.170	0.000	0.081	0.026	0.046	0.042	0.150	0.020	0.000	?	0.0060000
26	1989	FEB	?	6.86	25.60	0.182	0.000	0.078	0.026	0.053	0.047	0.187	0.025	0.000	?	0.0070000
27	1989	MAR	?	7.22	34.80	0.160	0.000	0.107	0.039	0.060	0.063	0.278	0.038	0.000	?	0.0130000

Dr. JEAN-LUC PROBST
CHARGÉ DE RECHERCHE C.N.R.S.

Centre National de la Recherche Scientifique
Centre de Sédimentologie et de Géochimie de la Surface

solution * valeurs estimées à partir de
la relation $SO_4 DION = f(Kf)$

OUBANGUI à BANGUI

19:05 FRIDAY, AUGUST 4, 1989 2																
DATE	ANNEE	MOIS	DEBIT	PH	COND	SIG2	SIG3	CA	MG	ALCALI	CL	NO3	SO4	SO4 DION		
1	1987	SEP	4710	7.05	52.2	0.210	0.001	0.069	0.041	0.066	0.048	0.233	0.037	0.001	0.024	0.0092
2	1987	OCT	6580	6.89	45.7	0.203	0.001	0.055	0.034	0.064	0.050	0.228	0.027	0.001	0.022	0.0097
3	1987	NOV	6180	6.72	40.7	0.214	0.001	0.057	0.035	0.078	0.049	0.250	0.029	0.001	0.022	0.0090
4	1987	DEC	.	6.95	33.4	0.225	0.001	0.077	0.034	0.071	0.050	0.267	0.031	0.005	0.019	.
5	1988	JAN	.	6.72	40.7	0.211	0.001	0.091	0.036	0.087	0.066	0.357	0.039	0.001	0.014	0.0027
6	1988	FEB	.	7.21	41.0	0.222	0.001	0.091	0.035	0.099	0.076	0.403	0.029	0.001	0.013	.
7	1988	MAR	.	7.33	51.2	0.203	0.001	0.098	0.033	0.125	0.098	0.506	0.037	0.001	0.013	.
8	1988	AVR	.	7.45	59.3	0.185	0.000	0.109	0.052	0.150	0.111	0.506	0.055	0.009	0.014	0.0100
9	1988	MAI	.	7.35	54.8	0.172	0.000	0.091	0.057	0.133	0.101	0.471	0.045	0.015	0.022	0.0180
10	1988	JUN	?	7.29	44.7	0.171	0.000	0.095	0.052	0.102	0.080	0.382	0.030	0.019	0.025	0.0170
11	1988	JUL	?	7.14	38.7	0.209	0.001	0.114	0.047	0.088	0.063	0.296	0.044	0.022	0.026	0.0120
12	1988	AUG	.	7.00	35.4	0.215	0.000	0.111	0.035	0.084	0.050	0.272	0.030	0.029	0.029	0.0140
13	1988	SEP	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	1988	OCT	.	7.32	44.1	0.230	0.000	0.194	0.069	0.073	0.092	0.334	0.020	0.000	0.031	0.0060
15	1988	NOV	.	7.15	30.2	0.223	0.000	0.059	0.027	0.069	0.045	0.255	0.025	0.013	0.014	0.0070
16	1988	DEC	.	7.57	33.6	0.231	0.000	0.077	0.027	0.077	0.055	0.301	0.025	0.015	0.012	0.0060
17	1989	JAN	.	7.39	41.1	0.225	0.000	0.080	0.026	0.079	0.073	0.389	0.024	0.008	0.013	0.0060
18	1989	FEB	.	7.67	49.4	0.218	0.000	0.077	0.033	0.118	0.091	0.456	0.036	0.015	0.011	0.0080
19	1989	MAR	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	1989	AVR	.	7.86	62.6	0.184	0.000	0.103	0.049	0.153	0.119	0.577	0.051	0.013	0.018	0.0150

µsm/cm à 25°C

mmole/l

Alcali = alcalinité
 SO4 = sulfates dosés par colorimétrie
 SO4 DION = sulfates dosés par chromatographie ionique.

Pour les sulfates, les valeurs à retenir sont celles de SO4 DION, car celles données par colorimétrie (SO4) sont surestimées à cause de interférences avec les nitrates et autres. En effet les ions nitrates interfèrent à basion dans la réaction au baryum de molybdate, comme les sulfates!!!

LES SUBSTANCES DISSOUTES DES EAUX DU CONGO ET DE L'OUBANGUI EN 1987

S.C. GOMA (C.S.G.S Strasbourg)
(extrait d'un mémoire de DEA soutenu en juin 1988)
(Directeur J.L. PROBST)

1 - COMPOSITION CHIMIQUE

La composition chimique des eaux de surface est contrôlée d'une part par les apports atmosphériques, en partie d'origine océanique selon la proximité de l'océan, d'autre part par les processus d'altération chimique des roches à travers lesquelles ces eaux ont percolé. Cependant les teneurs de certaines substances telles que la silice, le potassium et les éléments nutritifs peuvent être fortement influencés par l'activité biologique (faune du sol, plancton). Dans les régions à grande activité humaine, la composition chimique des eaux naturelles porte la marque des rejets industriels et domestiques. Dans le cas des bassins du Congo et de l'Oubangui, la pollution antropique est très limitée.

Tableau I : Composition chimique des eaux du Congo et de l'Oubangui (mg/l).

FLEUVES	SiO ₂	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁺⁺	NO ₂ ⁺⁺	NO ₃ ⁺⁺	NH ₄ ⁺
Congo (1)	11.20	2.40	1.38	2.08	1.54	1.87	12.62	3.49	0.046	1.611	0.12
Oubangui (2)	10.15	2.25	0.98	1.17	1.09	0.87	11.73	1.7	0.037	0.050	0.014

(1)- Moyenne de 12 échantillons mensuels; (2)- moyenne de 4 échantillons mensuels.

Les compositions chimiques moyennes des eaux du Congo et de l'Oubangui sont portées dans le tableau I. Seule celle des eaux du Congo est représentative car elle représente la moyenne de 12 échantillons mensuels. Celle de l'Oubangui n'est donnée qu'à titre indicatif. En effet, elle ne représente que la moyenne de 4 échantillons mensuels. Les teneurs en silice sont élevées et s'expliquent par les fortes températures qui augmentent la solubilité de la silice. Parmi les anions, les bicarbonates, en totalité d'origine atmosphérique dans le bassin de l'Oubangui et en partie dans celui du Congo (76% NKOUNKOU et PROBST, 1988), représentent l'élément dominant. Le calcium et le magnésium sont les cations les plus représentés. Ces compositions chimiques classent ces eaux dans les catégories des eaux bicarbonatées calci-magnésiennes comme le montre la représentation schématique sur la figure . Comparées avec celles des autres fleuves tropicaux et la moyenne mondiale (tableau II), les eaux du Congo et de l'Oubangui sont assez diluées, sauf pour la silice.

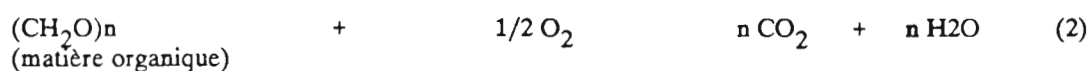
Tableau II : Compositions chimiques des eaux des quelques cours d'eaux tropicaux (mg/l).

Eléments	Congo	Amazon	Rio Negro	Sénégal	Niger	Nil	Gambie	Bandama	Oubangui	Chari	Orange	Monde
SiO ₂	11.20	11.2	4.2	7.64	16.2		8.45	19.1	10.15	19.14	17.35	11.6
Ca	2.40	6.5	0.21	3.39	6.1	28.8	3.93	3.87	2.25	3.92	17	14.6
Mg	1.38	1.0	0.11	1.75		11.29	1.58	2.12	0.98	1.72	6.7	3.8
Na	2.08	3.1	0.37	1.92	2.76	34.04	1.63	5.75	1.17	2.57	6.7	5.1
K	1.54	1.0	0.32	1.81	1.56	6.63	1.39	1.7	1.09	1.87	2.5	1.3
Cl	1.87	3.9		1.32	0.88	31.95	0.86	2.37	0.87		7.8	5.3
SO ₄	3.49	3		0.15	1.4	27.84		0.75	1.75		2.3	6.5
HCO ₃	12.62	22.5		24.36	35.9	157.38	24.2	39.7	11.73	30.37		57.7
références	1	2	3	4	5	6	7	8	1	9	10	11

(1)- Cette étude; (2) GIBES (1972); (3)- FURCH (1983); (4)- KANE (1985); (5)- MARTINS (1983); (6)- FATHI et SOLIMAN (1977); (7)- LO (1984); (8)- LENOIR (1972); (9)- GAC (1980); (10)- HART (1983); (11)- MEYBECK (1977) et MARTIN et MEYBECK (1979).

2 - VARIATION SAISONNIERES DE LA QUALITE DES EAUX DU CONGO

Les figures 8, 10 et 11 montrent les variations saisonnières des principaux paramètres physico-chimique des eaux du Congo : le pH, le TDS (charge minérale totale en solution), la conductivité, la silice et les ions en solutions. La conductivité et le TDS sont maximum à l'étiage d'août et diminuent quand le débit augmente. Il y a donc comme pour la plupart des cours d'eau un effet de dilution des eaux du fleuve par les pluies pendant les hautes eaux et une concentration en période d'étiage. Cette concentration des eaux pendant l'étiage s'accompagne d'une diminution du pH et d'une augmentation de la teneur en bicarbonates. Ces variations peuvent être attribuées à l'oxydation de la matière organique (KEMPE, 1983 ; ETCHANTCHU et PROBST, 1988) selon la réaction suivante :



Il s'en suit (équation 3) une augmentation de la teneur en bicarbonate et en protons H^+ .

L'évolution de la silice et des différents ions en fonction du débit (fig. 10 et 11) est à quelques exceptions près, la même que celle de la conductivité et du TDS ; les ions Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ et HCO_3^- varient inversement avec le débit et montrent les plus fortes teneurs pendant l'étiage de juillet-août où ils se concentrent. K^+ et Cl^- évoluent de façon presque identique et à peu près inversement avec le débit. Leur maximum est cependant légèrement décalé sur la montée de crue de septembre. L'évolution de SO_4^{2-} et NO_3^- par rapport au débit est moins nette et il semble ne pas y avoir de relation. L'évolution de la silice par contre semble être parallèle à celui du débit. En effet, aux étiages de janvier-février et juillet-août, les teneurs en silice sont relativement faibles. Les hautes eaux d'avril et de novembre-janvier correspondent à des pics de la silice.

3 - RELATION - DEBIT - CONCENTRATIONS DES SUBSTANCES DISSOUTES

Pour déterminer les relations qui existent entre le débit et les concentrations des différents facteurs physico-chimiques, nous avons utilisé le modèle proposé par KATTAN et PROBST (1986). Dans un modèle de mélange, le flux total d'un élément donné à l'exutoire d'un bassin versant résulte du mélange des flux venant des différents réservoirs hydrologiques.

Le modèle fonctionne avec conservation de masse et sans interaction chimique. On considère que pendant la période d'étiage (août), le débit du fleuve ($Q_{\min}$) ne représente que la contribution des nappes et que la composition chimique des eaux du fleuve est celle des eaux de nappes. A cette période, les concentrations ($C_{\max}$) sont les plus élevées de l'année et on les dilue (dilution théorique) par les apports des eaux de ruissellement (par le débit Q_i des mois suivants) qui sont considérées comme ayant une concentration nulle. Cette dilution théorique (C_{th}) représentée par les courbes décroissantes (fig. 13) est calculée de la façon suivante :

$$C_{\text{th}} = (C_{\max} \cdot Q_{\min}) / Q_i$$

On a ensuite appliqué à la concentration C de chaque élément, une fonction linéaire simple du débit (fig. 3 - droites en pointillés) de la forme : $C = a \cdot Q + b$.

C'est le modèle ajusté aux valeurs mesurées. Pendant la montée de crue (fig. 3 - tireté avec flèches descendantes), d'août à décembre, la concentration du fleuve diminue. On constate que le TDS, la conductivité, le calcium, le magnésium et le sodium suivent bien cette dilution. Cela veut dire que la concentration des eaux de ruissellement est négligeable par rapport à celle des eaux de nappe.

Les chlorures et, à un degré moindre, le potassium ne suivent pas la courbe de dilution théorique. Ceci traduit le fait qu'il y a des apports en plus, en chlorures et potassium, par les eaux de ruissellement (apports atmosphériques).

Le cas des ions bicarbonates est complexe du fait de leur triple origine (atmosphère, dissolution des roches carbonatées du bassin versant, oxydation de la matière organique). Le modèle semble donc ne pas être adapté pour ces ions.

Pendant la descente de crue (de décembre en août), les apports en eaux de ruissellement superficiel diminuent. Les eaux du fleuve se reconcentrent jusqu'à atteindre leur concentration initiale de l'étiage d'août.

4 - BILAN DE L'EXPORTATION EN 1987 DE MATIERE MINERALE DISSOUE SUR LE FLEUVE CONGO

Le tableau résume pour les différents éléments du bilan, les exportations annuelles mesurées en 1987 et la dégradation spécifique annuelle.

Substance dissoute	Transport	
	103 T/an	t/km ² /an
NH ₄	151,3	0,043
Na	2540	0,73
K	1885	0,53
Ca	2940	0,84
Mg	1688	0,48
No ₂	56,2	0,016
No ₃	1969	0,56
SO ₄	4274	1,22
Cl	2288	0,55
HCO ₃	14050	4,04
SIO ₂	13680	3,93

Au niveau de l'année, le transport de matière dissoute concerne en 1987 un tonnage de 45,4 milliards de tonnes, soit pour un débit moyen de 38725 m³/s, une concentration moyenne de 38,41 mg/l et une dégradation spécifique de 13,06 t/km²/an.

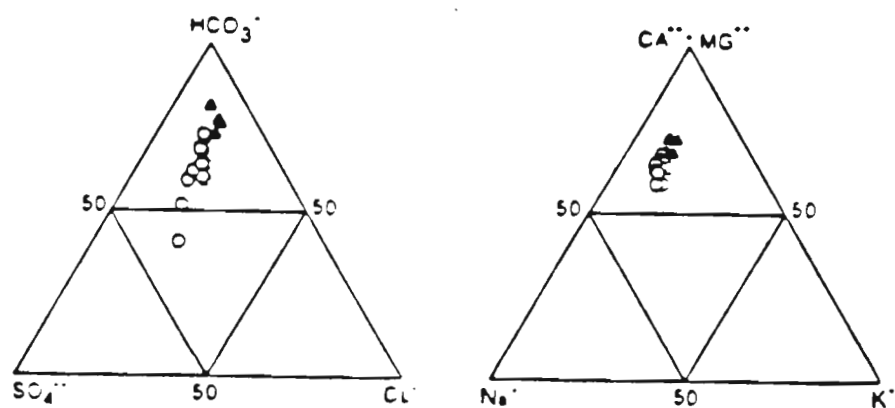


Fig. 1 : Représentations schématiques de la composition chimique des eaux du Congo (cercles) et de l'Oubangui (triangles).

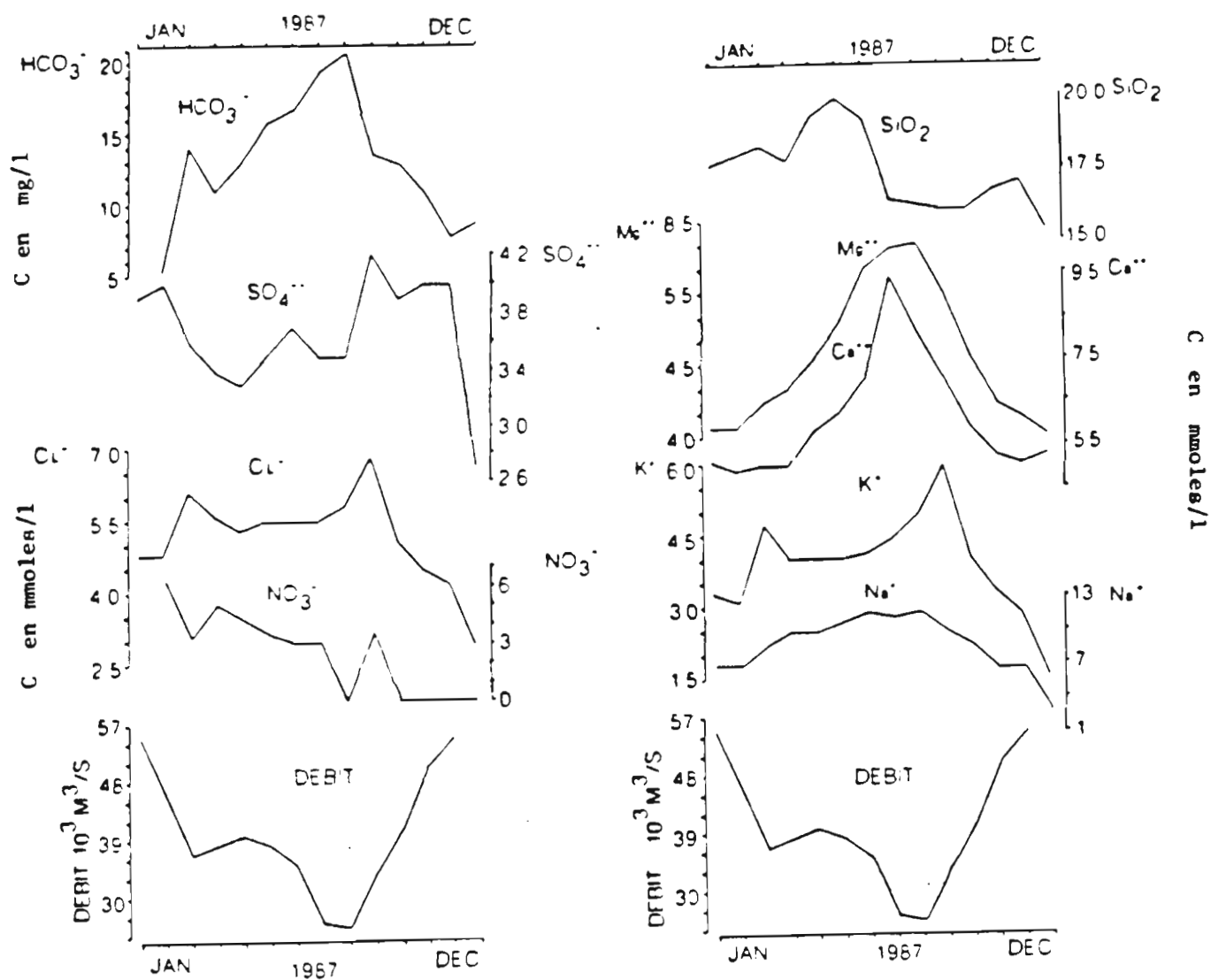
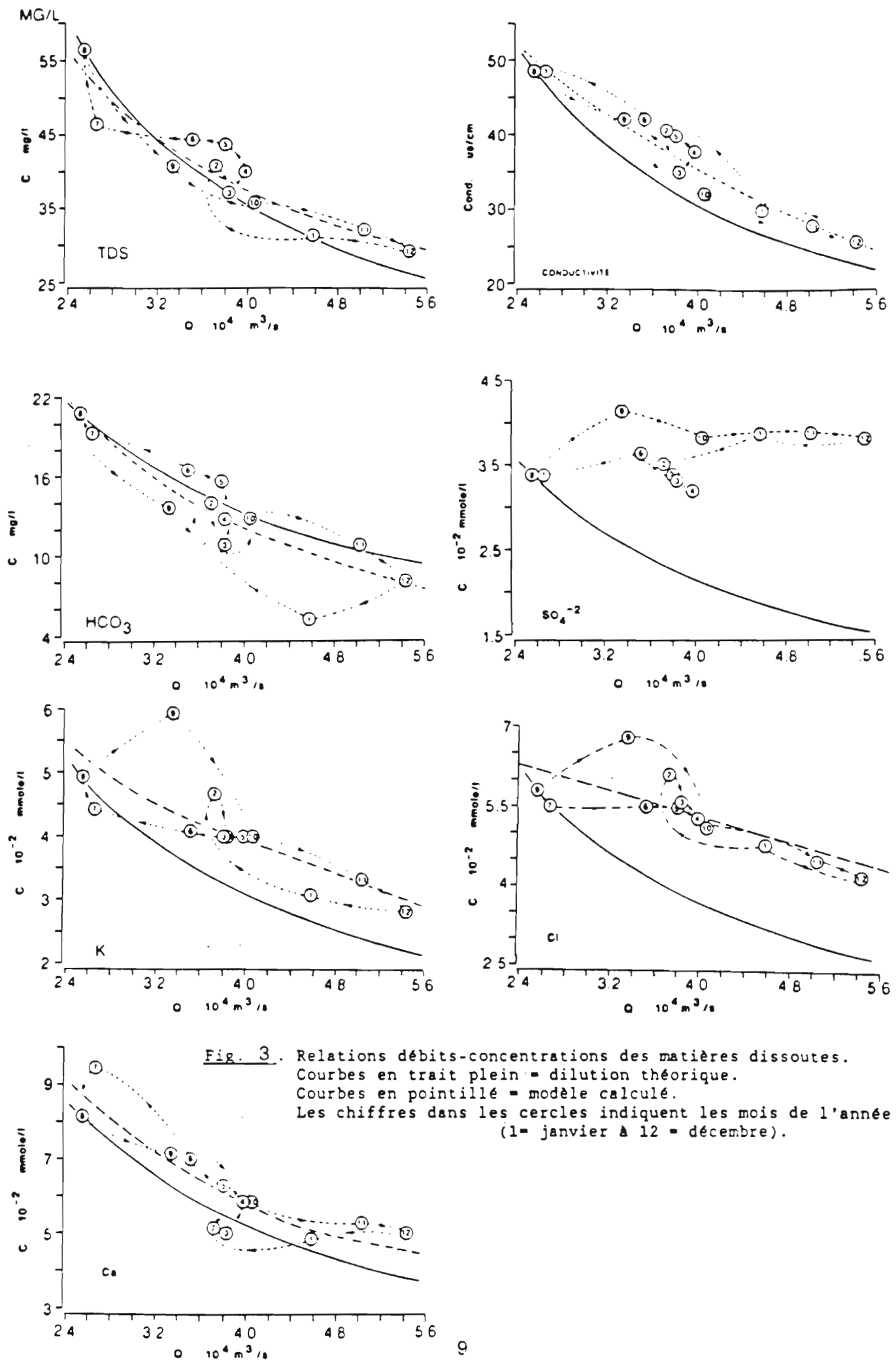


Fig. 2 : Variations saisonnières des concentrations des eaux du Congo.



BILANS ET VARIATION DES EXPORTATIONS DE MATIERE DISSOUE SUR LE CONGO A BRAZZAVILLE EN 1987 ET 1988

N. MOUKOLO

DGRST/ORSTOM BRAZZAVILLE

1. METHOLOGIE DES MESURES

Les mesures pour les paramètres susceptibles d'être modifiés pendant le transport, tels que le pH, la température, la conductivité, l'alcalinité et l'oxygène dissous, sont faites directement sur le terrain lorsque les conditions le permettent. Autrement, elles sont effectuées en premier dès réception des échantillons au laboratoire.

TITRIMETRIE

On utilise des "Kits individuels" pour le dosage des bicarbonates. Le titrage est fait manuellement au virage d'un indicateur coloré contenu dans le réactif.

COLORIMETRIE

Les ions suivants : Cl^- , SO_4^{2-} , SiO_4^{4-} , Al^{+++} , NH_4^+ , et fer total sont déterminés à l'aide d'un photomètre à filtre permettant des mesures en transmission et en densité optique. Echantillons et étalons sont mélangés à des réactifs formant un complexe spécifique de l'élément dosé. L'absorption de lumière provoquée par le complexe, à une certaine longueur d'onde, est transformée en potentiel électrique linéaire par rapport à la concentration.

SPECTROPHOTOMETRIE

Absorption atomique pour les ions Ca^{++} et Mg^{++} et spectrophotométrie de flamme pour Na^+ K^+ .

Les échantillons analysés étant généralement très peu minéralisés, cela impose des techniques d'analyse très sensibles. Des résultats satisfaisants sont obtenus par la méthode photométrique. Le colorimètre donne également d'assez bons résultats, sauf dans le cas des ions tels que NH_4^+ , Al^{+++} et SO_4^{2-} pour lesquels les trop faibles concentrations sont souvent en dehors de la gamme de sensibilité de l'appareil.

Dans tous les cas, les analyses jugées non fiables (déséquilibre ionique supérieur à 5 %) sont systématiquement reprises ou écartées.

2. RESULTATS EXPERIMENTAUX

2.1. Bilan des matières

Ce bilan est basé sur un échantillonnage mensuel prélevé sur une seule verticale à 400 m de la rive droite du Congo dans le couloir de Maluku à l'amont de Brazzaville le tableau n° 1 résume les résultats obtenus.

- la quantité des matières solides a été de 31,2 millions de tonnes en 1987 contre 36,7 millions de tonnes en 1988. Ce qui correspond à une érosion spécifique de 8,9 tonnes au kilomètre carré en 1987 et 10,5

TABLEAU N° 1

*Bilan des exportations des matières sur le bassin
du Congo à Brazzaville*

(Janvier 1987 à Décembre 1988)

Ref	V moy m/s	Q jour m3/s	C sab. mg/l	C mes mg/l	C dia mg/l	solide kg/s	dissous kg/s
2 CNG	1,54	45700	3,30	18,59	60	908,9	2742,0
3 CNG	1,26	37000	4,70	29,15	35	1252,3	1295,0
4 CNG	1,09	38400	3,19	24,36	56	1058,1	2150,4
5 CNG	1,14	39800	2,90	17,95	49	829,9	1950,2
6 CNG	1,28	38100	5,39	15,33	61	789,3	2324,1
7 CNG	1,13	35000	3,40	25,14	53	998,8	1855,0
8 CNG	0,98	26600	3,41	22,33	56	684,7	1489,8
9 CNG	0,64	25400	1,99	15,92	85	455,1	2159,9
10 CNG	0,91	33400	3,20	28,07	84	977,3	2137,6
11 CNG	1,03	40600	2,59	27,95	55	1240,2	2233,0
12 CNG	1,56	50400	4,10	23,66	50	1399,0	2520,0
13 CNG	1,59	54400	2,29	21,54	87	1296,4	4732,8
14 CNG	1,46	45800	5,41	21,27	32	1222,2	1465,6
15 CNG	1,40	33500	4,30	22,92	46	911,9	1541,0
16 CNG	1,23	32100	7,02	30,38	47	1200,6	1508,7
17 CNG	1,25	34700	6,02	35,18	50	1429,9	1735,0
18 CNG	1,27	37100	5,66	25,58	40	1159,0	1484,0
19 CNG	1,09	35000	4,41	20,46	46	870,5	1610,0
20 CNG	1,09	27800	3,30	19,21	41	825,7	1139,8
21 CNG	0,85	28100	5,09	27,26	42	909,2	1180,2
22 CNG	1,20	36700	4,91	26,46	51	1151,4	1871,7
23 CNG	1,30	43500	9,38	21,14	52	1327,7	2262,0
24 CNG	1,87	54900	7,29	19,61	55	1476,8	3019,5
25 CNG	1,62	59900	9,75	17,85	60	1653,0	3594,0
Moyenne	1,23	38887,5	4,70	23,05	53,04	1076,1	2083,3
Ecart type	0,25	9110,5	2,04	4,94	12,68	292,4	801,9
C.V	0,20	0,23	0,4	0,21	0,23	0,27	0,38

TABLEAU N° 2

CARACTERISTIQUES PHYSICO - CHIMIQUES DES EAUX DU CONGO A
BRAZZAVILLE

(Janvier 87 à Décembre 88)

Ref	Dates	t°	COND à 25°	PH
2 CNG	14/01/87	29,8	28,05	5,00
3 CNG	13/02/87	29,1	28,27	6,13
4 CNG	14/03/87	30,0	32,37	6,84
5 CNG	14/04/87	29,8	37,89	6,93
6 CNG	16/05/87	30,1	33,70	7,93
7 CNG	16/06/87	28,5	36,47	6,85
8 CNG	27/07/87	27,3	35,58	7,69
9 CNG	20/08/87	28,0	43,12	7,50
10 CNG	15/09/87	28,8	39,76	6,36
11 CNG	13/10/87	29,3	30,14	6,00
12 CNG	15/11/87	28,7	32,50	5,46
13 CNG	16/12/87	28,5	36,80	5,20
14 CNG	16/01/88	29,3	29,70	6,35
15 CNG	16/02/88		19,80	7,20
16 CNG	16/03/88		35,00	6,67
17 CNG	15/04/88		38,37	7,04
18 CNG	16/05/88		20,19	6,72
19 CNG	14/06/88		35,69	6,88
20 CNG	15/07/88		36,63	7,50
21 CNG	16/08/88		39,60	7,65
22 CNG	15/09/88		34,65	7,04
23 CNG	14/10/88		29,70	6,93
24 CNG	17/11/88		29,70	5,73
25 CNG	15/12/88		22,77	6,67
Moyenne		29,0	32,67	6,59
Ecart type		0,78	6,10	0,76
Coefficient de variation		0,02	0,18	0,11

tonnes au kilomètre carré en 1988. En terme de débit, le flux moyen interannuel de matières solides est évalué à 1 076 Kg/seconde sur les deux années avec une légère tendance à la hausse en 1988 (15 % de plus qu'en 1987). Les débits solides extrêmes enregistrés pendant cette période sont 1 653 Kg/seconde le 15 décembre 88 et 455 Kg/seconde le 20 août 87.

- contrairement au transport solide, l'exportation des matières dissoutes a évolué dans le sens inverse avec 72,4 millions de tonnes en 1987 contre seulement 59 millions de tonnes l'année suivante. Ce qui représente une baisse des exportations d'environ 22 % en 1988. Par ailleurs, le bilan fait ressortir une prépondérance du transport dissous comparé au transport solide (environ deux fois plus).

REMARQUE

Ces valeurs de matières dissoutes peuvent être trop élevées car elles sont le résultat d'un résidu sec à 105°C d'une eau ultra centrifugée intégrant donc la matière organique dissoute.

2.2. Composition chimique des matières dissoutes

Caractéristiques physico-chimiques.

Les valeurs des paramètres mesurés (pH, température et conductivité) (tableau n° 2) sont en accord avec celles publiées par nos prédécesseurs (MOLINIER, 1979 ; KINGA MOUZEO, 1983 et BONGO MPASSI, 1985).

- La température de l'eau n'a été relevée qu'au cours de la première année. Elle est restée pratiquement constante durant 1987, voisine de 29°C. Toutefois, on a observé un fléchissement entre juin et septembre consécutif probablement au rafraîchissement de l'air à cette période de l'année.
- Les fluctuations du pH sont plus prononcées (coefficient de variation égal à 11 %). Les valeurs extrêmes enregistrées sont 5 le 14 janvier 1987 et 7,69 le 27 juillet 1987. Naturellement, on passe des pH neutres ou légèrement basiques pendant l'étiage aux pH acides en période de hautes eaux. Le pH traduit assez fidèlement l'évolution des faciès hydrochimiques, puisque ces variations sont assez bien corrélées avec celles des bicarbonates (coefficient de corrélation = 0,61). Il semblerait qu'il soit un bon indicateur de l'origine des eaux.
- La conductivité moyenne (32,6 micro-siemens) indique que les eaux du Congo à Brazzaville sont très pauvres en sels minéraux dissous. Les variations sont faibles (CV = 18 %) et elles semblent se faire en fonction inverse du débit liquide.

MINERALISATION

Nous publions les résultats de 182 dosages retenus en raison de leur fiabilité (tableau n° 3). Tous les échantillons analysés sont faiblement minéralisés. Les résultats ont été comparés avec ceux obtenus par DERONDE, SYMOENS (1980) et MOLINIER (1979) sur la même section du fleuve. On a relevé une bonne concordance des valeurs, excepté la silice pour laquelle on a trouvé des teneurs nettement moins élevées. L'explication évidente est l'utilisation des techniques d'analyses qui sont différentes. En ce qui nous concerne, on dose exclusivement la fraction dissoute (acide silicique). Quoi qu'il en soit nos valeurs sont plus proches de DERONDE, comparées à MOLINIER.

2.3. Variations saisonnières des paramètres

Une analyse statistique des données a été faite en vue d'étudier la dispersion des valeurs, également de dégager des corrélations entre divers paramètres. Par ailleurs, nous avons tracé dans la figure n° 1, les courbes de variation des différents paramètres en fonction du temps. Sur chacune de ces courbes, nous avons également porté la variation des débits liquides. L'observation des courbes nous permet d'avoir un

TABLEAU N° 3

COMPOSITION CHIMIQUE DES MATIÈRES DISSOUTES

concentration en mg/l

Ref	Silice	Fer	Ca++	Mg++	Na+	K+	MCOS-	Cl-
2 CNG	4,60		2,60	1,36	1,42	0,18	12,81	4,30
3 CNG	5,96		3,60	1,48	2,00	0,62	17,08	4,90
4 CNG	7,60		3,60	1,82	2,34	0,62	17,08	5,30
5 CNG	5,80		3,40	1,20	3,00	2,00	19,52	4,90
6 CNG	4,40		3,30	1,30	3,30	2,00	19,52	4,90
7 CNG	6,00		3,20	2,50	3,65	1,70	19,52	4,90
8 CNG	6,00		4,20	2,80	3,40	1,90	23,79	4,20
9 CNG	6,60		3,80	2,32	2,14	0,82	23,79	4,90
10 CNG	2,24		3,60	2,60	1,76	1,14	21,35	5,30
11 CNG	5,60		1,96	2,50	3,65	1,30	15,25	4,90
12 CNG	5,72	0,15	1,90	2,80	3,30	1,40	10,37	5,30
13 CNG	5,64	0,24	2,00	2,40	3,70	1,45	10,37	5,00
14 CNG	4,92	0,60	2,45	2,70	2,60	1,75	19,52	3,60
15 CNG	4,92	0,35	1,70	1,72	3,16	1,52	15,25	3,50
16 CNG	6,00	0,30	1,96	1,73	1,75	2,58	14,40	4,20
17 CNG	5,80	0,12	3,42	1,78	2,00	2,50	19,52	3,00
18 CNG	6,80	0,10	2,72	1,90	1,51	2,58	18,30	2,90
19 CNG	5,80	0,12	3,42	2,08	1,55	2,82	24,40	3,30
20 CNG	5,60	0,04	3,13	2,34	2,03	1,36	20,13	3,20
21 CNG	4,80	0,03	3,15	2,40	2,06	1,39	20,13	3,20
22 CNG	5,60	0,10	2,82	2,11	1,80	1,30	15,88	3,10
23 CNG	5,80	0,15	2,47	1,68	1,37	1,04	14,03	3,00
24 CNG	5,80	0,24	2,31	0,61	1,84	1,04	10,98	4,00
25 CNG	5,80	0,40	1,94	1,18	1,22	1,04	12,20	3,50
Moyenne	5,63	0,21	2,66	1,94	2,30	1,49	17,28	4,15
Ec. type	1,17	0,15	0,71	0,54	0,77	0,68	4,19	0,88
Coef. de variat.	0,20	0,71	0,24	0,27	0,33	0,45	0,24	0,21

TABLEAU : 4

Valeur du coefficient de corrélation entre les débits
liquides du jour du prélèvement et les différents
paramètres physiques et chimiques

Variables	Nbre de couples	Coefficient de corrélation
Débit du jour et PH	24	-0,65
Débit du jour et Conductivité	24	-0,45
Débit du jour et Température	13	0,39
Débit du jour et Calcium	24	-0,62
Débit du jour et Magnésium	24	-0,37
Débit du jour et Sodium	24	-0,14
Débit du jour et Potassium	24	-0,23
Débit du jour et Bicarbonates	24	-0,78
Débit du jour et Chlorures	24	-0,08
Débit du jour et Silice	24	-0,11
Débit du jour et Fer total	14	0,47
Débit du jour et Sable	24	0,24
Débit du jour et Matière en suspension	24	0,26
Débit du jour et Matière dissoute	24	0,17

TABLEAU : 5

*Valeur du coefficient de corrélation
entre les vitesses moyennes et les
concentrations des matières exportées*

Variables	Nombre de couples	Coefficient de corrélation
Vitesse moyenne et concentration des sables	24	0,26
Vitesse moyenne et concentration des MES	24	-0,15
Vitesse moyenne et concentration des matières dissoutes	24	-0,083

TABLEAU : 6

*Valeur du coefficient entre différents paramètres
pris deux à deux*

Variables	Nombre de couples	Coefficient de corrélation
Sodium et Chlorure	24	0,52
Calcium et Bicarbonates	24	0,81
Calcium et Magnésium	24	0,10
Magnésium et Bicarbonates	24	0,34
PH et Silice	24	0,37
PE ET Fer total	14	-0,16
PH et Bicarbonates	24	0,61
PH et Calcium	24	0,42
PH ET Conductivité	24	0,20
Conductivité et Fer	14	-0,44
Conductivité et Bicarbonates	24	0,48
Conductivité et Silice	24	0,02
Transport solide et Transport dissous	24	0,40

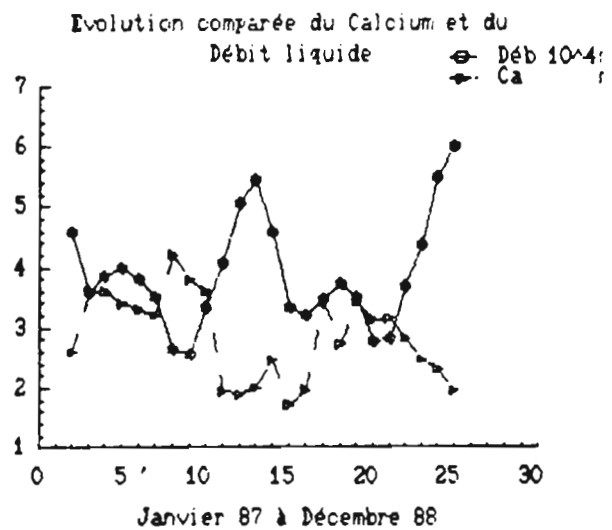
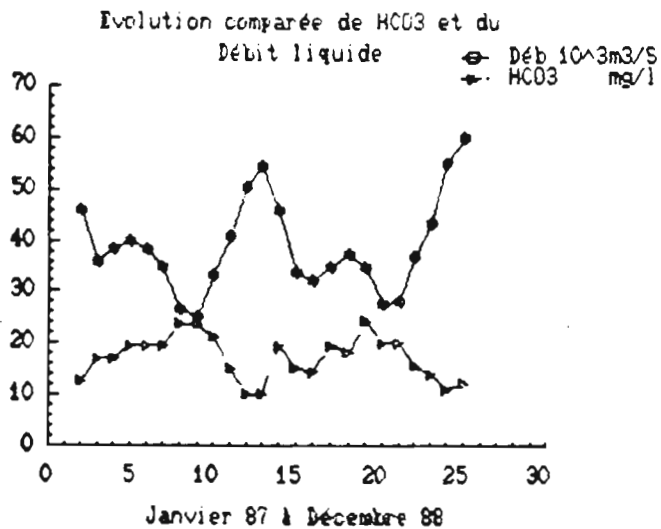
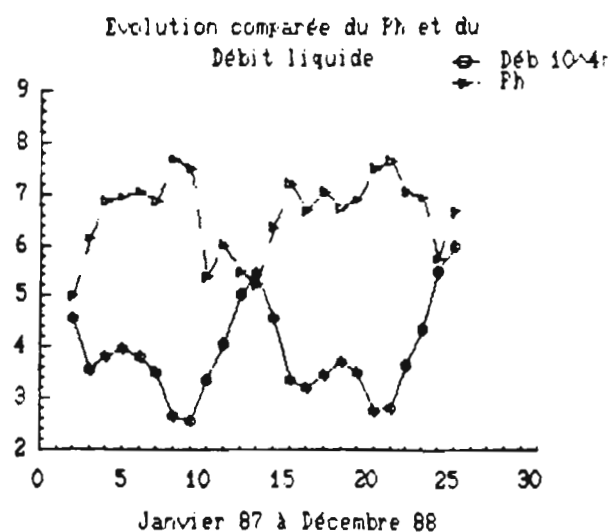
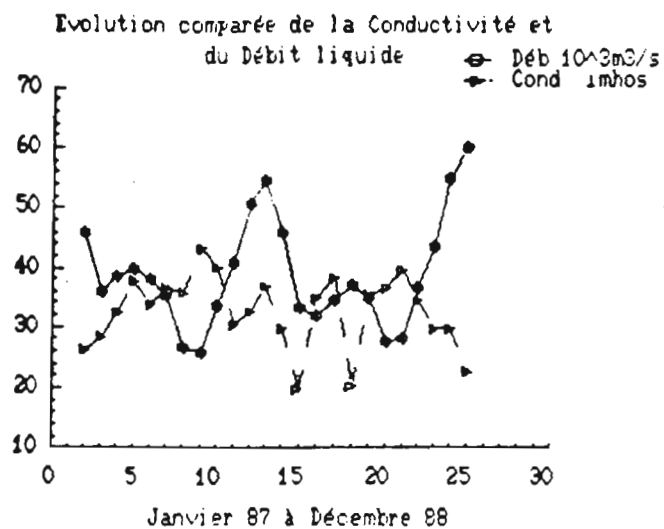


Fig. 1. Variations des paramètres physiques et chimiques et du débit du Fleuve Congo à Brazzaville (Jenv. 87 à Décembre 88).

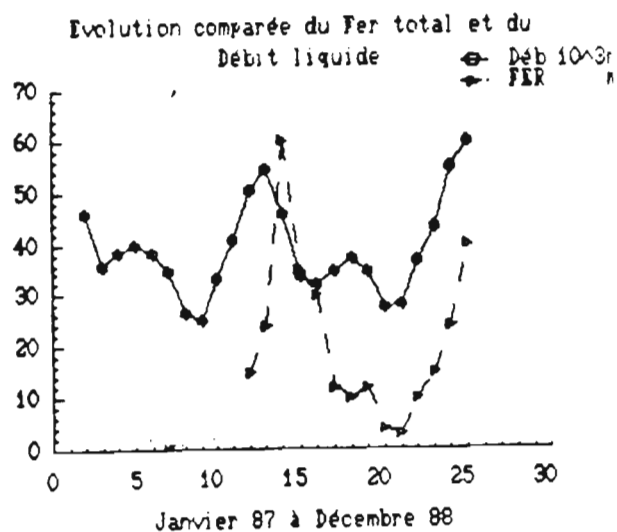
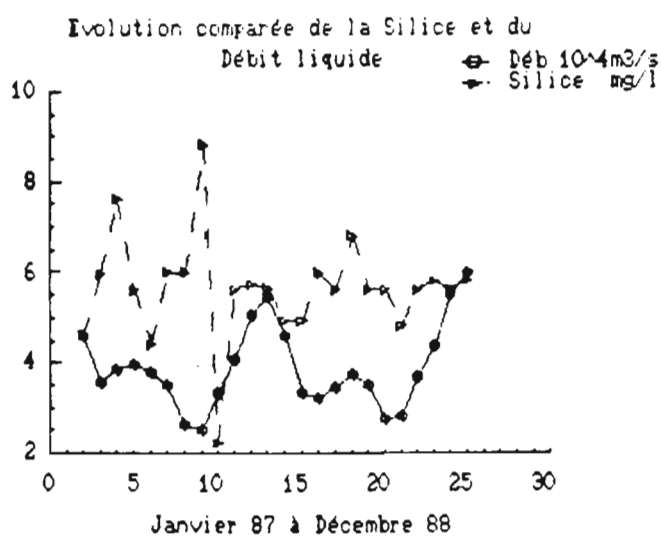
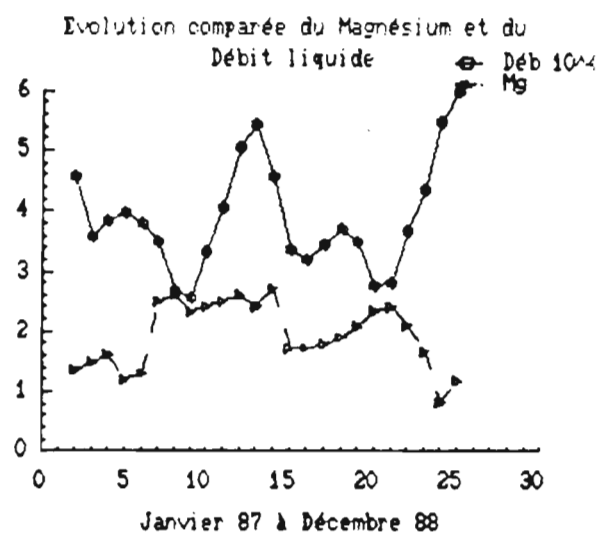
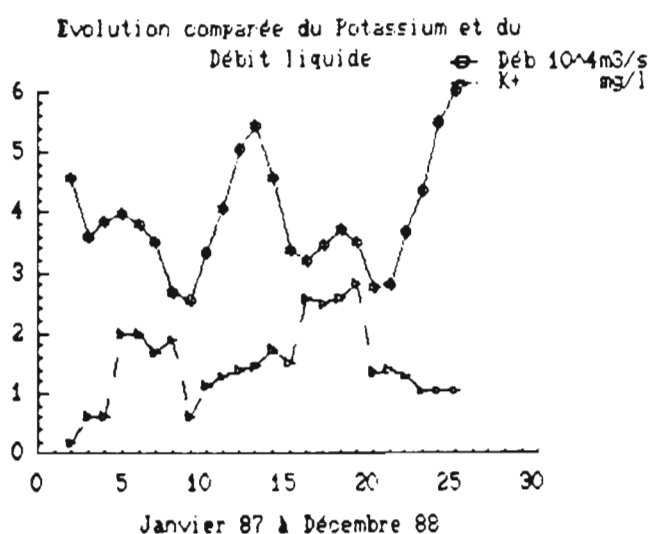
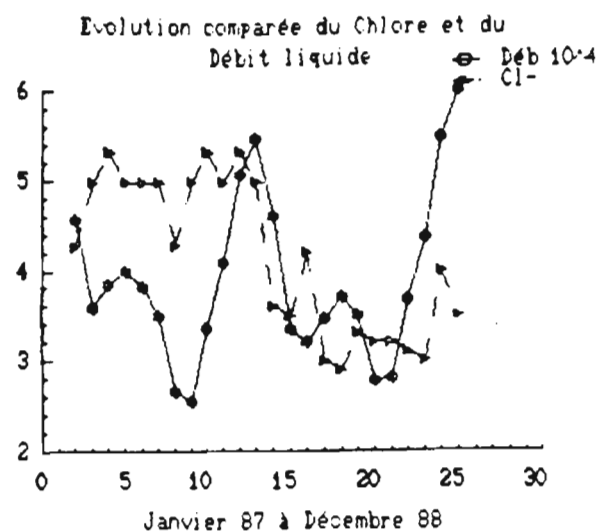
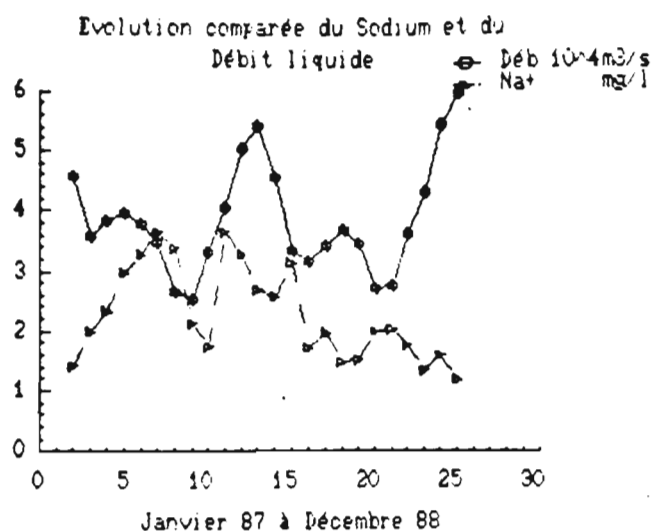


Fig. 1. (suite)- Variations des paramètres physiques et chimiques et débit du Fleuve Congo à Brazzaville (Janv. 87 à Décembre 88).

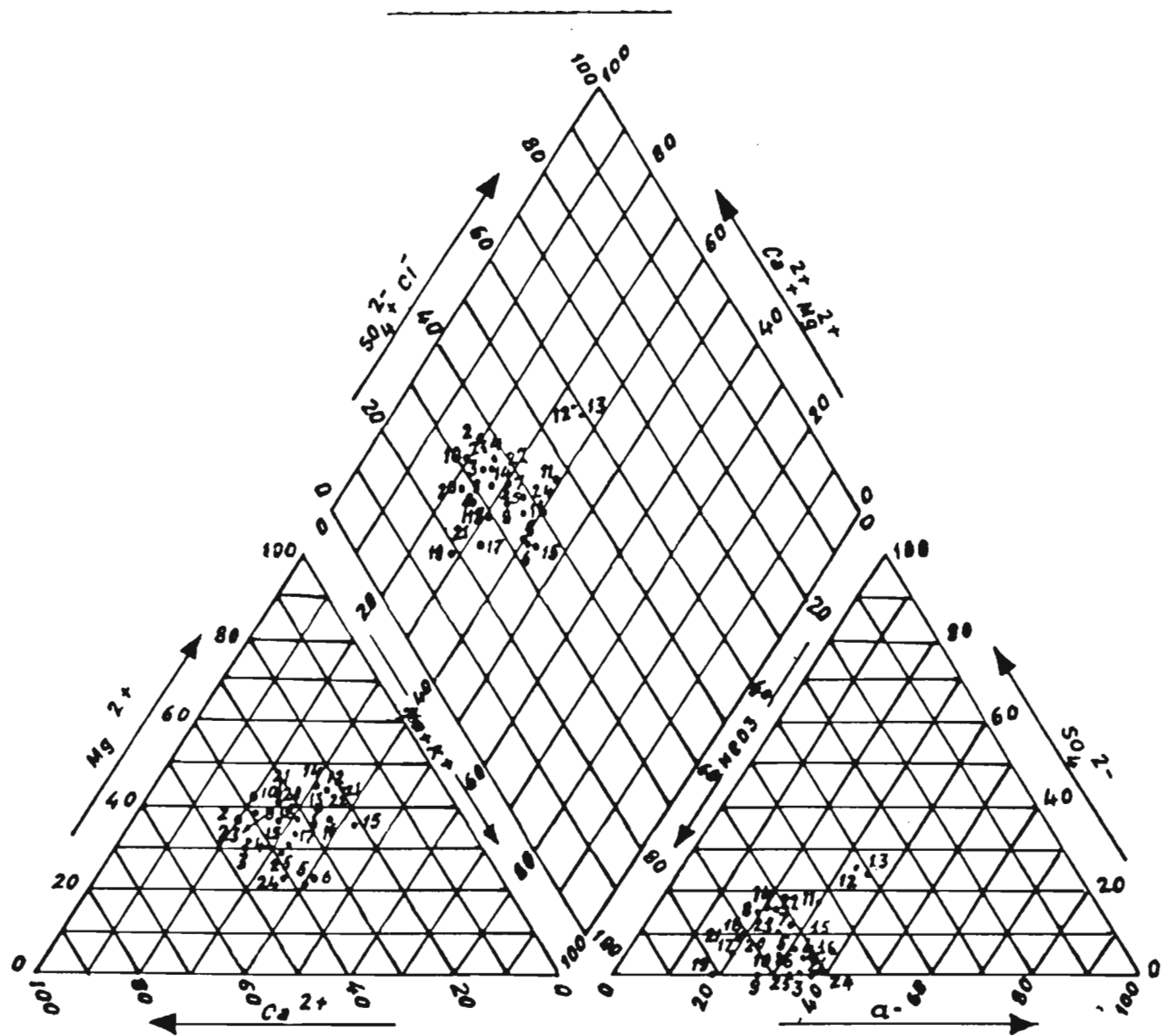
avis plus nuancé sur les phénomènes. De cette analyse, il ressort que l'amplitude des variations des différents paramètres est faible (C V toujours inférieure à 50 %). Ces faibles variations sont à relier à la régularité des exportations du fleuve qui draine des reliefs anciens. Les fluctuations se font autour des valeurs de concentration à peu près constantes. Cela indique une production quasi-permanente du collecteur principal. Les collecteurs de second ordre (KASAï, Oubangui, etc) induisent des apports de l'un ou de l'autre. Les coefficients de corrélation ont été calculés pour un grand nombre de paramètres pris deux à deux (tableaux n° 4, 5 et 6). L'examen des résultats apporte deux principales informations :

- 1) Deux ions seulement sont bien reliés entre eux (Ca^{++} et HCO_3^-). Ce lien se traduit par un faciès hydrochimique bicarbonaté calcique qui est resté pratiquement inchangé pendant la durée des prélèvements. L'explication sur les mécanismes d'acquisition de ce faciès semble très délicate et il serait indispensable comme le préconisait MOLINIER en 1979, de poursuivre les analyses sur une période suffisamment longue afin de pouvoir étudier séparément les apports de chaque période en fonction du mode d'alimentation du fleuve.
- 2) En ce qui concerne la relation entre débits liquides et les concentrations en éléments exportés, on constate qu'à l'exception des ions Ca^{++} et HCO_3^- qui, eux, varient en fonction inverse du débit (coefficient de corrélation égal à 0,78), il n'existe aucune corrélation entre le volume des apports liquides et la teneur des différents éléments. Le bassin du Congo étant en majorité constitué de reliefs anciens où l'érosion est devenue moins active, ses variations chimiques devraient être essentiellement gouvernées par ce phénomène naturel de dilution des eaux en période de crue. Or, le diagramme triangulaire (figure n° 2) ne fait pas ressortir de manière très distincte le phénomène de dilution. Par ailleurs, le même diagramme ne montre pas de regroupement de faciès pouvant indiquer les origines des diverses eaux. L'absence de relation bien précise entre les débits liquides et les concentrations des apports dissous pourrait s'expliquer par le mode d'alimentation extrêmement complexe du fleuve.

3. CONCLUSION

On peut dire que des résultats importants ont été acquis depuis le lancement de ce programme. Certains d'entre eux suscitent, d'ores et déjà, un certain nombre d'interrogations, notamment l'étude hydrochimique des prélèvements effectués à Brazzaville montre qu'en ce qui concerne les matières dissoutes, il n'existe pas de corrélation évidente entre les teneurs des divers éléments dosés et les débits liquides. Et pourtant, il est certain que l'importance des apports est liée à la quantité d'eau transitée. Cette absence de relation précise entre les teneurs et les débits serait à rattacher, nous semble-t-il, au mode d'alimentation très complexe du fleuve à la station de Brazzaville. Afin de vérifier les différentes hypothèses actuellement émises, nous avons entrepris depuis décembre 1988 de diversifier les points de mesures en allant vers l'amont. Cela permettra d'étudier séparément les apports des principaux tributaires et définir ainsi leur contribution saisonnière et annuelle aux transports globaux.

Fig. : 2 VARIATIONS CHIMIQUES DU CONGO A BRAZZAVILLE
DE JANVIER 1987. A DECEMBRE 1988



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BRICQUET J.P. (1987)

Mesure des matières en suspension : le Congo à Brazzaville.
ORSTOM - BRAZZAVILLE

CAMAIL M. et Al. (1987)

Analyses chimiques des eaux du fleuve Niger à Niamey.
ORSTOM - Hydrol. Continent. Vol. 2, n° 2 - 1987

GAC J.Y. (????)

Géochimie du lac Tchad. Thèse d'état univ.

GAC J.Y. et Al. (1987)

Géochimie des eaux du Fouta - Djalou. Flux dissous et particuliers en haute Gambie (Kedougou et Gouloumbou). Etude ORSTOM. 102 p. + annexes

KINGA MOUZEO (1986)

Transport particulaire actuel du fleuve Congo et quelques affluents. Thèse d'université. Univ. de Perpignan, 251 p.

LELONG F. et Al. (1979)

La qualité de l'eau de la rivière Eure. Son évolution dans le temps et dans l'espace. Bull. du BRGM. section III n° 1. 1979

LENOIR F., MATHIEU P., MONNET C. (1976)

Bilan d'érosion chimique et mécanique sur un bassin versant de la Côte-d'Ivoire (bassin du Bandama). 3ème conférence de géologie africaine - Khartoum - Soudan. 3-7 janvier 1976.

MANGUIN J.P., LECOLLE J., MATHIEU P. (1966)

Géochimie des eaux naturelles. Le transport en solution par un fleuve de Côte d'Ivoire. CR Académie des Sciences. FR 262 p. 2204 - 6

MEYBECK M. (1984)

Les fleuves et le cycle géochimique des éléments. Thèse Doctorat d'état univ. Pierre et Marie CURIE Paris 6.

MOLINIER M. (1976)

Qualité des eaux de surface en zone forestière équatoriale de Côte-d'Ivoire. Cahier ORSTOM série Hydrol, Vol XIII n° 1. 1976

MOLINIER M. (1979)

Note sur les débits et la qualité des eaux du Congo à Brazzaville. Cahier ORSTOM, Série Hydrol, Vol. XVI n° 1. 1979

OLIVRY J.C. (1977)

Transports solides au Cameroun. in erosion and solid matter transport in inland waters. Symp. de Paris Juillet 1977, IAHS. Publ n° 122 P 134 - 141

OLIVRY J.C. (1986)

Opérations transports de matières sur le bassin du fleuve Congo. ORSTOM BRAZZAVILLE.

OLIVRY J.C., BRICQUET J.P. et AL. (1987)

Transport de matières sur les grands fleuves des régions intertropicales : les premiers résultats des mesures de flux particulières sur le bassin du fleuve Congo. ORSTOM MONTPELLIER.

SIGHA K.(1987)

Notes sur quelques programmes de recherche en hydrologie au Centre ORSTOM de BRAZZAVILLE. Mémoire élève - ORSTOM.

SIGHA K., BRICQUET J.P. (1987)

Un exemple Méthodologie de la mesure de flux particulières et dissous des fleuves d'Afrique Centrale : Transports de matières sur le Congo à BRAZZAVILLE. Premiers résultats 1986 - 1987. ORSTOM MONTPELLIER.

ICHIER A LIRE: A25

Dossier:EA2510 Date(s) :01.89							
Origine/s:OLIVRY.CONGO				Methode/s:J.Y			
Substrat:EAUX CNG 15/04/88 au 18/08/88							
Maximums(Ech: 50 Dosages: 50)<=====Effectifs(Ech(Li): 10 Dosages(Col): 13)							
Dosage	pH	COND.	HCO3-	CL-	SO4--	NO3-	CA
Unité	l..	US	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L	MEQ/L
Echant.:							
17	6.40	48.61	0,233	.096	.088	ND	.129
18	6.65	39.66	0,233	.045	.101	ND	.120
19	6.68	40.94	0,253	.050	.104	ND	.129
20	6.49	38.66	0,246	.055	.114	ND	.130
21	6.56	43.50	0,253	.060	.104	ND	.137
22	6.38	39.66	0,219	.058	.138	ND	.130
23	5.91	34.55	0,153	.055	.120	ND	.116
19	6.76	44.78	0,253	.060	.111	ND	.128
20	6.79	40.94	0,260	.051	.124	ND	.128
21	6.82	44.78	0,299	.062	.108	ND	.143

Suite du tableau

Dosage Unité	IK MEQ/L	MG MEQ/L	NA MEQ/L	SOM.- MEQ/L	SOM+ MEQ/L	SI02 MG/L	C mg/l	N mg/l
Echant.:								
17	.080	.112	.114	ND 0,417	.445	8.55	4,19	<1
18	.044	.090	.100	ND 0,379	.334	9.75	5,98	3,74
19	.060	.140	.096	ND 0,407	.425	9.67	<1	<1
20	.044	.140	.092	ND 0,415	.406	8.59	<1	<1
21	.049	.155	.105	ND 0,417	.446	7.59	1,06	<1
22	.049	.130	.087	ND 0,415	.396	9.26	7,46	<1
23	.041	.111	.070	ND 0,336	.338	9.15	1,05	<1
19	.052	.140	.100	ND 0,424	.420	9.71	<1	<1
20	.044	.137	.096	ND 0,434	.405	8.18	<1	3,93
21	.049	.157	.105	ND 0,469	.454	7.16	<1	<1

* Eaux arrivées filtrées. les autres ont été filtrées à Bondy.

TAC : nouvelle méthode

ND = non déterminée

4ème PARTIE

MATIERE ORGANIQUE EN SOLUTION ET SUSPENSION

Le Congo à Brazzaville
Matière organique des suspensions
Année 1987

Echantillons 1987 (date)	Analyses du C.P.B. Nancy (A. Herbillon, B. Gerard)			Université de Perpignan (GADEL)			
	% Azote	% Carbone	C/N	Poids culot* en g	Conc en mg/l	% Corg	Corg mg/l
6 CNG 16/5	0,66	10,19	15,44	2,62	14,56	9,04	1,32
7 CNG 16/6	0,60	6,65	11,08	2,30	12,78	6,30	0,81
8 CNG 27/7	0,63	6,40	10,16	2,30	12,78	5,98	0,76
9 CNG 20/8	0,60	5,93	9,88	1,37	7,61	5,57	0,42
10 CNG 15/9	0,55	5,52	10,04	2,97	16,50	4,76	0,78
11 CNG 13/10	0,55	5,67	10,31	2,62	14,56	5,48	0,80
12 CNG 13/11	0,57	6,00	10,53	2,52	14,17	5,43	0,77
13 CNG 15/12	0,57	5,42	9,51	2,33	12,94	5,07	0,66

* Poids culot recueilli par ultra centrifugation sur 180 l.

MATIERE ORGANIQUE DISSOLUE
ORSTOM BONDY

Références Echantillons	COD mg/l
1 CNG 2.12.86	4,5
2 CNG 2.12.86	-
3 CNG 13.02.87	5,0
4 CNG 14.03.87	7,3
5 CNG 14.04.87	10,8
6 CNG 16.05.87	4,1
7 CNG 16.06.87	3,9
8 CNG 27.07.87	4,0
9 CNG 20.08.87	10,0
10 CNG 15.09.87	1,7
11 CNG 15.10.87	18,7
12 CNG 13.11.87	7,1
13 CNG 15.12.87	9,1
14 CNG 16.01.87	1,1
BGP 27.02.86	10,1
Bangui 29.01.87	3,7
29.09.87	2,9

Quelques résultats analytiques sur la Matière organique des suspensions prélevées sur le Congo en 1987

François GADEL, Leon SERVE, Bruno CHARRIERE (Univ. Perpignan),
Auguste BRUCHET, Gisèle FILIPPI (Lyonnaise des Eaux, Paris).

RESUME

Les données fournies par l'analyse des phénols apportent des informations utiles sur les variations qualitatives du matériel organique amené par le fleuve en fonction des périodes de crues et d'étiage. Toutefois, les interprétations demandent encore quelques réflexions.

L'analyse par pyrolyse montre que le matériel organique est dans l'ensemble de nature assez voisine. Les pyrogrammes présentent en effet assez peu de différences. Toutefois, les quelques variations observées apportent confirmation des remarques faites sur les phénols : appauvrissement en hydrocarbures aromatiques durant les crues d'octobre à décembre, indice d'un matériel peu évolué ; rapport crésols/phénol plus élevé en période d'étiage (août - septembre) montrant par là une participation plus forte de matériel ligneux, ceci en liaison avec un accroissement des sucres (cellulose du complexe lignocellulosique ?).

Ces dernières données seront exploitées de manière plus fine dans l'avenir.

RESULTATS

Les analyses réalisées dans les laboratoires de l'Université de Perpignan ont concerné les échantillons de suspensions prélevés sur le Congo à Brazzaville du mois de mai au mois de décembre 1987.

Trois types d'analyses ont été effectués :

- + l'analyse de carbone organique dont les résultats ont déjà été adressés.
- + l'analyse des composés phénoliques
- + l'analyse par pyrolyse-chromatographie en phase gazeuse-spectrométrie de masse (laboratoire de la Lyonnaise des Eaux-Paris).

La distribution des phénols dans les suspensions montre, au cours de l'année, un accroissement assez progressif des teneurs du mois de mai jusqu'au maximum de septembre (fig. 1). Une baisse peu prononcée intervient toutefois au mois de juillet qui pourrait être en rapport avec une arrivée de matériel issu des marécages de bordure riches en chlorophycées (GIRESE comm. pers.). Une décroissance est ensuite observée jusqu'au mois de décembre.

L'accroissement des teneurs semble donc coïncider avec la période d'étiage du fleuve, avec une baisse des valeurs en temps de crue (dilution par la charge lithogène).

Les teneurs en phénols rapportées à la matière organique présentent une distribution voisine de celle des phénols dans les suspensions. Durant la période d'étiage le matériel organique est enrichi en phénols, ce qui peut traduire soit un plus fort degré d'évolution de la matière organique (les phénols représentant des composés résistants à la dégradation), soit une participation de matériel plus ligneux (fig. 2).

Les concentrations exprimées en mg/l s'accroissent durant les derniers mois avec des maximums en septembre et octobre (20 à 30 ug/l).

Les plus basses s'observent au mois de juillet (7ug/l).

L'analyse détaillée des composés phénoliques montre la prédominance de certains d'entre eux :

- acide P-OH benzoïque,
- P-OH benzaldéhyde
- 3,4 OH benzaldéhyde,
- acide syringique.

Un accroissement très net des acides se manifeste en période de crue. Au contraire une augmentation marquée des aldéhydes intervient en période d'étiage (fig. 3).

Ces variations peuvent être rapportées soit aux différences de sources du matériel végétal, soit à son degré d'évolution. Par ailleurs, des eaux peu oxygénées peuvent être favorables à un accroissement des aldéhydes.

En conclusion, la nature et l'abondance des composés phénoliques sembleraient démontrer qu'en période de crue le matériel est d'origine plus locale donc moins évolué, contrairement à la période d'étiage

L'étude par pyrolyse des suspensions a permis d'observer environ 6 pics principaux appartenant à cinq classes principales de composés organiques : les composés azotés, les sucres, les phénols, les

hydrocarbures aromatiques, les sucres aminés (acétamide). Quelques pics complémentaires ont été observés : acide acétique, acide 2-buténoïque (fig.4).

Au niveau des composés, on remarque un accroissement des phénols durant les crues d'octobre-novembre-décembre. Toutefois certains de ces phénols (le phénol notamment) peuvent être issus de la pyrolyse d'autres composés comme les sucres et les protéines. Le rapport crésols/phénol qui témoigne par son accroissement d'une participation plus active de matériel ligneux, augmente en période d'étiage (août-septembre).

Les faibles teneurs en hydrocarbures aromatiques (toluène benzène) au cours de la crue peuvent témoigner d'une faible évolution du matériel. La présence d'indol issu du tryptophane, composé fragile, peut également confirmer cette hypothèse.

On note par ailleurs, des variations de teneurs, avec un accroissement des sucres en août et celui du toluène, marqueur d'évolution, en juillet et août. Les sucres aminés s'accroissent en septembre-octobre.

En résumé, ces résultats confirment certaines observations faites au niveau des phénols. En période d'étiage le matériel d'origine plus lointaine est enrichi en produits ligneux riches en phénols. En période de crue, notamment en octobre-novembre-décembre, le matériel d'origine plus locale est moins évolué comme le montrent les teneurs moindres en phénols et en hydrocarbures aromatiques et un enrichissement en composés fragiles comme l'indol.

Fig.1

Teneurs en phénols dans les suspensions

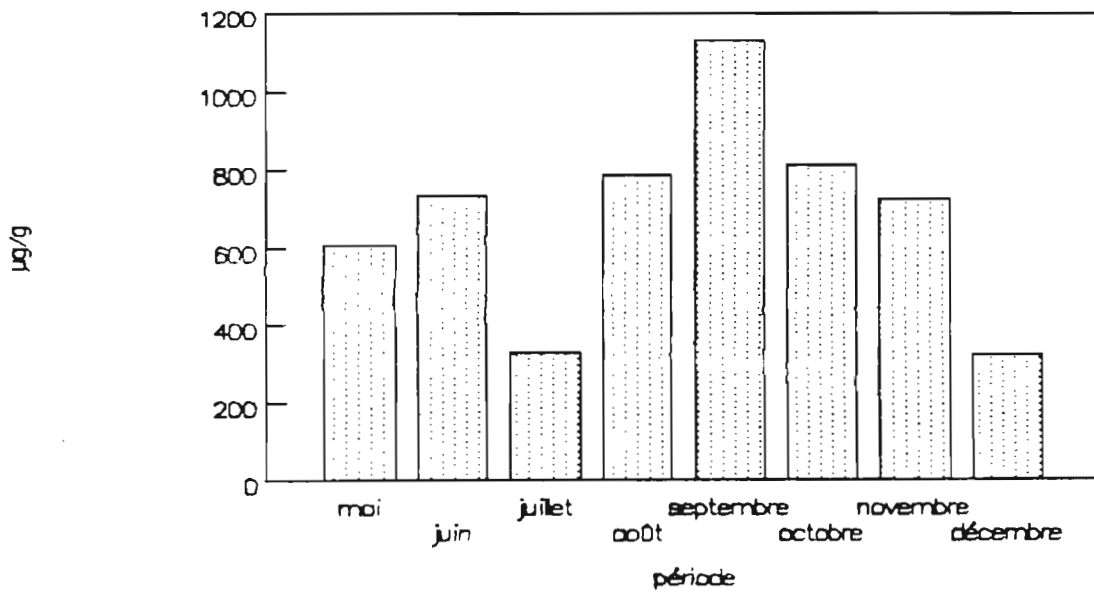


Fig.2

% phénols/matière organique

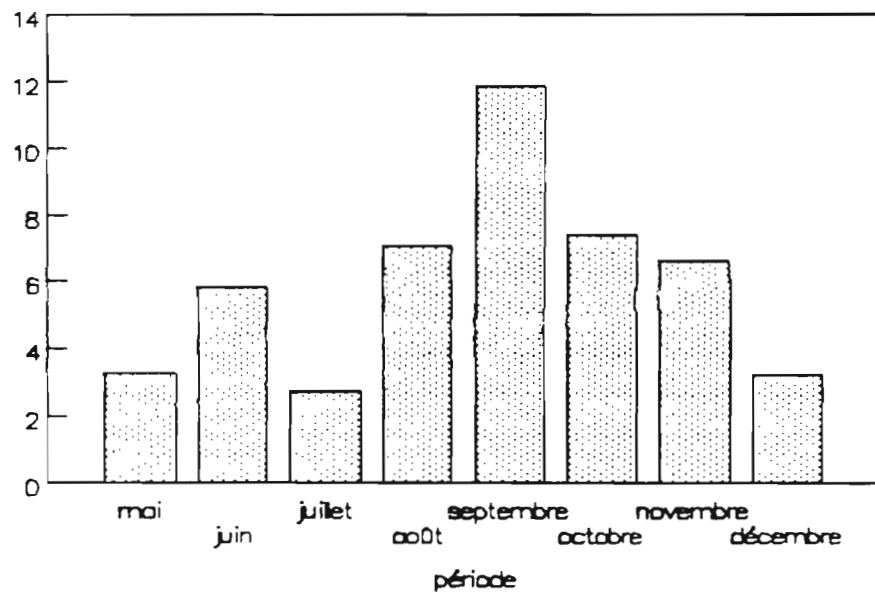


Fig.3

Rapport acides/aldéhydes

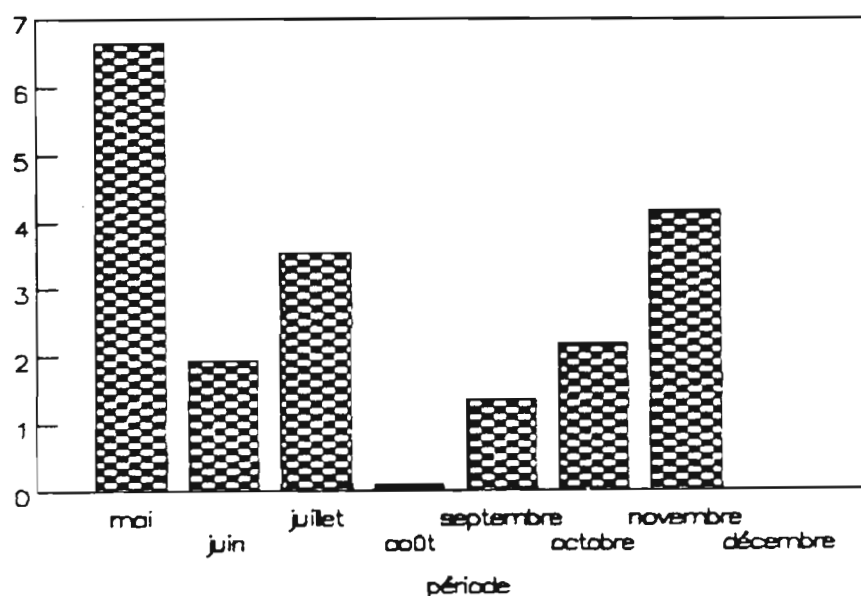
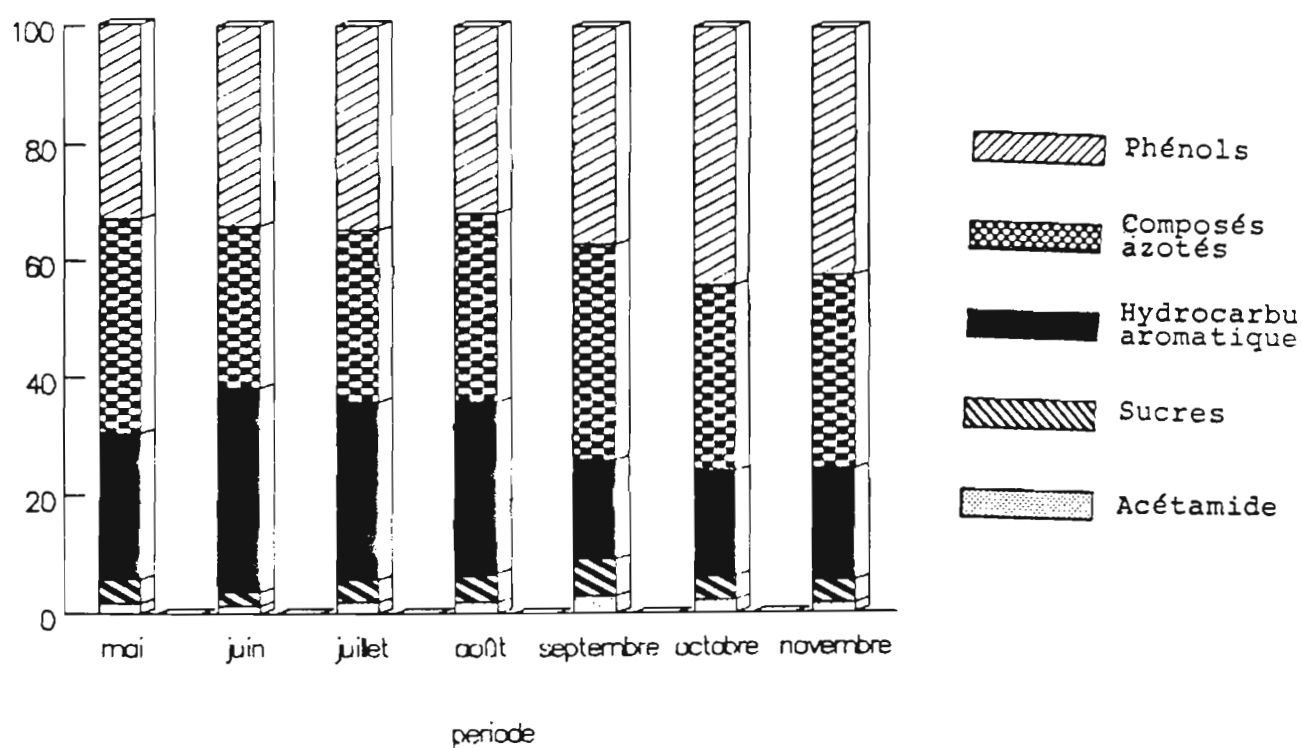


Fig.4

% composés organiques-pyrolyse



LABORATOIRE DE PHYSIQUE ET CHIMIE MARINES

UNIVERSITÉ PIERRE ET MARIE CURIE

4, PLACE JUSSIEU - TOUR 24-25 5^e ÉTAGE - 75230 PARIS CEDEX 05

TÉLÉPHONE : 336 25-25
329 12-21

POSTES : 4864 - 4866

TELEX : UPMCSIX 200-145

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT ET DE PREPARATION DES ECHANTILLONS POUR L'ANALYSE DE LA MATIERE ORGANIQUE

1:0 PRELEVEMENTS

Deux façons possibles d'opérer:

a/ Avec une bombonne de verre de (5,10, ou 20 litres) plonger la bombonne fermée sous la surface de l'eau et ouvrir et fermer après remplissage du flacon toujours sous la surface. Cette méthode n'est possible que pour les eaux de surface!

b/ Avec une bouteille genre Niskin ou Bricquet. adapter un tuyau PVC ou silicon sur la bouteille de prélèvement et remplir le ou les flacons qui serviront au transport des échantillons jusqu'au lieu de filtration. Utiliser dans la mesure du possible toujours le même tuyau qu'on protège des contaminations pendant et après usage en le déconnectant de la bouteille de prélèvement et en l'enveloppant dans du papier d'aluminium.

2:0 FILTRATION

2:1 Analyse des lipides: 1 filtre de 293mm, volume filtré: 10l.

2:2 Analyse de phénols: 1 filtre de 293mm, volume filtré: 10l.

2:3 Analyse du 13C: 1 filtre de 293mm, volume filtré: 10l.

NB: Sur filtre whatman GF/F de 293 mm en fibre de verre à l'aide d'une pince (ne pas toucher le filtre avec les doigts) .

NB: Il est commode pour les filtres de cette dimension de saisir les filtres avec 2 pinces qui aide beaucoup au centrage du filtre sur son support surtout quand le filtre colle légèrement au support humide.

Serrer le couvercle en croisant le serrage pour qu'il soit régulièrement réparti.

Filtrer jusqu'à colmatage du filtre qui survient de façon variable entre 5 et 10 l d'eau filtrée.

NB: Il est très important d'agiter régulièrement le flacon au moins à chaque remplissage de l'entonnoir pour éviter la sédimentation des particules et produire des filtres homogènes du début à la fin de la filtration.

2:4 Analyse des MES-COP-NOP: 1 filtre de 47mm
(pre-grillé et pre-pesé), volume filtré: 2l.

NB: Tout de suite après filtration, séchage du filtre à l'étuve à 40°C.

2:5 Analyse des sucres et acides aminés: 1 filtre de 47mm (pre-grillé et pré-pesé), volume filtré: 2l.

NB: Séchage du filtre à l'étuve à 40°C.

2:6 Analyse des pigments: 2 filtres de 47mm
(pre-extraits à l'acetone), volume filtré: 2l.

NB: Ne pas filtrer à une pression supérieur à 200mm de Hg. Rincer le système de filtration Milipore entre chaque filtration. Le colmatage du filtre survient en général, selon la charge solide entre 0,5 et 2 l d'eau filtrée. Arrêter la filtration dès le début du colmatage et poursuivre la filtration

3: CENTRIFUGATION

3:1 Analyse des substances humiques et pyrolyse

L'ensemble de ces analyses necessitent un total de 2 grammes de matière en suspension.

NB: Les culots de matière en suspension centrifugée seront lyophilisés.

4: LYOPHILISATION DES FILTRES DE 293mm.

NB: Les 3 filtres de 293mm sont posés à plat sur une surface propre et decontaminée (feuille de papier d'aluminium par exemple) et coupés en 2 par le diamètre à l'aide ciseaux décontaminés (alcool ou solvant organique pur) .Chaque partie est placée dans un tube Sovirel de 25ml.

5:0 CONSERVATION DES FILTRES DE 47mm.

Les filtres de 47 mm pour l'analyse des pigments doivent être conservés au congélateur à 80 °C ,pliés en éventail dans les tubes Sovirel de 10ml.

Replacer les filtres lyophilisés au réfrigérateur. Avant lyophilisation, les filtres sont conservés au congélateur à -80°C. Si les filtrations sont effectuées sur le terrain, conserver les échantillons dans une glaciere pourvue de blocs de congélation (type camping) ou mieux de carboglace.

Les filtres de 47mm, séchés à l'étuve sont conservés à l'abri de la lumière.

6:0 MATIERE ORGANIQUE DISSOUTE

On conservera 250ml des eaux filtrées sur les filtres de 47mm et le système Millipore pour les analyses du COD, sucres et acides aminés dissous.

7:0 RAPPATRIEMENT DES ECHANTILLONS.

Dans une glacière ou boîte isotherme, les tubes étant immergé dans la carboglace.

Se mettre d'accord pour le jour d'envoi et la réception.

ANNEXES

COMPTE RENDU DE LA REUNION "GRANDS BASSINS FLUVIAUX" DU PROGRAMME PIRAT

DU 4 avril à PARIS

Etaient invités : Les responsables des équipes de recherche de l'Université, du CNRS (INSU) et de l'ORSTOM concernés par l'étude du bassin du CONGO et ou leur collaborateurs directs.

Présents : Mesdames DELAUNE (ORSTOM BONDY), F. GASSE (CNRS ORSAY).

Messieurs ALBERIC (Univ.Orléans), J.P. BRICQUET (ORSTOM Brazzaville) F. DUGAS (ORSTOM Montpellier) P. NEGREL (IPG Paris), J.C. OLIVRY (ORSTOM Montpellier). J.L. PROBST (CNRS Strasbourg), C. RIANDEY (ORSTOM Bondy), P. SCRIBE (CNRS Paris VI), P. SEYLER (CNRS Montrouge, invité), J. SIRCOULON (ORSTOM TOA proparte).

Excusés : Messieurs J.C FONTES (UNIV. Orsay), P. GIRESSE, GADEL (Univ. Perpignan), LATOUCHE (Univ. Bordeaux). M. J.M. JOUANNEAU (CNRS Bordeaux, empêché), A SALIOT (PARIS VI).

INTRODUCTION

En prologue des travaux de la réunion et des propositions d'ordre du jour indiquées dans sa lettre du 20 mars 89, J.C. OLIVRY donne diverses informations sur les réunions et prises de décision des autorités scientifiques coiffant le programme PIRAT :

- La réunion des experts du 27 janvier a retenu le Projet CONGO dans son intégralité sous la responsabilité d'ensemble de J.C. OLIVRY. Une coordination est souhaitée entre J.C. OLIVRY (hydrologie, prélèvements) J.L. PROBST pour les analyses inorganiques et A. SALIOT pour les analyses organiques avec un découpage du budget par domaine de compétence.

- A la demande de D. NAHON, directeur de PIRAT, une réunion entre J.C. OLIVRY , J.L. PROBST et P. SCRIBE, tenue le 9 février 89 a abouti à des propositions de découpage du budget basées sur un montant total de 500 000 F. (proposé par les experts) et sur quelques propositions d'animation scientifique des différents volets de l'opération. Des contacts ont été pris par ailleurs avec B. DUPRE.
- La réunion du Conseil Scientifique de PIRAT s'est tenue le 23 février 1989. Pour ce qui nous concerne, elle a retenu le seul projet CONGO-ZAIRE (responsabilité J.C. OLIVRY) avec un budget global de 300 KF répartis de la manière suivante :

. Prélèvements en Hydrologie	120 KF	OLIVRY
. Analyses matières minérales	60KF	PROBST
. " " "	40 KF	DUPRE
. Analyses matières organiques	80 KF	SALIOT

Il est bien sûr précisé que l'ensemble des travaux doit porter sur le bassin du CONGO et M. NAHON a indiqué "qu'il existe un projet semblable sur l'Amazone dans le cadre du projet DBT, la coordination entre les deux chantiers étant assurée par M. DUPRE".

En complément de ces informations qui ne nous ont pas été communiquées officiellement (on attend toujours les notifications de l'INSU), J.C. OLIVRY remarque que l'abandon dans l'opération Grand Bassin de l'aspect périallantique de PIRAT ne concerne évidemment pas les actions entreprises par l'ORSTOM au BRESIL et en BOLIVIE sur un suivi des flux particuliers et dissous du bassin de l'Amazone (programme EQUERRE UR 2A).

L'ordre du jour étant adopté, une rapide mise au point est faite sur le bilan des résultats acquis ou attendus.

PRESENTATION DES RESULTATS

De brefs exposés sont faits par les différents participants. BRICQUET et OLIVRY présentent les bilans hydrologiques de Brazzaville et de Bangui ainsi que le bilan des MES et de matière dissoute (résidus/sec). Les variations saisonnières sont rapidement soulignées avec en particulier la part importante des expositions de matière dissoute en hauts eaux sur le Congo (rinçage de la matière organique de la cuvette congolaise). Des corrélations entre concentration des MES en surface, valeurs moyennes, mesures mensuelles et hebdomadaires

sont présentées. La comparaison des valeurs nouvelles (CNG) et hebdomadaires (BAD) montre une dispersion non négligeable même si les valeurs annuelles sont sensiblement identiques.

PROBST présente les résultats des analyses sur les ions majeurs et la silice depuis janvier 1987 sur Brazzaville et Bangui en soulignant l'irrégularité de la réception des échantillons (échantillons non reçus depuis septembre 1988).

Les schémas illustrant les variations de concentration des matières minérales dissoutes montrent que celles-ci varient de façon classique, à l'inverse des débits, suivant un modèle de dilution, sauf pour les sulfates. La comparaison des résultats PIRAT à d'autres mesures effectuées en 1977 semble montrer que le Congo constitue un système stable. Pour l'Oubangui, le modèle de dilution est presque un cas d'école (relation inverse entre le débit et les concentrations). Les délais d'acheminement des échantillons posent le problème du TAC à faire sur place (ce qui est fait à Brazzaville), du flaconnage (SiO_2 : "bouffée" dans le flacon) et des évolutions possibles. Il est signalé que les échantillons d'eau doivent être filtrés avant expédition. On rappelle aussi la part prise par les laboratoires ORSTOM de Bondy (RIANDEY) et les résultats qui recouvrent pro parte les analyses de Bangui et de Brazzaville.

Sur le plan de la sédimentologie, DUGAS et Madame DELAUNE présentent quelques résultats obtenus au laboratoire de BONDY qui vont dans le même sens que la note de TASTET, JOUANNEAU et LATOUCHE, pour ce qui est de la micro-granulométrie de la fraction dite sableuse, recueillie sur tamis de 50 microns, constituée pour l'essentiel de silts fines à moyennes (médiane de 10 à 20 microns). Les MES sont plus fines à Bangui qu'à Brazzaville et les analyses de Bordeaux montrent aussi une évolution saisonnière de la taille des suspensions à Bangui qui n'existe pas à Brazzaville. La matière organique particulaire constitue probablement le support de silts d'où le refus au tamis de 50 microns. Des analyses minéralogiques sur les argiles sont en cours d'achèvement à Bordeaux. D'autres mesures sont également effectuées à Bondy.

L'absence de GIRESSE et JOUANNEAU ne permet pas d'évoquer davantage les problèmes du domaine "sédimentologie". Le problème des attributions de chacun est toutefois posé par DUGAS, ce dernier s'étant chargé de mettre au point les mesures de transports de fond et d'étudier dans un premier temps le sédiment des prélèvements hebdomadaires (thèmes d'étude, aires géographiques). PROBST pose la question de savoir si le programme peut consacrer une partie de l'échantillonnage à Larry DOYLE (UN. South Florida, St Petersburg)

pour l'étude des monospicules. Une réunion des sédimentologues est décidée pour préciser ces différents points.⁽¹⁾

Madame GASSE expose les résultats acquis pendant la croisière scientifique de 1988 entre Bangui et Brazzaville (1 200 km) avec suivi de l'onde de crue. Elle donne une estimation de la silice exportée par les diatomées. L'importance des tonnages en cause a justifié la mise en oeuvre d'un protocole de mesure à pas de temps mensuel pour préciser ce mode d'exportation de matière minérale. La quantité d'analyses en cours rend impérative une participation budgétaire du programme. Le rattachement de cette recherche au volet matière minérale paraît cependant difficile pour J.L. PROBST compte tenu de son budget même si le bilan de la silice en constitue la finalité essentielle. Les problèmes de biomasse totale et autotrophes sont évoqués : la matière organique des diatomées n'en constitue qu'une très faible part.

NEGREL (laboratoire DUPRE) fait part de ses premiers résultats acquis lors de la même croisière scientifique, sur les isotopes du Strontium. Les variations paraissent faibles, mais significatives des apports intermédiaires. Les analyses de pluie posent la question de leur recharge en cours d'évènement. Le complément des analyses du Néodyme doivent permettre une meilleure interprétation des résultats Strontium.

Toujours au sujet de cette mission OUBANGUI-CONGO, on a évoqué les autres mesures réalisées (composition isotopique, concentration en MES) et les variations observées sur quelques transects transversaux du fleuve.

L'ensemble des autres résultats obtenus dans le programme (ou attendus) est indiqué dans le tableau récapitulatif ci-après. Les résultats sur la matière organique n'ont concerné jusqu'alors que C et N sur les culots particuliers de 1987 (Nancy, Perpignan) et le COD 1987 (Bondy).

PUBLICATIONS

Le compte rendu de la réunion de Nov. 1987 (cf NOTE PIRAT/GBF n°1) posait déjà le problème d'une politique des publications. Un consensus semblait alors s'être dégagé sur la nécessité d'une charte des publications, une édition rapide, sous forme de note interne des résultats pour diffusion à tous les participants à PIRAT, des résultats scientifiques dans une revue

(1) Après contacts avec Dugas, Jouanneau et Giresse, cette réunion devrait se tenir à Montpellier au tout début du mois de juin.

rang A, choisie comme support de l'opération GBF, puis seulement ensuite, la publication dans d'autres revues d'articles isolés. Des divergences d'appréciation apparaissent entre PROBST et OLIVRY, en particulier sur l'intérêt d'une note interne ; celle-ci constitue pour OLIVRY le moyen de contrôler l'avancement des travaux et de mettre à disposition des participants au programme les données nécessaires à l'analyse et à l'interprétation de leurs propres résultats, tout en indiquant, dans chaque domaine les auteurs et responsables des travaux effectués. Elle n'empêche pas la publication dans une revue A (Sciences Géologiques, par exemple) de ces mêmes résultats secteur par secteur, éventuellement dans le cadre d'un numéro spécial, la première publication devant, dans tous les cas, mentionner pour les différents thèmes, les opérateurs sur le terrain. La réalisation d'un numéro spécial paraît actuellement difficile au stade d'avancement des travaux, très variables suivant les domaines d'études. Une fois publiées dans une revue, les données passeront dans le domaine public et peuvent être utilisées par tout un chacun comme bon lui semble. PROBST revendique cette totale liberté. OLIVRY estime pour sa part que la participation de chacun à GBF-PIRAT s'est faite sur une complémentarité des domaines de compétence des différents laboratoires concernés. Celle-ci suppose que dans le cadre du programme PIRAT la liberté de publication de chacun se limite au domaine de compétence initialement affiché, au moins jusqu'à la parution d'un ouvrage commun de synthèse.

Un accord paraît acquis sur la diffusion des résultats dans une note interne, puis sur une publication des premiers résultats plus complets et interprétés à paraître dans une revue de rang A (n° spécial ou articles ponctuels), enfin sur la publication d'articles dans d'autres revues.

Madame GASSE accepte de préparer un projet de "charte des publications". On peut souhaiter que les règles ne soient toutefois pas trop contraignantes si on veut présenter rapidement des publications au Conseil Scientifique de PIRAT.

Une dernière information : M. AUBERT a souligné "la nécessité que la mention du soutien par le programme PIRAT figure dans les publications en résultant. Le principe d'un numéro de contribution fourni par l'INSU est adopté".

REVISION DES PROTOCOLES DE MESURE, ECHANTILLONNAGE....

La question qui reste simple pour des échantillonnages spécifiques (prélèvement Strontium ou même manip Pigments et Hydrocarbures) devient complexe au niveau du traitement

Le stockage et le transport d'échantillons congelés constituent un frein important au déroulement de cette partie du programme. Il s'agit donc de mettre d'abord au point les besoins sur le thème matière organique avant de revoir ces protocoles.

ETUDE SUR LA MATIERE ORGANIQUE

P. SCRIBE (responsable du programme avec A. SALIOT) montre que la mise en place d'une coordination est particulièrement difficile entre les laboratoires concernés. Les participations initialement définies restent à préciser : Nancy avec HERBILLON, Perpignan avec GADEL, Orléans avec ALBERIC (Labo TRICHET, GUILLET), SCRIBE et SALIOT sur PARIS VI. Le Carbon Unit Center de Hambourg, régulièrement alimenté en échantillons depuis 1987 n'a fourni qu'un résultat sur les sucres en 1987. La poursuite de cette collaboration sera examinée directement par SCRIBE. Côté ORSTOM, les études de bilan nécessitent de connaître dans la charge dissoute ou particulaire la part de la matière organique d'où une implication à priori du Laboratoire de BONDY dans la détermination du COD, COP et N...

Il apparaît que les participants présents sont surtout intéressés par la matière organique particulaire. ALBERIC s'est spécialisé sur les Protéines (Acides aminés). SCRIBE faisant la synthèse des discussions relève plusieurs priorités : définition des apports anthropiques, dégradation de la production terrestre (M.O. continentale fraîche ou dégradée, lieu de production), M.O. fluviale (macrophytes et plancton).

Une répartition des analyses à faire entre les partenaires est définie (cf tableau ci après). Pour le COD et le COP, l'existence de doublons pourra être revue. Les quantités de matière pourraient être nettement allégées et la lyophilisation supprimerait les problèmes de congélation (cf Brazzaville et transferts de Bangui). L'utilisation de centrifugeuses grande vitesse ne paraît pas l'idéal. Un rapport doit être préparé par SCRIBE. Les implications budgétaires doivent être définies. OLIVRY précise que les analyses de BONDY sont prises en charge par l'ORSTOM (UR 2A).

QUESTIONS DIVERSES

Pour chaque volet du programme, les besoins budgétaires restent à définir au niveau de P. SCRIBE et de J.L. PROBST pour ce qui est de la matière organique, et de la matière minérale. Le budget "hydrologie" sera essentiellement consacré à l'acquisition de matériel de navigation (moteur hors-bord) et de mesure hydrométrique (sondeur, préleveur U.S.).

Le développement du volet "Cameroun" devrait être effectif en 1989. On espère en outre y développer une aspect "éléments traces" avec la participation de P. SEYLER.

PROBST souhaite que les échantillons préparés par les équipes ORSTOM de Brazzaville et Bangui soient envoyés directement aux responsables de thème (Saliot, Scribe, Probst) pour répartition entre les différentes équipes. Cette solution pourrait être retenue pour les échantillons à conditionnement spécial (congélation par exemple...) et nécessitant un traitement avant répartition entre différents intervenants. Il faudrait alors que les responsables en prennent livraison auprès des laboratoires de l'ORSTOM à Bondy, qui constituent le point de chute le plus simple côté ORSTOM pour les expéditions en provenance du Congo et de RCA. Pour les échantillons ordinaires (expédition par colis postal), OLIVRY pense qu'il n'y a aucune raison dans ce cas de formaliser des étapes intermédiaires : des expéditions directes peuvent être faites aux laboratoires concernés, avec envoi des copies des bordereaux descriptifs d'expédition au responsable de thème et au responsable de l'opération GBF.

OLIVRY souhaite que le rapport "Mission OUBANGUI-CONGO" puisse contenir les résultats analytiques généraux de chaque participant, permettant une vue d'ensemble sur l'intérêt de ce type de campagne, et soit diffusé en juillet (note interne ?). Une campagne 89 est envisagée fin novembre. Doit-elle être allégée ?

CONCLUSION

La réunion a permis de faire le point sur différents aspects du fonctionnement du programme. Des questions restent posées. Des rapports, des notes et des précisions sont attendues (en particulier des responsables et animateurs de l'opération). Outre un meilleur fonctionnement des recherches, ces documents doivent permettre de répondre au prochain appel d'offre INSU/ORSTOM en attendant la nouvelle organisation du programme PIRAT amorcée en Conseil Scientifique par M. AUBERT.

(Résultats obtenus ou attendus)

X	-----	Résultats obtenus
\	-----	Résultats attendus

123

ANALYSE SUR LA MATIERE ORGANIQUE

PARAMETRES	LABORATOIRES					
	Orléans Alberic Guillet	Nancy Herbillon	Perpignan Gadel	Paris Scribe Saliot	Bondy OR STOM	CUC Hambourg
COD	X	X			X	
COP					X	
PYROLYSE	X ?		X	X		
<u> MOP </u> LIPIDES Stérols (pollution fécale acides gras)				X		
SUCRES			X			X ?
PIGMENTS				X		
PROTEINES Acides aminés	X					
Phénols lignine (origine)				X		
Polluants hydrocarbures non aromatiques				X		
Mat. organique complexe	X		X			