

LE BASSIN DU CONGO :

ESSAI DE BILAN HYDROCHIMIQUE

J.P. BRICQUET, Hydrologue,
B.P. 181, Brazzaville

INTRODUCTION

Cela fait maintenant quatre ans qu'a été entrepris ce programme de recherches : étude du transport de matières sur les fleuves des régions intertropicales.

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.

Par la détermination des processus climatiques, des cycles biogéodynamiques et géochimiques à l'échelle continentale, on souhaite approcher ce que l'on peut appeler la "respiration" de la forêt équatoriale.

L'originalité du programme tient d'une part dans le protocole de mesures permettant une approche plus rigoureuse des concentrations de matières, d'autre part dans un suivi de la variabilité saisonnière et interannuelle suffisamment long pour corrélérer le régime des flux de matières aux régimes hydrologiques.

Les équipes qui se sont associées à ce programme INSU-ORSTOM sont nombreuses et se sont engagées pour DIX ans.

Les résultats présentés portent essentiellement sur la station de BRAZZAVILLE depuis 1987.

LE BASSIN DU CONGO

Avec une superficie de 3 700 000 km², le bassin du Congo-Zaire est le second bassin mondial après l'Amazone. Il occupe également le deuxième rang pour l'importance de ses apports à l'océan. Drainant une des plus grandes forêts intertropicales, il a une longueur de 4 700 km (fig. 1).

L'ensemble du bassin se présente comme une vaste cuvette (avec le centre marécageux) dont l'altitude moyenne ne dépasse pas 400 mètres. La pente du fleuve est faible puisque Brazzaville est à 270 m et Kisangani à 390 m, les deux villes étant séparées par 1 500 km.

Géologie

D'un point de vue géologique, on peut dire que le bassin du Congo est constitué de trois types de roches, cette géologie étant à replacer dans le cadre plus général de celle du vieux socle africain (fig. 1a). On trouve :

1. les terrains du socle cristallin ou métamorphique composant le soubassement du bassin et délimitant la "Cuvette congolaise". Il est constitué par des formations variées de roches métamorphiques et éruptives (métamorphisme et cristallinité étant plus prononcés dans les horizons inférieurs) ;
2. les terrains sédimentaires précambriens, de nature gréseuse ou calcaire (schisto-dolomitique calcaire et gréseux). Ces terrains sont formés de grés, d'arkoses, de calcaires, avec parfois des bancs de marnes légèrement métamorphisées ;
3. les roches sableuses du Mésozoïque (système du LUALABA). Site de podzolisation tropicale, cet ensemble couvre une forte proportion des versants. Ce sont des formations à argilites rouges, à grés et à limons sableux. Les zones basses de la Cuvette sont recouvertes de sédiments fluvio-lacustres (sables argileux non consolidés). Ces sédiments vont du Jurassique à nos jours.

Végétation

La végétation quant à elle se décompose en deux principaux types (Fig. 1b) :

la forêt qui couvre presque 40 % du bassin, surtout dans sa partie centrale. Cette forêt sempervirente est souvent sur terre inondée. Sur la terre ferme, on trouvera les arbres géants de 40 à 60 mètres de hauteur. L'humidité de cette forêt varie en fonction de son éloignement de l'équateur ;

la savane couvre la plus grande partie des zones méridionales et septentrionales du bassin. Elle est généralement herbeuse mais des arbustes et des forêts galeries lui sont associés dans les fonds de vallées. Suivant le terrain, on remarquera des savanes hautes et denses ou basses et clairsemées.

La végétation joue un rôle important dans la sédimentation fluviale du Congo, la forêt protégeant les sols en interceptant rayonnement et précipitations. La couverture végétale évite aussi un ruissellement trop brutal et assure une régulation des échanges avec la biosphère.

LE REGIME HYDROLOGIQUE

Hydrographie du bassin

Du fait même de sa taille et de sa position à cheval sur l'Equateur, le régime du Congo à Brazzaville est un régime complexe. Les affluents drainant plusieurs zones climatiques traversent des domaines orographiques et végétaux qui induisent ce régime complexe, même s'ils suivent des régimes plus simples (ainsi, les fleuves à régime tropical caractérisé par un seul maximum de crue et une seule période de basses eaux tel l'OUBANGUI ou la LUALABA). Ainsi, de l'amont vers l'aval, le régime du fleuve va se modifier au gré de ses affluents.

Dans le cours supérieur du fleuve (5° Sud), le débit est contrôlé par les pluies tropicales australes qui s'étalent de novembre à mars (débit maximum en mars). Après la confluence avec la LUKUBA (Lac TANGANIKA) et jusqu'à Kisangani, il se produit une modification essentielle, avec l'apparition de deux maxima et deux minima qui persisteront jusqu'à l'embouchure. Tout au long de cette partie du trajet, la Lualaba reçoit des affluents relativement

modestes (ELILA, ULINDI, LOWA) mais qui suffisent à provoquer une modification graduelle du débit dans la mesure où les pluies de la région équatoriale sont plus abondantes que les pluies tropicales.

A Kisangani, on a deux maxima à peu près égaux en novembre-décembre et avril-mai qui encadrent un minimum secondaire de février-mars et un minimum principal d'août-septembre, ce dernier constituant la mémoire du cours supérieur. Les débits sont $Q_{max} = 7\ 500\ m^3.s^{-1}$, $Q_{min}\ août = 4\ 300\ m^3.s^{-1}$, $Q_{min}\ mars = 6\ 500\ m^3.s^{-1}$, le débit moyen annuel étant $6\ 300\ m^3.s^{-1}$ et le coefficient d'écoulement de 22 %.

De Kisangani jusqu'à Mbandaka, le Congo conserve toujours un régime équatorial et coule parallèlement à l'Equateur ou légèrement au Nord de celui-ci. Sur ce trajet, il reçoit sept affluents dont trois de l'hémisphère Sud (LOMANI, LULONGA, IKELEMBE) qui ont des régimes équatoriaux à deux maxima, et quatre de l'hémisphère Nord à régimes tropicaux réguliers (LINDI, ARUWIMI, ITIMBIRI, MONGALA). Le fleuve présente, à ce niveau, des hautes eaux de mai-juin qui sont un peu plus basses que celles de décembre (apports boréaux plus importants que apports austraux). Le débit moyen annuel est estimé à $12\ 000\ m^3.s^{-1}$.

Plus bas, le Congo recoupe l'Equateur et reçoit la RUKI (charriant des eaux noires), puis les puissants affluents de rive droite : l'OUBANGUI et la SANGHA qui ont un régime de type tropical boréal avec un seul maximum centré sur octobre-novembre et un minimum en mars. La conséquence sur le régime du Congo est le renforcement du second maximum de novembre-décembre qui était déjà cardinal à Mbandaka. Le minimum de juillet-août se comble partiellement par rapport à celui de mars qui se creuse. L'arrivée des rivières sur grès très régulières (LIKOULA-MOSSAKA, KOUYOU, ALIMBA, NKENI et LEFINI) contribue à maintenir la régularité du régime du Congo. Avant d'atteindre Brazzaville, le Congo reçoit son plus puissant affluent : le KASAI qui suit un régime régulier inverse de celui de l'Oubangui avec des hautes eaux de février à avril et des basses eaux en août. S'il ne modifie pas le régime du Congo, le Kasai inverse le rapport des minima, celui d'août devant plus faible (Fig. 2).

Quelques valeurs de débit :

OUBANGUI	Q_{max}	=	8 800 $m^3.s^{-1}$
	Q_{min}	=	900 $m^3.s^{-1}$
	Q_{moy}	=	4 100 $m^3.s^{-1}$
KASAI	Q_{max}	=	17 000 $m^3.s^{-1}$
	Q_{min}	=	7 000 $m^3.s^{-1}$
	Q_{moy}	=	13 000 $m^3.s^{-1}$

LEFINI	Qmax	=	480 m ³ .s ⁻¹
	Qmin	=	350 m ³ .s ⁻¹
	Qmoy	=	410 m ³ .s ⁻¹

On peut ainsi dire que le fleuve dans son cours inférieur est toujours en crue, ce qui s'explique non seulement par la constance et l'abondance des pluies équatoriales, mais surtout par le fait que chaque période d'étiage dans l'une des zones de son bassin d'alimentation est compensée par une période de crue de l'autre côté de l'Equateur. L'extrême pondération du fleuve résulte des élargissements de son lit et de l'action régulatrice des lacs de la Cuvette centrale qui amortissent les pointes de crues et atténuent les étiages.

En conséquence, au niveau de Brazzaville, le régime montre une succession régulière de périodes :

- a) une période de basses eaux, de juin à septembre, correspondant aux basses eaux du régime équatorial et à la décrue du régime tropical austral ;
- b) une période de très hautes eaux, d'octobre à janvier, correspondant aux apports de la partie septentrionale du bassin (bassin de l'Oubangui) ;
- c) 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 ;
- d) une seconde période de maximum en avril-mai, moins importante que celle de décembre, due aux hautes eaux de la partie méridionale du bassin (Kasai et Haut-Zaïre).

Bilan hydrologique

La station hydrologique de référence est celle de Brazzaville ; elle contrôle un bassin de 3 475 000 km², soit environ 95 % du bassin.

Calculé sur 86 ans (1903-1987), le module interannuel est de 40 800 m³.s⁻¹, ce qui représente un débit spécifique de 11,7 l.s⁻¹.km² et un volume exporté moyen annuel de 1 290 milliards de m³. La lame d'eau ainsi écoulée est de 370 mm, ce qui, avec une précipitation moyenne de 1 600 mm, donne un coefficient d'écoulement de 23 %. Malgré des apports atmosphériques généreux, ce coefficient est faible

à cause d'une évapotranspiration forte, favorisée par la vaste partie forestière du bassin, et d'une infiltration importante contrôlée par les parties sableuses du bassin.

Le régime interannuel est très régulier puisque le rapport entre les modules extrêmes ($56\ 000\ \text{m}^3.\text{s}^{-1}$ en 1961/62 et $33\ 500\ \text{m}^3.\text{s}^{-1}$ en 1913/14) n'est que de 1,67 : cette régularité s'observe également pour les variations saisonnières puisque le rapport débit maximal mensuel / débit minimal mensuel est seulement de 1,74 ($57\ 200\ \text{m}^3.\text{s}^{-1}$ en décembre et $32\ 800\ \text{m}^3.\text{s}^{-1}$ en août). Les valeurs extrêmes relevées sont les suivantes :

22 000 $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ le 20 juillet 1905,
76 500 $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ le 27 décembre 1961.

Ainsi, l'ajustement global du régime du fleuve au rythme pluviométrique équatorial tient davantage aux temps de propagation des crues d'origine différente, la complémentarité des cours du Kasai, du Congo à Kisangani et de l'Oubangui expliquant le débit soutenu et régulier du fleuve à Brazzaville.

EXPORTATION DE MATIERES MINERALES

1. Protocole

Tant pour les suspensions que les solutions, la plupart des résultats proposés dans la littérature correspondent plus à des mesures ponctuelles qu'à des suivis. Les valeurs ont été le plus souvent déterminées à partir d'échantillons de surface, ponctuels et sans fréquence de prélèvements précise au cours de l'année. Cela amène une grande hétérogénéité des concentrations publiées.

Les travaux effectués par MOLINIER et col. en 1979 ont montré que les concentrations variaient peu sur la section, excepté à proximité des berges. Sur la base de ces observations, le protocole retenu a consisté à définir une verticale unique dans la section. La concentration moyenne mesurée sur la verticale constitue une bonne évaluation de la concentration moyenne vraie de la section, la charge solide étant obtenue en effectuant le produit $Q_s = C_m * Q$, Q étant connu par la relation hauteur-débit de la station.

Sur la verticale située à 400 mètres de la rive droite du Congo, dans le couloir de Maluku à l'amont de Brazzaville, on effectue des prélèvements en 4 points (deux fois 20 litres par point) pour lesquels on aura mesuré la

vitesse du courant (Fig. 3). La concentration moyenne des suspensions est obtenue par la moyenne arithmétique de chaque résultat ponctuel, pondéré par le rapport K de vitesse ponctuelle / vitesse moyenne de la verticale :

$$C_m = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 K.C_i$$

ou par intégration de la parabole des K.Ci.

Le protocole retenu propose d'effectuer une mesure mensuelle dans le Couloir sur l'ensemble de la verticale déterminée et des prélèvements hebdomadaires de surface sur une section plus accessible; ces concentrations ponctuelles devant être valorisées par corrélation avec les mesures mensuelles. En définitive, la méthodologie utilisée suppose un contrôle des concentrations des suspensions dans l'espace (section et verticale) et dans le temps (fréquence des prélèvements).

2. Appareillage

Pour répondre aux impératifs exprimés par les protocoles, il a fallu mettre au point un appareillage répondant à nos besoins : grande capacité de prélèvement (20 à 25 litres), bonne navigabilité dans le courant, poids de l'ensemble assez important pour "descendre" la verticale dans une vitesse de courant assez élevée (1,5 à 2 m³.s⁻¹), captage de l'échantillon le plus instantané possible. Dans cette idée, nous avons repris le principe de la sonde de Collet et de la bouteille océanographique.

Il s'agit donc d'un corps en PVC de 25 cm de diamètre et de 65 cm de long, donnant ainsi un cylindre de 24 litres. Il est équipé de deux clapets à joints toriques internes assurant de la sorte une étanchéité parfaite. Ces clapets, de 9 cm de diamètre, sont reliés entre eux par un fort tendeur, et un système de commande permet de maintenir levés ces clapets (Fig. 4). On déclenche la fermeture des clapets depuis la surface. Un bouchon de vidange est placé sur la bouteille. Le préleveur est fixé sur un bâti lesté et profilé, équipé d'une dérive et supportant également le système de déclenchement. L'ensemble bâti - préleveur pèse 65 kilos à vide.

Au moment de prélever, l'appareil est descendu de la même façon qu'un saumon de jaugeage au bout d'un treuil, le préleveur étant ouvert à ses deux extrémités et les clapets retenus par le crochet. Lorsque la profondeur voulue est

atteinte, il suffit de déclencher la fermeture des clapets en libérant le crochet pour échantillonner une tranche d'eau altération du champ de vitesses.

3. Protocole de traitement

Une fois les prélèvements effectués et rapportés au laboratoire, il faut traiter ces échantillons de façon à séparer la phase solide de la phase dissoute. Divers protocoles de traitements ont été mis au point, selon qu'il s'agit de prélèvements mensuels ou hebdomadaires, mais la base des traitements est identique dans tous les cas : tamisage de l'échantillon à 50 μm ; filtration sur filtre acétate à 0,45 μm , centrifugation à 0,1 μm et résidu sec à 105°C (TDS).

Les mesures de pH, température et conductivité sont effectuées sur le champ.

4. Résultats

A. Bilan annuel

Les résultats des mesures effectuées depuis le mois de janvier 1987 sont présentés dans le tableau I en annexe. On y trouvera le débit du jour de prélèvement (Q_{jour}), le débit moyen mensuel (Q_{Mens}), les valeurs des concentrations des sables (Sab), des matières en suspension (Mes) et des matières dissoutes (Dis), et les débits de matières dissoutes et solides, ces dernières étant la somme des sables et des MES en suspension sur l'ensemble de la verticale.

Les bilans des exportations s'établissent ainsi :

	Liquide (10^9m^3)	Solide (10^6T)	Dissous (10^6T)
1987	1 220	31.3	72.7
1988	1 240	36.7	59.1
1989	1 190	29.8	60.8

Sur les figures 5 et 6 sont représentées les variations des exportations de décembre 1986 à décembre 1989. On remarque

tout de suite le pic des matières dissoutes en décembre, pic qui correspond au rinçage des solutés organiques de la zone forestière centrale.

La matière organique dissoute représente environ 40 % du TDS, ce qui nous donne une concentration moyenne des éléments dissous sur les trois ans de 31,7 mg.l⁻¹ (35,8 ; 28,7 ; 30,7).

Les suspensions représentent 33 % de la charge totale exportée. L'érosion chimique est donc beaucoup plus importante, cela étant dû à la forêt qui a un rôle protecteur des sols.

Les caractères physico-chimiques indiquent que :

- le pH varie de 5,2 à 7,7, avec une moyenne de 6,60. Les variations saisonnières sont assez importantes, le pH étant basique à l'étiage et acide pendant la crue de décembre en fonction des ions HCO₃ et des matières organiques ;
- la conductivité est faible et varie entre 20 et 45 microSiemens avec une moyenne à 32,6 qui reflète bien la faible minéralisation des eaux du Congo.

B. Matières dissoutes

Nous ne parlerons ici que des matières dissoutes dans les eaux du Congo car il nous manque des analyses sur la chimie des suspensions. Les résultats présentés sont issus d'analyses réalisées au Laboratoire des Formations Superficielles de Bondy. Sans forcément aller dans le détail, le tableau suivant nous donne la moyenne annuelle des éléments en mg.l⁻¹ et les tonnages exportés tandis que les figures 7 et 8 nous illustrent les variations saisonnières et annuelles.

EXPORTATION DE MATIERES DISSOUTES PAR LE CONGO

Concentration moyenne en mg.l⁻¹
et tonnage annuel en 10⁶.τ

Eléments	1987	1988	1989	NKOUNKOU
SiO ₂	10,18	9,18	9,70	12,60
	12,40	11,35	11,53	
Ca ⁺⁺	2,96	2,39	2,43	2,90
	3,61	2,96	2,89	
Mg ⁺⁺	1,48	1,52	1,80	1,10
	1,80	1,88	2,14	
Na ⁺	2,84	2,08	2,51	2,60
	3,47	2,57	2,98	
K ⁺	2,69	1,76	1,90	1,70
	3,28	2,18	2,26	
Cl ⁻	2,51	1,43	1,32	3,50
	3,06	1,77	1,57	
SO ₄ ⁻⁻	4,58	1,25	1,16	2,60
	5,59	1,55	1,38	
NO ₃ ⁻	0,57	0,19	0,68	
	0,70	0,23	0,81	
HCO ₃ ⁻	15,99	14,47	16,70	9,20
	19,50	17,89	19,85	
C	6,63	4,28	5,97	
	8,09	5,29	7,10	

Dans le tableau, sont reportées les valeurs obtenues par NKOUNKOU en 1986. On notera le faciès bicarbonatécalcique des eaux du Congo.

C. Interprétation

Il est assez difficile à Brazzaville de mettre en relation les évolutions des concentrations avec le débit du fait que nous avons affaire à un modèle de mélange, Brazzaville étant, nous l'avons vu, la somme d'affluents variés d'origine diverse : latérite de l'Oubangui, grès du Kasai, etc.

A l'inverse, sur l'Oubangui à Bangui, qui est un système à crue simple, les relations sont plus évidentes et en relation directe avec le régime hydrologique (Fig. 9).

L'Oubangui représente par rapport au Congo en 1989 :

	SiO ₂	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻	SO ₄	HCO ₃ ⁻
Oubangui	1,61	0,28	0,17	0,20	0,14	0,10	0,10	2,28
Congo	11,53	2,89	2,14	2,98	2,26	1,57	1,38	19,85
ratio	14	9,7	7,9	6,7	6,2	6,4	7,2	11,5

(en millions de tonnes et %)

Il nous faut donc compléter nos échantillonnages sur les rives droite et gauche du Congo pour essayer d'établir un bilan plus précis des exportations par le bassin du Congo.

CONCLUSIONS

Le Congo représente 52 % des apports africains à l'Océan Atlantique, 40 % des minéraux dissous, mais seulement 7 % du particulaire.

On s'aperçoit que nous avons affaire, au niveau de Brazzaville, à un système complexe. Il nous faut donc davantage identifier les affluents du fleuve (en particulier les tributaires zairois) pour connaître les contributions de ces rivières au bilan global et définir pour chaque type de roche et de bassin, les érosions spécifiques et le fonctionnement de l'écosystème. L'apport de marqueurs isotopiques (Strontium, Métaux lourds) peut nous aider dans cette phase d'identification.

Je voudrais terminer en insistant sur la nécessité de travailler en collaboration étroite avec les chimistes, un laboratoire d'analyses ne devant pas uniquement fournir des résultats bruts mais participer à la compréhension globale du problème que pose le programme.

QUELQUES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BONGO-PASSI G. (1984) : Contribution à l'étude minéralogique, géochimique de l'éventail détritique profond du fleuve Congo de 1 000 à 4 000 m de fond. Thèse U.P.S.T., 204 p.

BRICQUET J.P. (1987) : Mesure des matières en suspension : le Congo à Brazzaville. Rapp. ORSTOM, Brazzaville, 13 p. multigr.

CLERFAYT A. (1956) : Composition des eaux des rivières du Congo. Influence des facteurs géologiques et climatiques. Cen. Bel. Etu. Doc. Eaux, V. 31, p. 26-31.

DERONDE L. et SYMOENS J.J. (1980) : L'exportation des éléments dominants du bassin du fleuve Zaïre : une réévaluation. Anns Limnol. 16(2), p. 183-188.

GAC J.Y. (1980) : Géochimie du bassin du lac Tchad. Travaux et documents de l'ORSTOM, n° 123, 251 p.

GAC J.Y. et al. (1987) : Géochimie des eaux du Fouta - Djallon. Flux dissous et particulaires en haute Gambie (Kedougou et Gouloumbou). Etude ORSTOM, 102 p. + annexes.

KINGA MOUZE (1986) : Transport particulaire actuel du fleuve Congo et quelques affluents. Thèse Doc. Univ. Perpignan, 262 p.

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). C.R. 3è conférence de géologie africaine - Khartoum (Soudan), 3-7 janvier 1976.

MANGIN J.P., LECOLLE J., MATHIEU P. (1966) : Géochimie des eaux naturelles. Le transport en solution par un fleuve de Côte d'Ivoire. C.R. Acad. Sci., Paris, Fr. 262, p. 2204-2206.

- MEYRECK M. (1984)** : Les fleuves et le cycle géochimique des éléments. Thèse doc. d'Etat, n° 84-35, Univ. Pierre et Marie CURIE, Paris 6e.
- MOLINIER M. (1976)** : Qualité des eaux de surface en zone forestière équatoriale de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, série Hydrologie, XIII, 1, p. 7-36.
- MOLINIER M. (1979)** : Note sur les débits et la qualité des eaux du Congo à Brazzaville. Cah. ORSTOM, série Hydrologie, XVI, 1, p. 55-66.
- 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)** : Opération "Transports de matières sur le bassin du fleuve Congo". Rapp. ORSTOM, Brazzaville, 45 p. multigr.
- OLIVRY J.C., BRICQUET J.P. et al. (1988)** : Transport de matières sur les grands fleuves des régions intertropicales : les premiers résultats des mesures de flux particulaires sur le bassin du fleuve Congo. In "Sédiment Budgets", Symp. de Porto Alegre, décembre 1988, IAHS, publ. n° 174, p. 509-521.
- NKOUNKOU R.R. (1985)** : Transports dissous et particulaires par le fleuve Congo. Bilans de l'altération et de l'érosion d'un grand bassin forestier tropical. Rapport D.E.A., Univ. Strasbourg, 42 p.

Fig. 1

LE BASSIN VERSANT DU FLEUVE CONGO

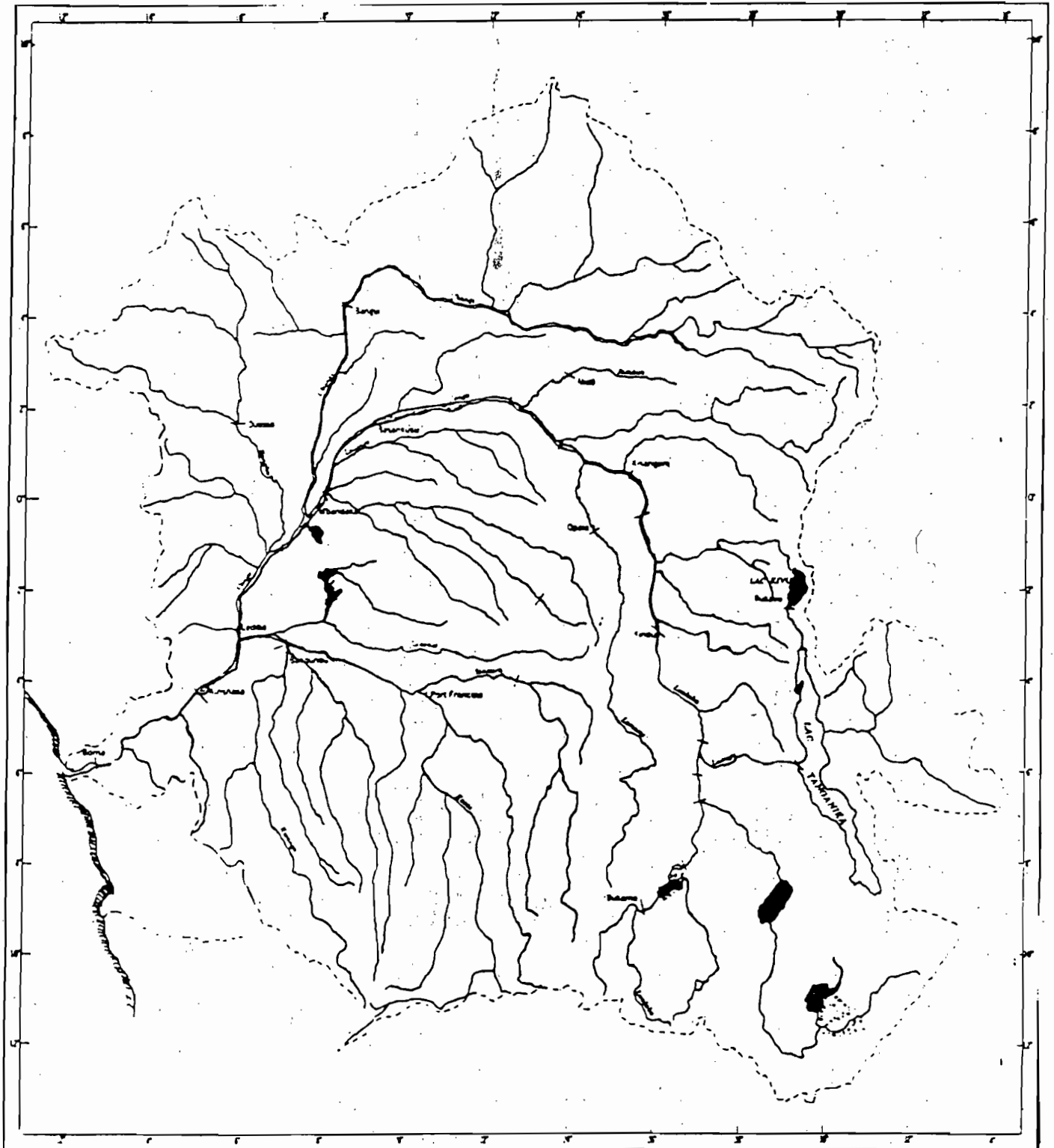


Fig. 1a
GEOLOGIE DU BASSIN DU CONGO

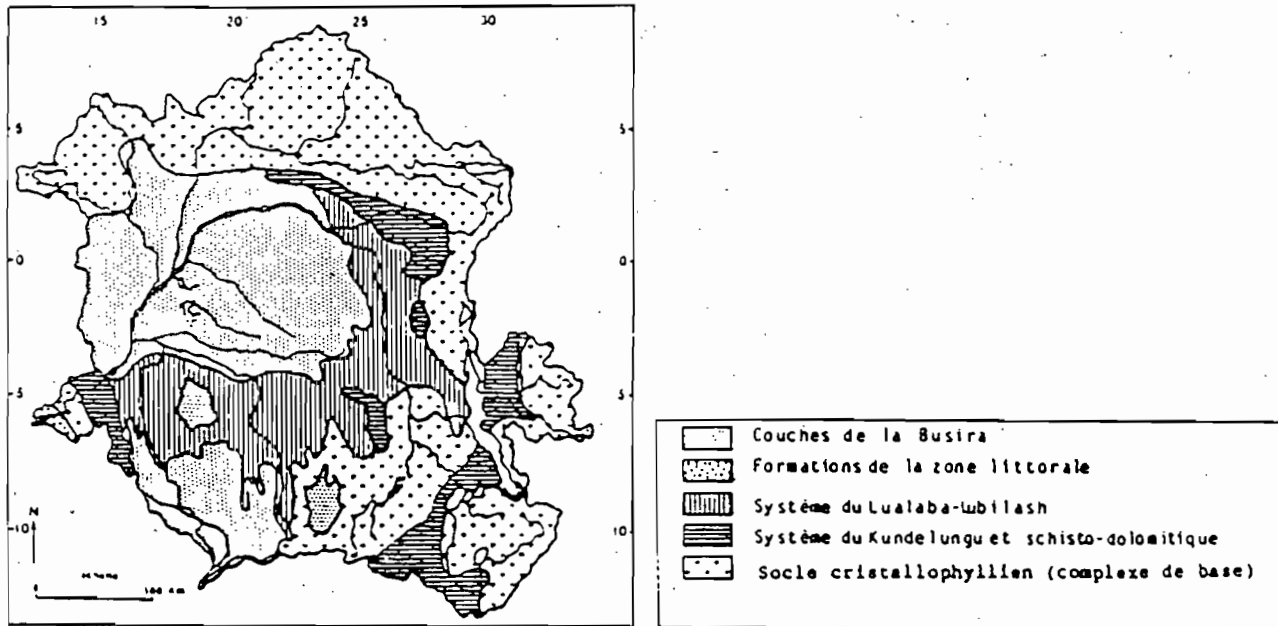


Fig. 1b
VEGETATION DU BASSIN DU CONGO

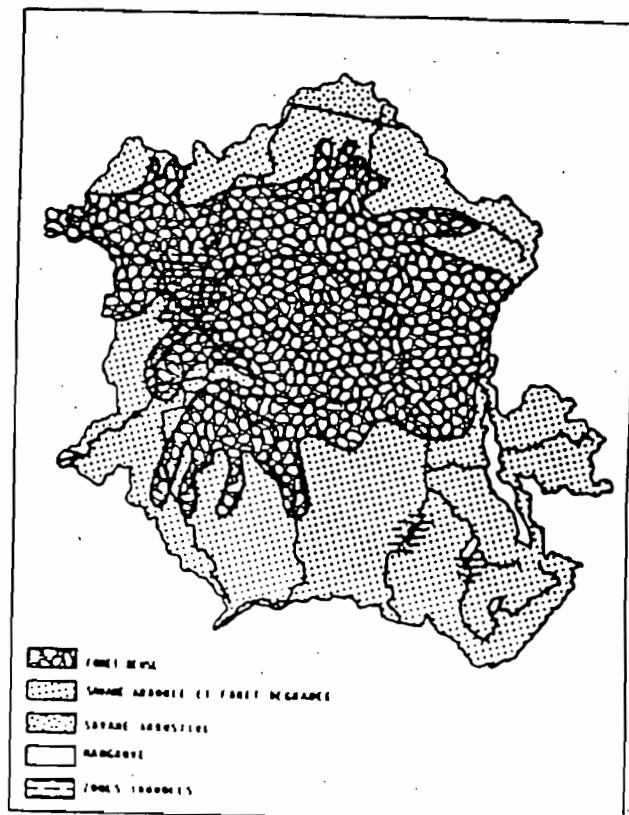


Fig. 3

PROTOCOLE DE PRELEVEMENT

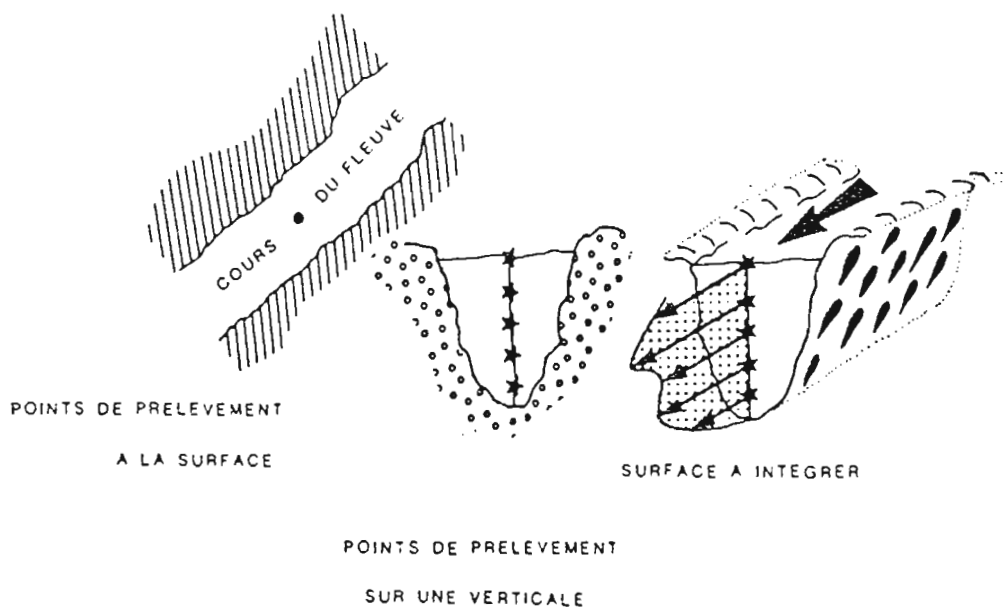


Fig. 4

PRELEVEUR DE GRANDE CAPACITE

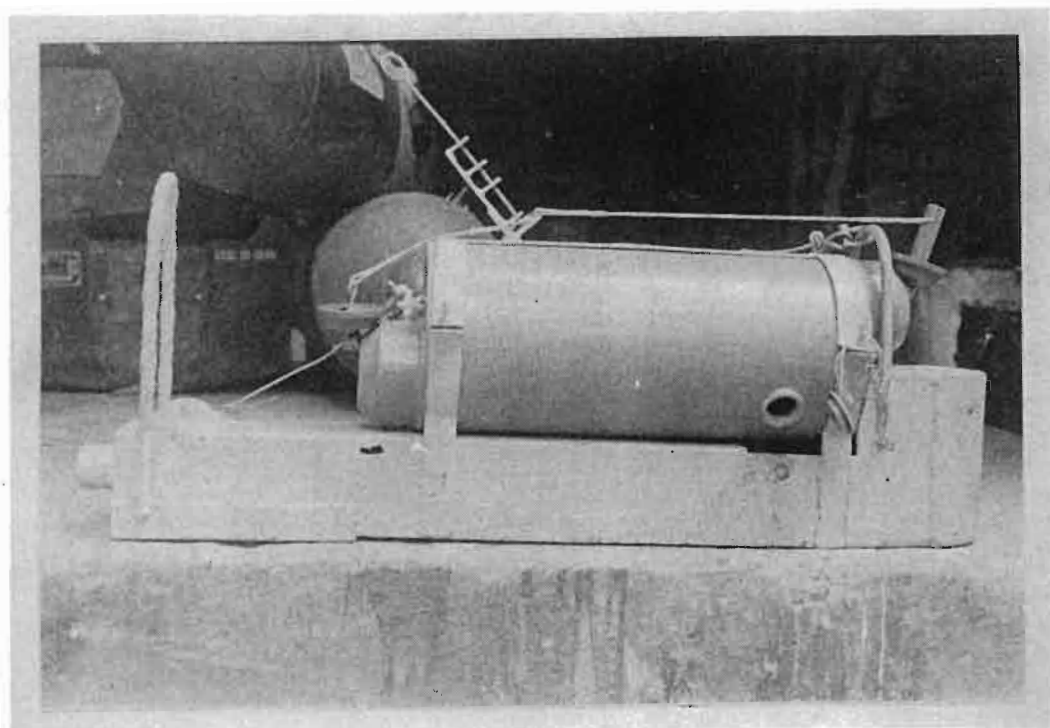


Fig. 5
**VARIATIONS DES DEBITS SOLIDES, DISSOUS
 ET LIQUIDES A BRAZZAVILLE**

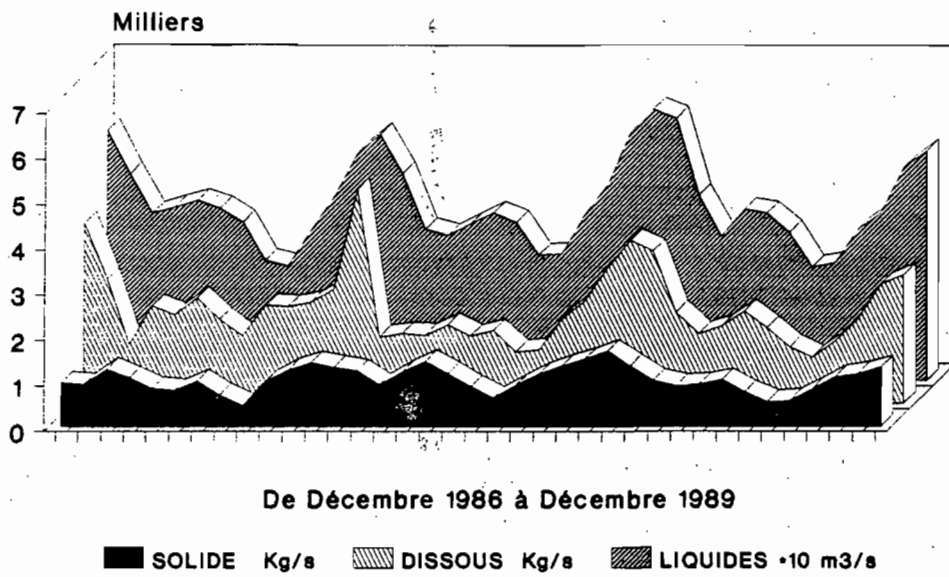


Fig. 6
**VARIATIONS DES TRANSPORTS PARTICULAIRES
 ET DISSOUS A BRAZZAVILLE**

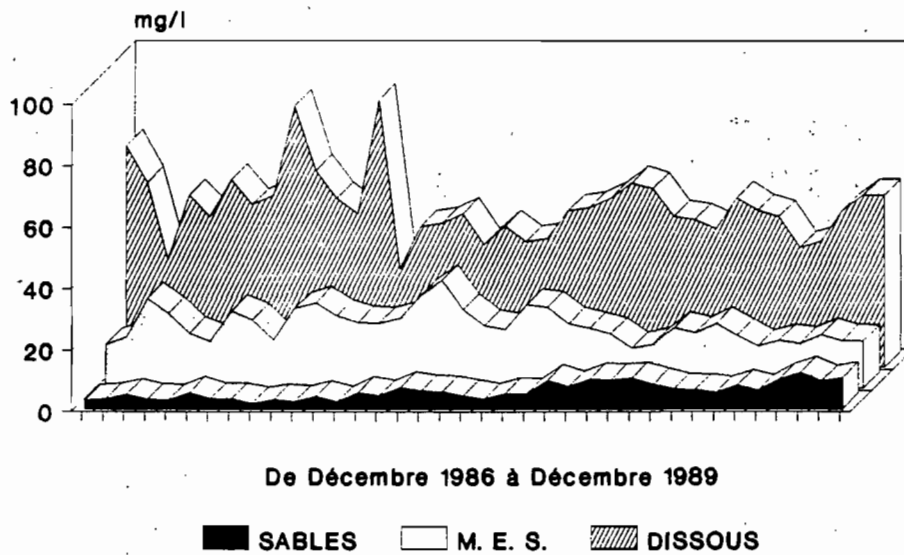


Fig. 7
CONGO A BRAZZAVILLE
EXPORTATIONS MINERALES EN SOLUTION
(Millions de Tonnes)

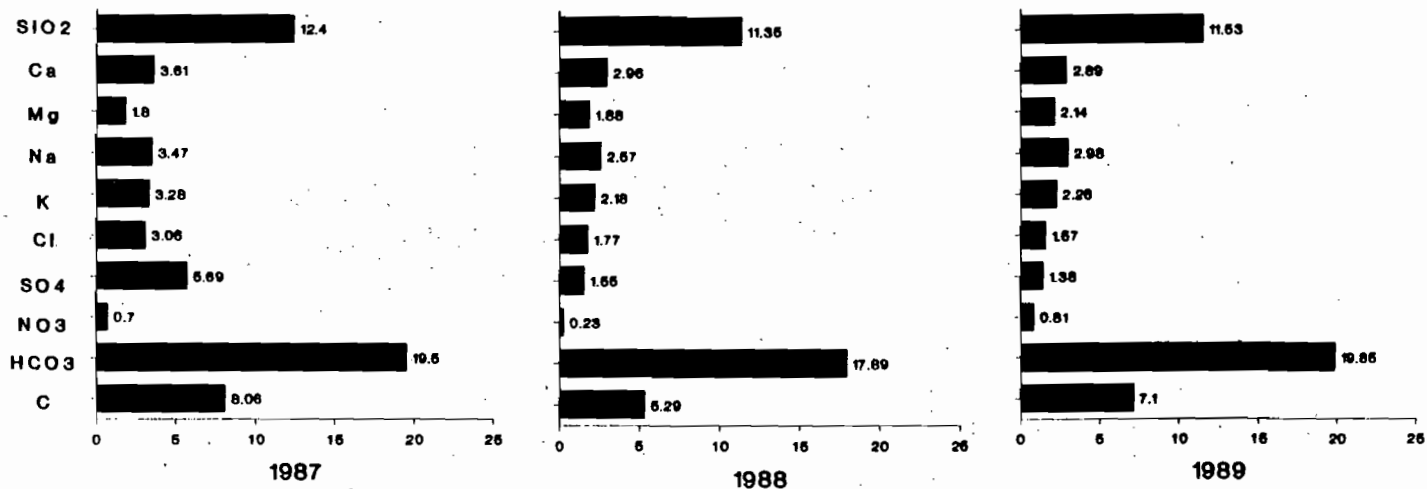


Fig. 8a

CONGO A BRAZZAVILLE

EVOLUTION DES ANIONS

De Décembre 1986 à Décembre 1989

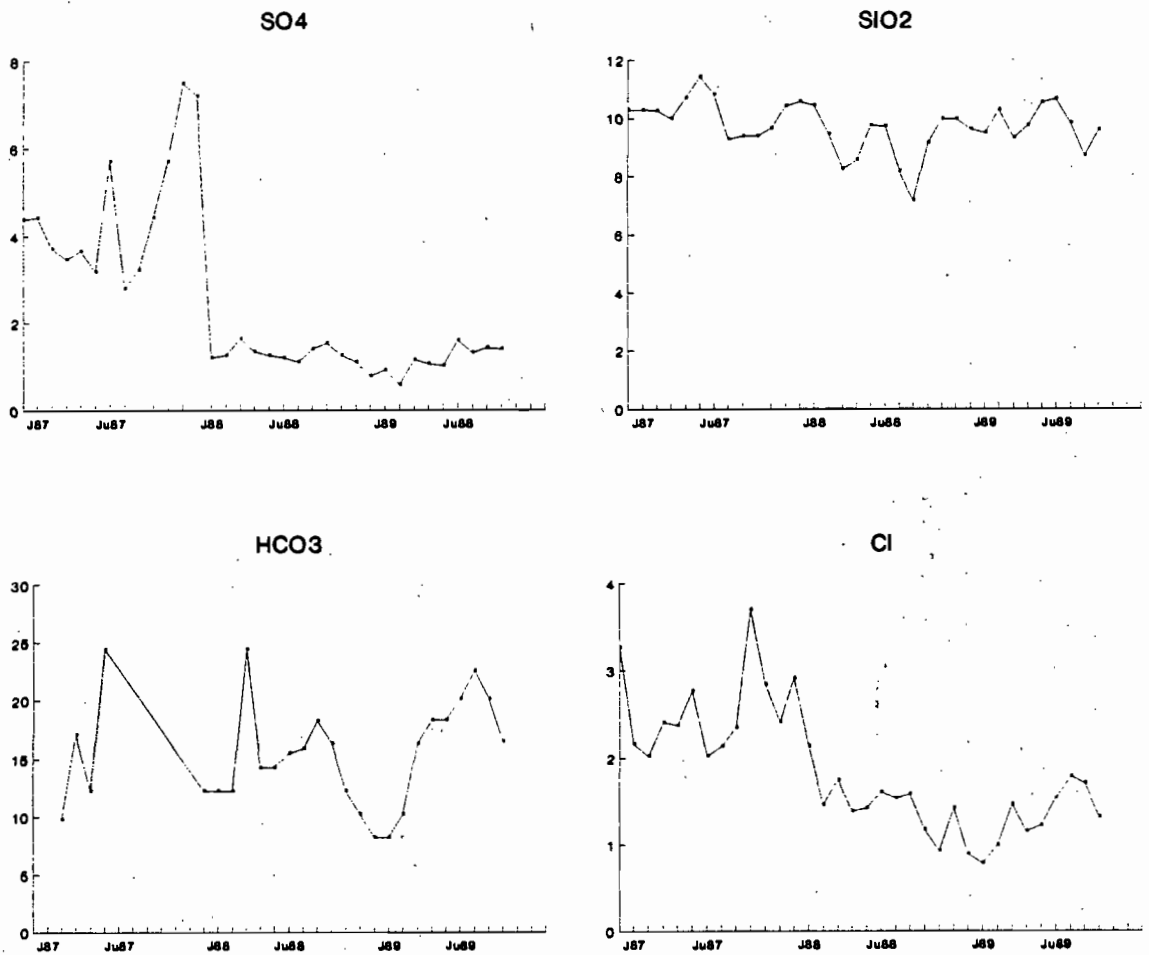


Fig. 8b

CONGO A BRAZZAVILLE

EVOLUTION DES CATIONS

De Décembre 1986 à Décembre 1989

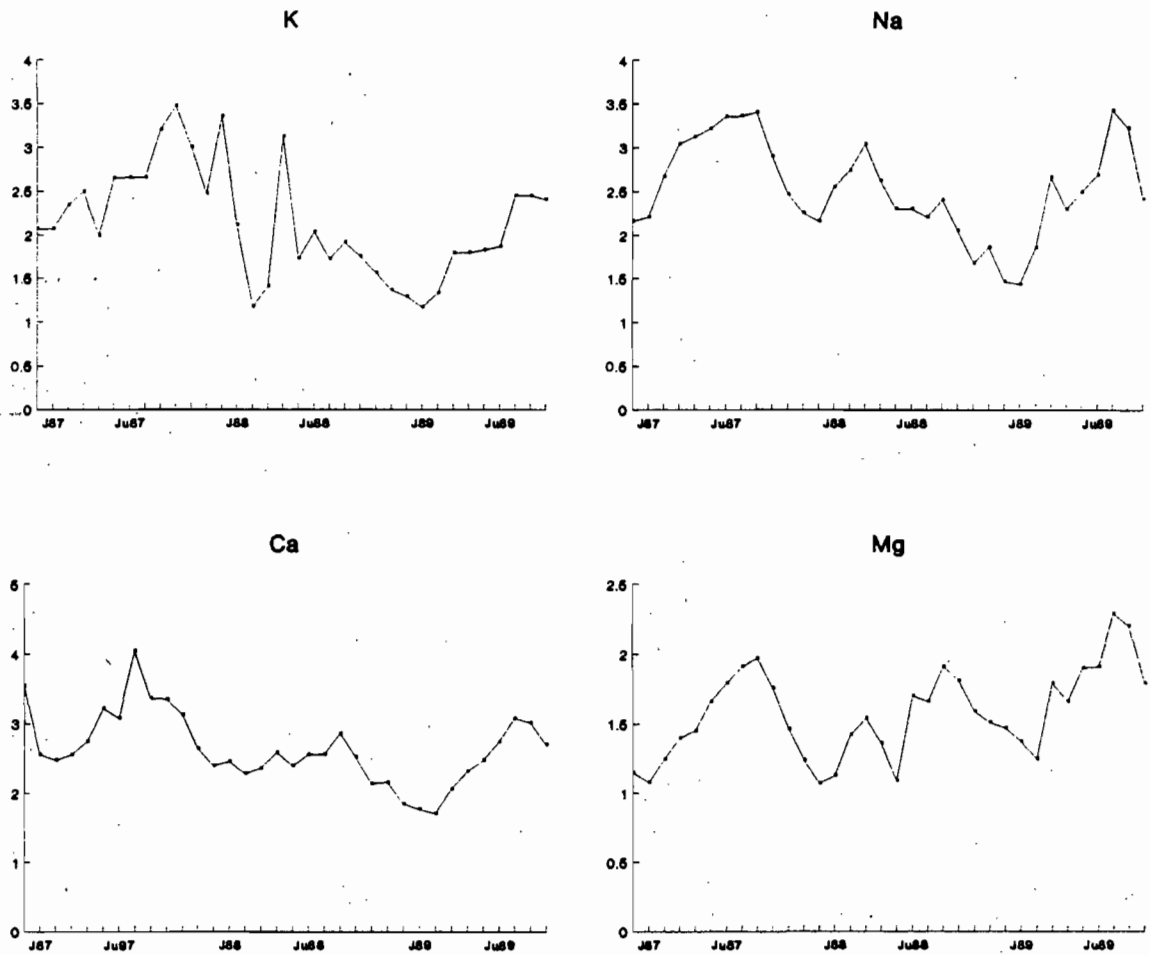


Fig. 9

COMPARAISON DES REGIMES D'EXPORTATION
DU CONGO ET DE L'OUBANGUI

