

L'EXPORTATION DES ELEMENTS DOMINANTS DU BASSIN DU FLEUVE ZAÏRE : UNE REEVALUATION

par L. DERONDE et J. J. SYMOENS¹

L'analyse d'échantillons de l'eau du fleuve Zaïre prélevés mensuellement à Kinshasa a permis de suivre les variations au long de l'année de la teneur du fleuve en éléments dominants et de réévaluer l'apport annuel du bassin zaïrois à l'océan. Les variations saisonnières sont relativement faibles. Les teneurs les plus élevées, sauf pour le potassium, se situent généralement de juin à septembre, c'est-à-dire en période de basses eaux. Une réestimation de l'apport du fleuve à l'océan, de substances minérales dissoutes, les bicarbonates (et humates) étant supposés convertis en carbonates, donne une masse totale de 35 427 000 t.année⁻¹.

The discharge of major elements of the Zaïre River drainage area : A re-assessment

The analysis of water samples from the Zaïre River taken monthly in Kinshasa made it possible to follow the variations through the year in the concentration of the major elements in the river, and to re-assess the annual discharge of the Zaïre drainage area to the ocean. The seasonal variations are of relatively little importance. The highest concentrations, except for potassium, are generally from June to September, i.e. in the low water level period. A re-assessment of the discharge of the river to the ocean of dissolved mineral substances, assuming the bicarbonates (and humates) are converted to carbonates, gives a total mass of 35 427 000 t.year⁻¹.

1. — INTRODUCTION

Dans un travail précédent (Symoens 1968 b), nous avons tenté d'estimer l'apport de substances minérales du bassin versant du fleuve Zaïre (Congo) à l'océan Atlantique. Cette estimation était basée sur une analyse de l'eau du fleuve prélevée à Matadi le 15 avril 1966, effectuée et obligeamment communiquée par le Dr A. Nauwerck. A défaut de données sur les variations saisonnières de la composition chimique de l'eau, nous avons considéré cette analyse comme représentative de l'eau du bas fleuve, nous basant sur la régularité relative du débit du fleuve.

Grâce à l'obligeance de M. H. Debouge qui nous a transmis 12 échantillons de l'eau du fleuve prélevés à Kinshasa, nous avons eu l'occasion de suivre les variations au long de l'année, de la teneur de l'eau du

1. Laboratorium voor Algemene Plantkunde en Natuurbeheer, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, B-1050 Brussel (Belgique).

fleuve en éléments dominants dissous en ce point où convergent les eaux de 98 % de la surface totale du bassin zaïrois.

2. — METHODES

Cations

Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ et K^+ ont été déterminés par absorption atomique au moyen du spectrophotomètre Beckman 1248 (après addition de 2,5 mg LaCl_3 par ml pour Ca^{++} et Mg^{++}) ; pour Mg^{++} et Na^+ , mélange gazeux $\text{N}_2\text{O} - \text{C}_2\text{H}_2$, pour Ca^{++} et K^+ , mélange air- C_2H_2 ; pour Ca^{++} , $\lambda = 422,67$ nm ; pour Mg^{++} , $\lambda = 285,21$ nm ; pour Na^+ , $\lambda = 589,59$ nm ; pour K^+ , $\lambda = 766,49$ nm.

Bicarbonates

Titration électrométrique à pH 4,2 d'une prise d'essai de 250 ml, au moyen de HCl 0,025 N.

Chlorures

Titration d'une prise d'essai de 100 ml au moyen de nitrate mercurique en présence d'un indicateur contenant de la diphenylcarbazone, du bleu de bromophénol et du xylène cyanol FF.

Sulfates

Turbidimétrie en présence d'une solution 1 : 2 de glycérol-éthanol.

Silice

Spectrophotométrie de la coloration jaune au molybdate ; $\lambda = 365$ nm.

Conductance spécifique

La conductance spécifique a été mesurée au moyen d'un conductimètre Evershed & Vignoles ; l'échelle a été corrigée par étalonnage au moyen d'une solution de KCl 0,02 N.

3. — RESULTATS ANALYTIQUES

Le tableau I et la figure 1 résument les résultats de nos analyses.

Quelques faits s'en dégagent :

1. Pour la plupart des éléments dosés, les analyses montrent des variations saisonnières relativement faibles ; on observe les teneurs les plus élevées de juin à septembre, c'est-à-dire en période de basses eaux ; les valeurs les plus basses de novembre ou décembre à février, c'est-à-dire en période de hautes eaux.

2. Pour le potassium toutefois, nous avons observé un maximum $1,74 \text{ mg.l}^{-1}$ en décembre.

TABLEAU I. — Minéralisation de l'eau du fleuve Zaïre à Kinshasa (décembre 1976 à novembre 1977).

	Ca ⁺⁺ mg.l ⁻¹	Mg ⁺⁺ mg.l ⁻¹	Na ⁺ mg.l ⁻¹	K ⁺ mg.l ⁻¹	HCO ₃ mg.l ⁻¹ (1)	SO ₄ ⁻ mg.l ⁻¹	Cl ⁻ mg.l ⁻¹	SiO ₂ mg.l ⁻¹	C ₃₀ μS.cm ⁻¹
1976									
Décembre	1,89	0,72	1,57	1,74	6,00	2,0	2,67	9,9	29
1977									
Janvier	1,68	0,57	2,07	1,22	5,70	2,2	2,76	3,3	27
Février	1,87	0,69	2,01	1,06	6,00	1,7	2,60	10,4	27
Mars	2,21	0,86	1,87	1,13	6,60	1,7	2,98	10,1	29
Avril	2,32	0,89	2,03	1,19	7,50	1,8	2,76	7,3	31
Mai	2,37	0,88	1,76	1,13	7,35	2,0	2,41	11,4	30
Juin	2,42	0,88	3,25	1,60	8,40	2,2	3,67	14,0	39
Juillet	2,65	1,16	2,50	1,43	9,00	2,2	3,06	10,4	40
Août	2,62	1,09	2,07	1,40	8,40	2,0	2,60	9,0	37
Septembre	2,47	0,97	1,82	1,46	7,80	2,4	2,47	9,3	35
Octobre	2,06	0,82	1,45	1,33	6,30	1,7	2,47	10,9	27
Novembre	2,17	0,77	1,43	1,28	6,30	1,7	2,13	10,6	27
Moyenne	2,23	0,86	1,99	1,33	7,11	2,0	2,71	9,7	31,5

(1) Les bicarbonates sont supposés convertis en carbonates.

3. Pour la silice, nous avons observé un minimum particulièrement prononcé (3,3 mg.l⁻¹) en janvier.

4. Les résultats moyens de nos analyses de l'eau du fleuve Zaïre à Kinshasa montrent, dans l'ensemble, une assez bonne concordance avec les analyses antérieures, en particulier en ce qui concerne les moyennes calculées par Meybeck (1978) pour Ca⁺⁺, Na⁺, Cl⁻ et SiO₂.

5. Toutefois, les concentrations trouvées pour l'ion sulfate, de 1,7 à 2,4 mg.l⁻¹, sont très inférieures à la valeur trouvée par Nauwerck et citée par Symoens (1968 b), mais compatibles avec les données de Hubert et Martin rapportées par Meybeck (1978). Ces concentrations étant peu supérieures à la limite inférieure de sensibilité de la méthode turbidimétrique utilisée, nous avons vérifié leur ordre de grandeur par dosage gravimétrique des sulfates sur un échantillon de 3 l d'eau prélevé à Matadi en novembre 1972 ; le précipité de BaSO₄ obtenu a été lavé trois fois à HCl conc., refiltré et pesé jusqu'à poids constant. La concentration trouvée pour cet échantillon était de 1,5 mg.l⁻¹, très comparable à la valeur de 1,7 mg.l⁻¹ trouvée en novembre 1977 à Kinshasa.

4. — QUANTITES TRANSPORTEES PAR LE FLEUVE

A Kinshasa-Est, le fleuve charrie les eaux d'un bassin versant de 3 747 320 km² ; les débits mensuels moyens du fleuve à Kinshasa-Est sont donnés au tableau II, colonne 1 (d'après Bultot 1959). Pour la section Kinshasa-Inga, le complément de bassin versant est de 48 750 km² ; les compléments aux débits mensuels pour cette portion du bassin sont donnés au tableau II, colonne 2 (d'après Van Ganse 1959). En estimant à 25 950 km² le complément de bassin versant Inga-Banana et en supposant que cette portion du bassin a le même débit spécifique moyen que la portion Kinshasa-Inga, on peut calculer le complément de débit pour la section Kinshasa-Banana selon

$$\text{complém. Kinshasa-Banana} = \text{Kinshasa-Inga} \frac{48\,750 + 25\,950}{48\,750}$$

Les valeurs mensuelles ainsi calculées sont données au tableau II, colonne 3, et les débits mensuels moyens du fleuve à son embouchure en colonne 4. L'adoption des débits mensuels moyens 1950-1959 à Banana calculés d'une façon légèrement différente par Łempicka (1971, tableau V) n'aurait pas entraîné de différences très importantes.

TABLEAU II. — Débits mensuels moyens du fleuve Zaïre (m³.sec⁻¹).

	Kinshasa	Complément Kinshasa- Inga	Complément Kinshasa- Banana	Banana
Janvier	46 165	792	1 214	47 379
Février	36 788	711	1 089	37 877
Mars	34 283	895	1 371	35 654
Avril	37 007	1 376	2 108	39 115
Mai	38 709	1 129	1 730	40 439
Juin	36 280	561	860	37 140
Juillet	31 466	455	697	32 163
Août	30 732	383	587	31 319
Septembre	36 135	341	522	36 657
Octobre	43 022	443	679	43 701
Novembre	50 708	921	1 411	52 119
Décembre	53 593	1 195	1 831	55 424

En multipliant les concentrations des divers ions que nous avons trouvées par les quantités d'eau charriées au cours de chaque mois de l'année, nous avons calculé les apports mensuels et annuels de substances minérales dissoutes du fleuve Zaïre à l'océan : v. tableau III.

TABLEAU III. — Exportation des éléments dominants du bassin du fleuve Zaïre (10^3 t).

	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻ (1)	SO ₄ ⁼	Cl ⁻	SiO ₂	Total
Janvier	213,2	72,3	262,7	154,8	723,3	279,2	350,2	418,8	2 474
Février	171,4	63,2	184,2	97,1	549,8	155,8	238,2	953,0	2 412
Mars	211,0	82,1	178,6	107,9	630,7	162,3	284,6	964,5	2 622
Avril	235,2	90,2	205,8	120,6	760,4	182,5	279,8	740,1	2 614
Mai	256,7	95,3	190,6	122,4	796,3	216,6	261,0	1 234,7	3 174
Juin	233,0	84,7	312,9	154,0	808,6	211,8	353,3	1 347,7	3 506
Juillet	228,3	99,9	215,3	123,2	775,3	189,5	263,6	895,9	2 791
Août	219,8	91,4	173,6	117,4	704,6	167,8	218,1	755,0	2 448
Septembre	234,7	92,2	172,9	138,7	741,1	228,0	234,7	883,6	2 726
Octobre	241,1	96,0	169,7	155,7	737,4	199,0	289,1	1 275,8	3 164
Novembre	293,1	104,0	193,2	172,9	851,1	229,7	287,7	1 432,0	3 564
Décembre	280,6	106,9	233,1	258,3	890,7	296,9	396,3	1 469,6	3 932
Année	2 818	1 078	2 493	1 723	8 969	2 519	3 457	12 370	35 427

(1) Les bicarbonates et les humates sont exprimés en carbonates.

En comparant ces estimations à celles que nous avons proposées antérieurement (Symoens 1968 a, 1968 b), nous relevons des quantités plus faibles pour la plupart des ions dominants, plus élevées cependant pour les bicarbonates, et très voisines des estimations antérieures pour la silice. La réestimation totale de cet apport, les bicarbonates (et humates) étant supposés convertis en carbonates, donne une masse totale de 35 427 000 t.année⁻¹.

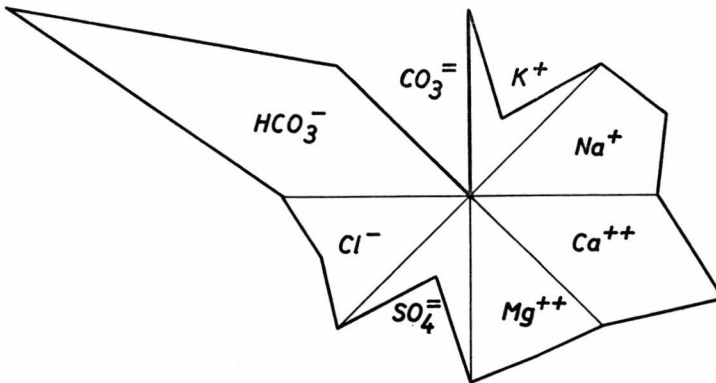


FIG. 1. — Représentation graphique de la composition chimique (ions dominants) de l'eau du fleuve Zaïre à Kinshasa (moyenne pour la période décembre 1976-novembre 1977).

TRAVAUX CITES

- BULTOT (F.). 1959. — Cotes hydrométriques et débits maxima et minima probables de quelques cours d'eau congolais. *Bull. Acad. roy. Sc. colon.*, nouv. sér., 5 (n° 4) : 992-1011.
- ŁEMPICKA (M.). 1971. — Bilan hydrique du bassin du fleuve Zaïre. 1^{re} partie : Ecoulement du bassin 1950-1959. Off. nat. Rech. Développ. Kinshasa. 147 p.
- MEYBECK (M.). 1978. — Note on dissolved elemental contents of the Zaïre river. *Neth. Journ. Sea Res.*, 12 (3/4) : 293-295.
- SYMOENS (J. J.). 1968 a. — L'apport de quelques bassins versants à la minéralisation du fleuve Congo. XVIIth Intern. Congr. Limnol. (Jerusalem, August 12-19, 1968). Abstracts.
- SYMOENS (J. J.). 1968 b. — La minéralisation des eaux naturelles. In Exploration hydrobiologique du bassin du lac Bangweolo et du Luapula, 2 (1) : 199 p.
- VAN GANSE (R.). 1959. — Les débits du fleuve Congo à Léopoldville et à Inga. *Bull. Acad. roy. Sc. colon.*, nouv. sér., 5 (n° 3) : 737-763.
-