

Journée Scientifique - Programme PIRAT - 25 mars 1991 - Strasbourg

ENVIRONNEMENT ET QUALITE DES EAUX DU FLEUVE SENEGAL

(programme EQUÉSEN)

GAC J.Y.⁽¹⁾, ORANGE D.⁽²⁾

(1) ORSTOM, Centre de Dakar, BP 1386, DAKAR (Sénégal)

(2) ORSTOM, détaché au Centre de Géochimie de la Surface (CNRS), 1 rue Blessig, 67084 STRASBOURG Cedex (France)

Le programme EQUÉSEN est un exemple d'étude géochimique d'un bassin versant prenant en compte les différents aspects biogéohydrodynamiques. L'objet principal est d'étudier, dans un contexte géographique donné (le bassin versant du Sénégal) les phénomènes qui déterminent les écoulements, l'érosion hydrique et la qualité des eaux naturelles. Cette approche débouche sur une connaissance précise du milieu naturel et des interactions entre paramètres du cycle de l'eau, de l'érosion et de l'hydrochimie, et les paramètres physiogéographiques des régions étudiées. Ce programme se propose donc d'établir une dynamique d'évolution de ce bassin fluvial entre l'Avant-Barrages et l'Après-Barrages. Il comporte quatre volets correspondant à des entités géographiques distinctes : le bassin versant amont du Sénégal dont l'exutoire naturel est la ville sahélienne de Bakel, située aux confins de la Mauritanie, du Mali et du Sénégal, la vallée alluviale qui s'étend de Bakel à Saint-Louis, lieu de son embouchure dans l'océan Atlantique, le lac de Guiers fortement aménagé et la vallée morte du Ferlo, prolongement naturel de la partie sud de ce lac.

L'étude de la géochimie des eaux du bassin versant amont du Sénégal a montré que les eaux de surface du domaine sahélo-soudano-guinéen ont une charge totale dissoute faible variant de 20 à 100 mg/l. Les teneurs en HCO₃⁻, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺ sont diluées par le débit quelle que soit la saison, les charges en matières en suspension (MES) dépendent à la fois du débit et de l'état de surface du bassin versant, les teneurs en silice sont réglées par des processus biogéochimiques. Les concentrations en potassium sont relativement stables, et les teneurs en chlorures et sulfates montrent une grande variabilité typique d'un apport essentiellement atmosphérique. La chimie des MES, malgré un enrichissement relatif en alcalins et alcalino-terreux dû notamment à l'influence des poussières atmosphériques, reflète la composition chimique de sols appauvris par un lessivage intense. Les teneurs en carbone organique particulaire (COP) diminuent en fonction des concentrations en MES, et la matière organique représente entre 5% et 10% de la masse totale des suspensions. Pour le Sénégal amont, la charge en suspension du ruissellement superficiel moyen annuel, estimé à 23% de l'écoulement total, a été calculée à 1 g/l après correction de l'érosion des berges. Elle est diluée dans le fleuve par les eaux provenant de l'écoulement de nappe, et elle est augmentée par la reprise des laissés-de-crue lors des premiers flots et par l'érosion des berges. L'évolution de la somme des flux solides exportés en fonction de la somme des flux liquides écoulés met en évidence un changement de capacité de réponse du bassin versant à l'érosion entre une phase d'érosion précoce dont les expulsions solides consistent surtout en du matériel repris, et une phase d'érosion et de transport qui concerne l'érosion effective du bassin. Dans la première phase qui dure un à deux mois, la concentration en suspension est dépendante du cycle hydrologique considéré et de l'intensité de la crue précédente ; au contraire, dans la seconde phase se terminant toujours au quatrième mois après le début de la crue quelle que soit la durée de la phase précédente, la charge solide moyenne des eaux fluviales est une constante intrinsèque du bassin versant considéré, de l'ordre de 160 mg/l pour le Sénégal amont.

A l'amont, la dynamique actuelle du Fouta Djallon, vieux paysage latéritique guinéen, a été plus spécialement étudiée. Ce massif où se situent notamment les sources du Sénégal, est

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 35.800 ex 1

Cote : B M 983

10 SEP. 1992

assujetti aux processus d'érosion mécanique et d'altération chimique qui contrôlent les flux de matières particulaires et dissoutes transitant vers l'aval. La caractéristique essentielle de ces flux de matières sortant du Fouta Djallon est la faible importance de la charge particulaire (21 mg/l) par rapport à la charge dissoute (35 mg/l), dont 25% seulement proviennent de l'altération des roches et des sols, le reste provenant des apports atmosphériques. Ces chiffres soulignent la faiblesse de l'altération chimique sévissant actuellement dans ces paysages guinéens souvent cuirassés. Globalement, le Fouta Djallon est actuellement en "équilibre géochimique" : l'approfondissement des profils d'altération (4,6 mm/1000 ans) est à peine supérieur à l'ablation des sols (4 mm/1000 ans). Enfin, l'étude de l'influence des fluctuations des paramètres hydroclimatiques sur la dynamique du paysage a montré que, dans ces régions tropicales à deux saisons annuelles contrastées, la "respiration géochimique" d'un bassin versant peut se lire dans ses variations hydrologiques. Ainsi, en cas de changement climatique prolongé, pour une lame d'eau écoulée inférieure à 380 mm/an, la formation de sols par altération chimique du substratum ne sera plus suffisante pour compenser les pertes par érosion mécanique des sols en surface : l'érosion mécanique l'emportera sur l'altération chimique.

Pour conclure ce travail sur le bassin versant amont du Sénégal, il a été montré qu'il est indispensable d'associer l'étude de la géochimie des eaux de surface à l'étude des paramètres hydroclimatiques. Dans la zone climatique sahélo-soudano-guinéenne, le débit est le seul indicateur hydroclimatique significatif vis-à-vis de l'altération chimique au contraire de l'érosion mécanique qui est également dépendante de l'état de surface du bassin versant. Le flux de CO₂ atmosphérique consommé par altération chimique dans cette zone est donc une fonction directe de l'intensité de l'écoulement de surface. Cette approche d'*Hydroclimatologie et Géochimie Globale des Continents* (HGGC) a montré également que seules les années appartenant au mode climatique "Humide-Froid" permettent de distinguer l'influence de la température sur l'intensité des teneurs en bicarbonates en fonction des débits. Ainsi, à débit égal, plus la température est élevée, plus la teneur en bicarbonates, et donc le flux de CO₂ atmosphérique consommé par l'altération, est importante. Enfin, à l'heure où le problème de l'évolution des teneurs en CO₂ dans l'atmosphère est d'actualité, on oublie souvent que l'altération chimique peut jouer un rôle important dans l'évolution de ces teneurs en intervenant, peut-être, comme tampon (régulateur ou non ?) entre les différents réservoirs naturels que sont la lithosphère, la biosphère et l'atmosphère. L'HGHC est une approche nécessaire pour préciser et quantifier la consommation de CO₂ par zone climatique. En zone sahélo-soudano-guinéenne, cette consommation moyenne actuelle a été chiffrée à 18.10³ mol/km²/an de CO₂ atmosphérique.

A l'aval, le problème sensible est la remontée saline et son contrôle par le barrage de Diama. Les observations minutieuses de la remontée saline dans la vallée du fleuve Sénégal à la suite des cycles hydrologiques 1981/1982 et 1982/1983 caractérisés par des écoulements très faibles et leur confrontation avec les estimations faites à l'aide du modèle proposé par ROCHETTE (1974) ont permis de mettre en évidence des divergences importantes dans l'évaluation de l'évolution spatio-temporelle de la salinité.

Un autre élément important est le lac de Guiers, considéré comme le poumon de l'Etat Sénégalais. Les nombreux aménagements actuels et futurs en font un objet sensible pour le bon équilibre de la région. La physico-chimie des eaux du lac de Guiers est évolutive dans l'espace et dans le temps. Les phases de concentration et de dilution des solutions se succèdent au rythme de fonctionnement du lac en système ouvert ou fermé, et l'évolution du niveau du plan d'eau.

Enfin, l'inondation récente, en 1989, de la vallée morte du Ferlo constitue un fait nouveau important dans l'équilibre biogéodynamique de la région. Contrairement aux prévisions, il n'y a pas eu d'échanges réciproques entre les eaux de surface et les eaux souterraines pourtant situées à faibles profondeurs (entre -1 m et -2 m). La présence, en particulier, d'une mangrove fossile en rive ouest (contenant des eaux fortement acides à pH 2 et 3) n'a en rien modifié le caractère basique des eaux de surface. Ce résultat nouveau, d'une importance capitale dans la perspective du futur canal de Cayor, demande à être confirmé.

Une autre source d'apport terrigène a également été observée : les aérosols désertiques. Cette dynamique éolienne d'origine externe au bassin du fleuve Sénégal engendre chaque année le transit et le dépôt de poussières sahariennes en quantité non négligeable par rapport aux alluvions fluviales. En Afrique de l'Ouest, les poussières atmosphériques constituent désormais un événement climatique saisonnier majeur, au même titre que la saison des pluies. Leurs dépôts sont de l'ordre de $200 \text{ g/m}^2/\text{an}$ en milieu sahélien et de $40 \text{ g/m}^2/\text{an}$ en milieu guinéen ; 40% de ces poussières déposées sont remobilisées. Leur contribution au bilan de l'érosion mécanique semble négligeable. Mais leur impact est important dans le bilan de l'altération chimique car elles modifient largement la composition chimique des eaux de pluie, qui sont bicarbonatées-calciques et non acides. Par rapport à la moyenne mondiale, elles sont fortement minéralisées (de 10 mg/l à 22 mg/l) avec une moyenne annuelle de 13 mg/l . Ces chiffres soulignent l'intérêt que doit susciter l'étude des aérosols désertiques pour mieux comprendre la dynamique actuelle des paysages ouest-africains. Le *capteur pyramidal*, appareil mis au point pour cette étude, semble le mieux adapté aux conditions de terrains difficiles tels que les zones arides. D'autre part, la sédimentation éolienne représente l'une des composantes essentielles des dépôts qui garnissent le fond de la dépression du lac de Guiers. Ils constituent dans les carottes lacustres les archives des climats qui se sont succédés depuis des millénaires.