

Impact des rejets de l'agglomération d'Ho Chi Minh Ville sur la dynamique des éléments traces métalliques et des nutriments dans la rivière Saigon (Vietnam)

Impact of urban effluents from Ho Chi Minh City on the dynamics of trace metals and nutrients in the Saigon River (Vietnam)

Strady E.¹, Némery J.², Dang V.B.H.³ Nguyen P.D.³ Nguyen T.P.³,
Blanco F.² Gratiot N.¹, Legout C.²

¹IRD, LTHE, F-38000 Grenoble, France

²Univ. Grenoble Alpes, LTHE F-38000 Grenoble, France

³Ho Chi Minh University of Technology, Faculty of Environment, Ho-Chi-Minh-City, Vietnam

RÉSUMÉ

L'agglomération d'Ho Chi Minh Ville est, à l'image des grandes villes sud-est asiatique, en pleine expansion démographique et économique avec une population d'environ 9 millions d'habitants. Il est estimé qu'une très faible proportion des eaux usées industrielles (10% environ) et domestiques (20-50%) sont traitées avant leur rejets à la rivière Saigon. Ce travail présente l'évolution amont aval des paramètres physico-chimiques classiques et des concentrations en matières en suspension (MES), en éléments traces métalliques et en nutriments (azote et phosphore) dans la rivière Saigon à deux saisons hydrologiques contrastées (humides et sèches). Les résultats mettent en évidence la dégradation de la qualité d'eau dans les canaux traversant la ville qui rejoignent et impactent la rivière Saigon. Les enjeux régionaux sont forts avec la présence en aval d'Ho Chi Minh Ville et de la rivière Saigon des grande zones de production aquacoles au sein même de la zone protégée de la mangrove de Can Gio.

ABSTRACT

Ho Chi Minh City (HCMC, +9 million inhabitants), the economic capital of Vietnam, is characterized by a rapid economic, demographic, agricultural and industrial growths in the last two decades. These increases had serious consequences for the environment and the river crossing the city, the Saigon River. It was estimated that only 10% of industrial waters and 20-50% of domestic and urban waters were treated before being directly discharged into the river. Thus, the purpose of this study was to establish a robust and integrative evaluation of the chemical state (physico-chemical parameters, nutrient and trace metal concentrations) of the river. From two snapshot campaigns conducted along the river basin and at two contrasted seasons, we state on the quality of the river and on the possible impact of HCMC on the river. Regional issues are strong with the presence, downstream of HCMC and of the Saigon River, of large aquaculture production areas within the protected mangrove area of Can Gio.

MOTS CLES

Contamination, éléments traces métalliques, Ho Chi Minh Ville, nutriments, rivière Saigon

1 INTRODUCTION

La ville d'Ho Chi Minh (HCMV) est située au Sud Vietnam en zone tropicale, sous un régime climatique alternant moussons et périodes sèches. HCMV, capitale économique du Vietnam, est en pleine expansion économique et démographique avec plus de 9 millions d'habitants. La ville est traversée par la rivière Saigon (BV 5000km² ; 250km de long) et dispose d'un système de canaux très important quadrillant la ville, de plus de 160 km (Figure 1). La rivière Saigon, et les canaux, sont soumis à un régime tidal semi diurne et à un gradient de salinité pouvant remonter dans les canaux de la ville. Cependant la ville ne dispose pas de réseaux de collecte et de traitement des eaux en adéquation avec les besoins. Suivant les études, moins de 1% (Marcotulli 2007) à 10 % (DOSTE 2012) des eaux urbaines et domestiques et 20-50% des eaux industrielles (DOSTE 2012) sont traitées avant d'être directement rejetées dans les canaux de la ville.

Les autorités Vietnamiennes sont de plus en plus préoccupées par l'accroissement des risques de dégradation de la ressource en eau. A cause de leur toxicité et de leur capacité à s'accumuler dans les organismes vivants, les éléments traces métalliques (ETM) sont des polluants importants pour les écosystèmes aquatiques. Les sédiments de la rivière Saïgon à HCMV sont fortement pollués en métaux (Pb, Cu, Zn et Cr) par les rejets industriels et en pesticides par les rejets agricoles (Huy et al 2003). Néanmoins, l'impact de ces rejets sur la qualité des eaux, matières en suspension (MES) et sur la bioaccumulation des polluants dans les organismes aquatiques sont peu voire non-évalués. Parallèlement l'eutrophisation en lien avec les rejets d'eaux usées touche aussi bien les fleuves et rivières que les zones côtières au Vietnam (Luu et al, 2012). L'eutrophisation est caractérisée par un excès d'éléments nutritifs tels que l'azote (N) ou le phosphore (P). Ces excès de nutriments conduisent au développement massif d'algues et peuvent favoriser le développement d'algues toxiques. L'excès d'algues combiné à un excès de carbone (C) organique des eaux usées peut entraîner de forte désoxygénation du milieu aquatique.

Cette étude vise à évaluer la qualité des eaux de la rivière Saigon (paramètres physico-chimiques, nutriments, métaux traces) et à caractériser l'impact d'HCMV sur cette rivière et les canaux de la ville. Pour cela, deux campagnes d'échantillonnage à période hydrologique contrastée ont été réalisées dans le bassin versant de la rivière Saigon et dans les canaux d'HCMV. Les sédiments de surface, les Matières En Suspension (MES) et l'eau ont été prélevées pour quantifier les concentrations en C,N,P et métaux dans ces compartiments.

2 MATERIEL ET METHODE : STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE

Deux campagnes d'échantillonnage ont été menées dans le bassin versant de la rivière Saigon (17 sites, Figure 1) en conditions hydriques contrastées : période sèche (Mars 2013) et période de mousson (Septembre 2013). A chaque site, de l'eau de surface a été prélevée par bouteille Niskin afin de mesurer directement les paramètres physico-chimiques et déterminer après filtrations adéquates les concentrations en Carbone Organique Dissous (COD), nitrates, ammonium, phosphates et métaux traces dissous sur les filtrats et MES, Carbone Organique Particulaire (POC) et métaux particuliers sur les filtres. Des sédiments de surface ont également été prélevés à chaque site avec une benne Shipeck. Les prélèvements, traitements et stockages des échantillons ont été effectués dans les règles de l'art et en fonction des éléments à analyser. Les métaux dissous et particuliers ont été mesurés par ICP-MS après digestion tri-acide (HNO₃,HCl, HF ; micro-ondes). Le carbone a été mesuré par oxydation catalytique (TOC-VCSN Shimadzu) pour le dissous et par combustion (LECO CS-125) pour le particulaire. Les nutriments ont été mesurés par méthodes spectrophotométriques.

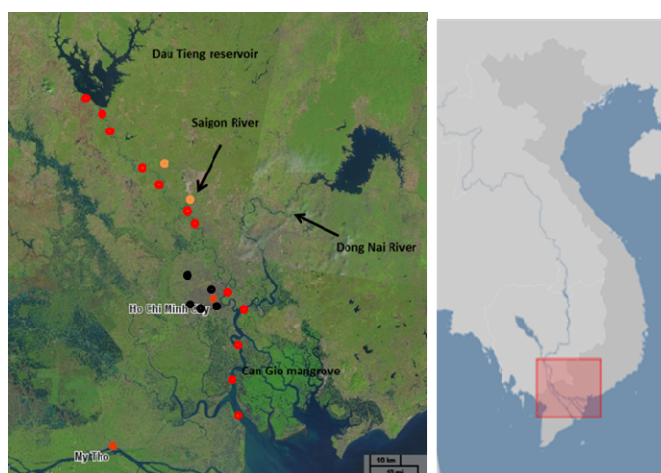


Figure 1 : Carte du bassin versant de la rivière Saïgon et des 17 sites d'échantillonnage (SG-1 à SG-17)

3 RESULTATS ET DISCUSSION

Les eaux de surface de la rivière Saïgon sont caractérisées par des paramètres physico-chimiques variant d'amont en aval et entre les saisons (Figure 2). De façon générale, la période sèche est caractérisée par des eaux moins bien oxygénées alors qu'en période de mousson, les eaux sont plus chargées en MES et plus acides. Cette acidité provient du lessivage des sols acides sulfatés en période de mousson. On observe des désoxygénations très fortes (proche de l'anoxie) dans les canaux d'HCMV (SG9-SG12).

Les concentrations en As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr particulières varient fortement dans le continuum de la rivière Saïgon. Les sédiments de surface prélevés dans la zone d'HCMV présentent les concentrations les plus élevées en Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Cr (Figure 2) alors qu'As présente des concentrations plus élevées dans la partie estuarienne. Les sédiments prélevés à l'amont, dans le réservoir de Dau Tieng présentent les concentrations les plus basses. Les points SG-5 et SG-6, correspondant à deux affluents de la rivière Saïgon soumis à des pressions industrielles montrent des concentrations équivalentes à la rivière Saïgon. Dans la zone urbaine, les concentrations au point SG-13 effectué dans la rivière sont plus importantes que le point situé le plus à l'amont, montrant l'incidence des fortes concentrations mesurées dans les canaux (SG-9 à SG-12). On notera que peu de variations ont été observées entre les saisons sèches et humides.

Les concentrations en NH_4^+ et PO_4^{3-} sont très faibles dans la partie amont de la rivière Saïgon (SG-1 à SG-3) indiquant très peu d'impact des apports ponctuels et diffus en amont du bassin versant (Figure 2). L'augmentation observée au point SG-5 correspond à un affluent de la rivière Saïgon qui est soumis à une pression urbaine croissante. A l'approche de l'agglomération d'HCMV les concentrations augmentent brutalement dans les canaux mais aussi dans la rivière Saïgon (SG-9 à SG-13). Les niveaux de concentrations atteints sont très élevés au regard par exemple des standards européens de la Directive Cadre sur l'Eau. Les concentrations redeviennent plus faibles une fois la partie estuarienne atteinte. On voit également que l'effet de l'hydrologie peut être significatif sur certains points de mesure indiquant un effet dilution des concentrations en nutriment.

4 CONCLUSIONS

Pour la première fois, la contamination métallique et nutritive de la rivière Saïgon a été étudiée le long du bassin versant, et dans les phases particulières (MES et sédiments) et dissoutes. Ces campagnes d'échantillonnage ont permis de mettre en évidence une zone amont faiblement impactée mais pouvant montrer localement des concentrations dissoutes plus importantes en saison sèche. La zone d'HCMV présente des concentrations très élevées en nutriments et en métaux (dissous et particulaire), avec des concentrations métalliques très proches entre les MES de surface et les sédiments dans les eaux suboxiques.

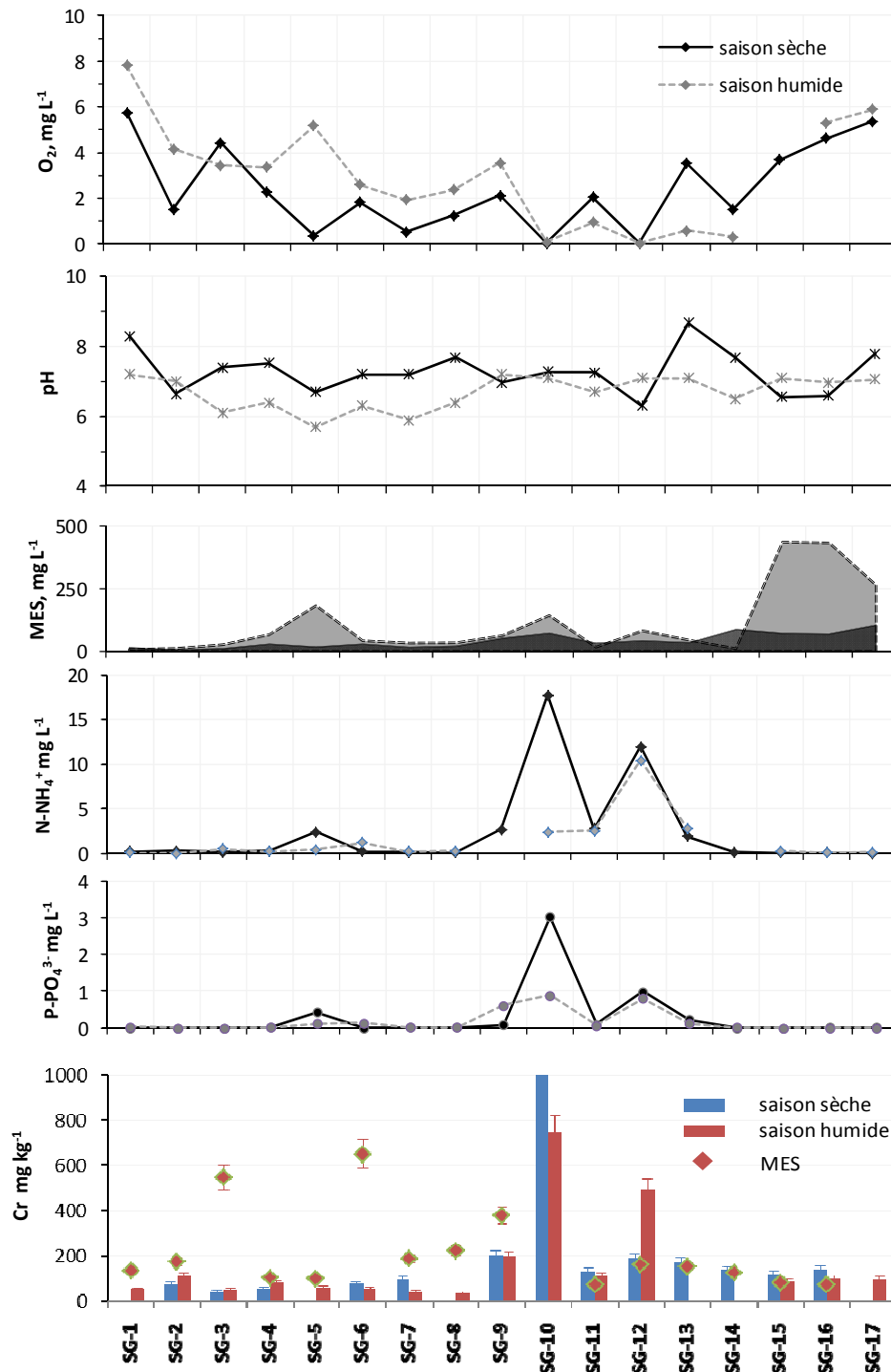


Figure 2 : Concentrations en O₂ dissous, pH, concentrations en MES, NH₄⁺ et PO₄³⁻ et Cr particulières dans les sédiments de surface et les MES, dans les eaux de la rivière Saigon et les canaux de la ville d'HCMV.

BIBLIOGRAPHIE

- DOSTE. (2002) Environmental Management Strategy for Ho Chi Minh City. Rep. 94/2002/QD-UB, Hochiminh City Committee of People, Department of Science Technology and Environment, Ho Chi Minh
- Huy et al. (2003) Toxic elements and heavy metals in sediments in Tham Luong Canal, Ho Chi Minh City, Vietnam. *Environ Geology*, 43:836–841
- Luu TNM, Garnier J, Billen G, Le TPQ, Némery J, Orange D, Le LA (2012). N, P, Si budgets for the Red River Delta (North Vietnam): How the delta affects river nutrient deliveries to the sea? *Biogeochem* 107:241-259
- Marcotullio, PJ (2007) Urban water-related environment transitions in Southeast Asia. *Sustain. Sci.* 2:27-54