

Modélisation de l'eutrophisation de la Baie de Seine (France) selon les apports de nutriments de la rivière passés, présents et futurs.

P. Cugier, G. Billen, J.F. Guillaud, J. Garnier, A. Menesguen (juillet 2004)

Résumé :

Du fait de la fréquence des bloom épisodiques de dinoflagellées toxiques, l'eutrophisation de la baie de Seine est un sujet qui devient prépondérant. Pour mieux comprendre la relation entre ces processus et l'activité humaine sur le bassin de la Seine, deux modèles ont été inter-connectés.

Un modèle de description des transferts de nutriments (N, P, Si) à l'échelle du bassin de la Seine (Riverstrahler [Billen G, Garnier J, Ficht A, Cun C, 2001. Modélisation de l'impact sur la qualité de l'eau de la Seine de l'activité humaine sur le Bassin depuis 50 ans) prenant en compte l'activité humaine (Pratiques Agricoles, Gestion de cours d'eau, Eaux résiduaires urbaines, etc.) en liaison avec les flux déversés en mer.

Un modèle hydrodynamique 3D couplé à un modèle écologique de la Baie de Seine (SiAM-3D/ELISE [Cugier P, Modélisation du devenir à moyen terme dans l'eau et le sédiment des éléments majeurs (N, P, Si, O) rejetés par la Seine en baie de Seine. Thèse de Doctorat, Univ de Caen, p. 241 ; Cugier P, Le Hir P, 2000. Modélisation 3D des matières en suspension en baie de Seine Orientale (Manche, France). C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes 331, 287-294) capable de reproduire les variations spatio-temporelles du transport sédimentaire, de la stratification thermo-haline et du développement phytoplanctonique dans la colonne d'eau de la Seine.

Les modèles sont validés par leur aptitude à reproduire les tendances des variations interannuelles de nutriments rejetés par la Seine durant les 50 dernières années, de même que les réponses des écosystèmes marins en terme de développement de diatomées et de dinoflagellées pour lesquelles les données sont disponibles entre 1976 et 1984 pour les plus anciennes et 1987-1997 pour les plus récentes. Les résultats montrent clairement que les années sèches, pour lesquelles les apports de silice sont en déficit par rapport à l'azote et au phosphore, sont celles qui rencontrent les blooms estivaux de dinoflagellées les plus prononcés.

Divers scénarios de modification de l'activité humaine dans les bassins versants sont simulés avec les deux modèles dont la reconstitution de l'état initial, un état historique correspondant à la situation fin du 18e siècle, ainsi que plusieurs scénarios correspondant à la situation actuelle sous divers régimes de traitement de l'azote et du phosphore.

En conclusion de l'étude :

L'enchaînement des deux modèles représente un outil puissant pour étudier plusieurs hypothèses de gestion de bassin versant et de leur impact sur l'écosystème marin. Il permet une meilleure compréhension de comment l'activité humaine dans les bassins versants régit le fonctionnement du continuum rivière-estuaire-zone côtière.

Dans le scénario initial, l'azote semble être le principal facteur limitant des blooms phytoplanctoniques à leur maximum de biomasse. La silice était largement en excès, même dans le scénario du 18e siècle. Ainsi, dans le passé, la baie de Seine semble ne pas avoir été un lieu

favorisant le développement de dinoflagellées. Néanmoins, c'était déjà une zone productive avec d'intenses blooms de diatomées.

Actuellement, les apports croissants d'azote et de phosphore font que la silice devient le facteur limitant de la production de diatomées, favorisant les blooms de flagellées qui consomment le phosphore et l'azote restant après que les diatomées aient consommé toute la silice.

La diminution récente des apports de phosphore d'origine domestique ou industrielle (Billen et al. 2001 ; Garnier et al., 2005) et la capacité des nouvelles technologies de traitement du phosphore dans les eaux usées, simples et peu coûteuses, pourraient bien conduire au retour d'une situation d'excès de silice en baie de Seine, avec une adaptation de l'écosystème qui ne souffre plus du manque de silice ou d'azote mais d'un stress général en phosphore. Dans ce cas, cependant, l'azote resterait en grand excès par rapport à la silice et serait exporté aux zones côtières avoisinantes.

La diminution de la quantité d'azote dans l'eau usée est techniquement possible mais plus coûteux que le traitement du phosphore. L'abattement de 50% des sources de production est facile à atteindre mais ne mènerait pas, à terme, à une réduction significative des blooms de flagellées.

Une diminution plus poussée de l'azote provenant des eaux usées urbaines est possible mais beaucoup plus coûteuse. Cependant, seul un tel traitement peut ramener le niveau trophique de la baie de Seine à un niveau de développement des flagellées comparable à la période pré-industrielle.