



**AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE
DOCTORAT**

Le vendredi 19 décembre 2003, à 14h

Monsieur Julien Némery

soutiendra publiquement en vue de l'obtention du grade de DOCTEUR
de l'Université Paris VI

Spécialité : Sciences de l'eau
École doctorale : Géosciences et Ressources Naturelles

une thèse ayant pour sujet :

*"Origine et devenir du phosphore dans le continuum aquatique
de la Seine des petits bassins amont à l'estuaire :
rôle du phosphore échangeable sur l'eutrophisation"*

La soutenance aura lieu à l'Université Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, Paris 5^{ème},
Amphithéâtre 55A, en bas de la tour 55, niveau dalle,
et sera suivie d'un pot auquel vous êtes cordialement invités.

Composition du jury :

Jean-Marie MOUCHEL	(DR, ENPC, CEREVE)	Rapporteur
Philippe VERVIER	(DR, CNRS)	Rapporteur
Josette GARNIER	(DR, CNRS)	Directeur de thèse
Ghislain de MARSILY	(Professeur Univ. Paris 6)	Examineur
Alain SALIOT	(Professeur Univ. Paris 6)	Examineur
Jean-Marcel DORIOZ	(CR, INRA)	Examineur
Jean-François GUILLAUD	(DR, IFREMER)	Examineur
Christian MOREL	(DR, INRA)	Examineur

Résumé de la thèse :

Les sources de phosphore d'un grand bassin anthropisé, comme celui de la Seine, sont de deux types : les apports diffus, par définition non collectables et non localisés (ruissellement sur les terres cultivées) et les apports ponctuels (rejets industriels ou domestiques). La prise de conscience de l'importance des apports ponctuels sur les problèmes d'eutrophisation des eaux de surface a conduit à la réduction progressive des polyphosphates dans les lessives et à l'amélioration du traitement tertiaire du P en station d'épuration, augmentant nécessairement la proportion relative des apports diffus considérés pourtant comme négligeables. Dans cette perspective, notre intérêt s'est tourné sur les différentes sources du phosphore, afin d'en établir les bilans à l'échelle du bassin de la Seine dans son ensemble (74 000 km²) et dans ses principaux sous-bassins.

Le bilan du phosphore agricole montre pour les années récentes (2000) que les engrais minéraux phosphatés représentent 60 % des apports aux sols (soit 20-25 kgP ha⁻¹) et que ces pratiques de fertilisations génèrent un surplus de l'ordre 1-10 kgP ha⁻¹. Au regard de ces chiffres, les stocks de P dans les 25 premiers centimètres des sols cultivés du bassin de la Seine apparaissent énormes (1800-5000 kgP ha⁻¹). De même les pertes par érosion (0.18-0.59 kgP haSAU⁻¹ an⁻¹) et par lessivage (0.12 kgP haSAU drainée⁻¹ an⁻¹) vers les rivières représentent un faible pourcentage de ce stock (<0.01%) et suggèrent que des pertes puissent se produire sur le très long terme, sans apports supplémentaires. On estime que ces pertes (essentiellement sous forme particulaire) contribuent pour 40-50 % des apports totaux de phosphore dans les petits bassins versant agricoles et à l'exutoire du bassin de la Marne (12 762 km²) situé en amont de l'agglomération parisienne et dominé par les grandes cultures céréalières et industrielles. Cette proportion est de l'ordre de 20 % pour l'ensemble du bassin de la Seine, le reste étant principalement attribué aux apports ponctuels de l'agglomération parisienne.

Un bilan des flux de P sortant à l'exutoire de la Seine à Poses (65 000 km²) a été réalisé pour l'ensemble du bassin. 8 000 tP sont ainsi apportées à l'estuaire de la Seine à 44 % sous forme particulaire en 2000. La teneur moyenne en P des matières en suspension est de 2.9 gP kg⁻¹ à 80% sous forme inorganique, soit une augmentation d'un facteur 4 par rapport aux valeurs trouvées en amont du bassin. L'étude de la mobilité de ce phosphore inorganique particulaire par la méthode des cinétiques de dilution isotopique au ³²P montre une forte réactivité du phosphore piégé dans les matières en suspension. Des équations sont alors proposées pour modéliser le transfert des ions phosphates entre les matières en suspension et l'eau pour trois secteurs clé de rivière : les petits bassins ruraux amont, les exutoires des grands sous-bassins et l'axe fluvial influencé par l'agglomération parisienne. Ces équations ont été introduites dans le modèle Riverstrahler du fonctionnement écologique des rivières appliqué au sous-bassins de la Marne, le plus eutrophisé. Les simulations par le modèle permettent de reproduire les teneurs en phosphore ainsi que les biomasses phytoplanctoniques dans les conditions hydrologiques contrastées de la dernière décennie. Le modèle a permis d'explorer le rôle relatif des apports ponctuels et diffus sur l'état d'eutrophisation de la Marne.

Dans l'estuaire de la Seine, les particules prélevées au cours d'un cycle annuel dans le bouchon vaseux au niveau de Honfleur, montre des teneurs en phosphore deux fois plus faibles qu'à Poses, de l'ordre de 1.5 gP kg⁻¹ (70% sous forme inorganique) suggérant un appauvrissement des particules en phosphore. L'étude de la mobilité du phosphore particulaire montre un appauvrissement préférentiel du phosphore inorganique particulaire dans le tronçon Poses-Honfleur et indique que ce compartiment peut représenter une source non négligeable

de phosphore dissous directement disponible pour la croissance algale. Pour l'estuaire, au niveau du bouchon vaseux, une équation globale du transfert des ions phosphates entre les matières en suspension et l'eau est également formulée ; elle devra être comparée aux formulations déjà introduites dans des modèles de systèmes estuariens.

Cette étude révèle au total que dans un contexte de diminution des apports ponctuels du phosphore en application de la Directive Cadre Européenne, la réduction du phosphore en stations d'épuration n'est probablement pas le seul levier d'une politique de maîtrise de l'eutrophisation, le phosphore des apports agricoles étant plus réactif que ce qui est communément admis.

Mots-clés : sources diffuses et ponctuelles, phosphore particulaire échangeable, eutrophisation, rivière, estuaire

