



PROGRAMME PIREN-SEINE
Thèse de Olga Schanen



Comité National
de la Charte

LE VOLET CARRIÈRE DU PROGRAMME PIREN-SEINE

Le Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement de la Seine (PIREN-Seine) comporte un volet consacré à l'étude des "corridors fluviaux" auxquels appartiennent les carrières alluvionnaires en eau. L'UNPC a participé à ce thème en finançant une thèse de doctorat portant sur les relations des gravières avec leur nappe alluviale. Plus précisément, cette thèse analyse l'influence des extractions d'un point de vue hydraulique et bio-géochimique.

Mlle Olga Schanen (Université Paris 7) a ainsi travaillé pendant plus de trois ans sur des sites de gravières en Seine-et-Marne pour :

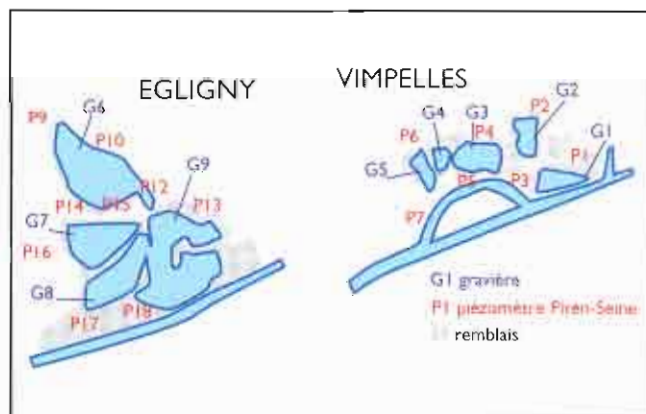
- quantifier l'impact hydrodynamique des gravières et leurs conséquences sur les échanges entre la nappe, les gravières et la Seine à l'aval du site ;
- analyser la qualité physico-chimique des eaux ;
- étudier les transferts d'éléments nutritifs depuis la nappe vers la rivière, via ces plans d'eau issus de l'extraction de granulats.

UN SECTEUR D'ÉTUDE SENSIBLE ET BIEN ÉQUIPÉ

L'étude a porté sur un secteur de Seine-et-Marne, proche de la confluence de l'Yonne et de la Seine, dans la plaine alluviale de la Bassée. Elle a permis d'examiner 9 gravières de contours, d'âges et d'aménagements différents. Les berges de ces plans d'eau ont été aménagées grâce à des remblais (matériaux de découverte peu perméables, issus du site lui-même).

9 PLANS D'EAU DE CARACTÉRISTIQUES VARIABLES

Superficie :	de 0,6 à 26 ha
Profondeur :	de 2 à 4 m
Age :	de 2 à 30 ans
Aménagement :	pêche, base de loisirs, développement de roselières sur les berges des plans d'eau servant de bassin de décantation pour les eaux de lavage des granulats. Ces roselières seront des refuges pour l'avifaune.
Suivi :	16 piézomètres de surveillance de la nappe



gravières étudiées

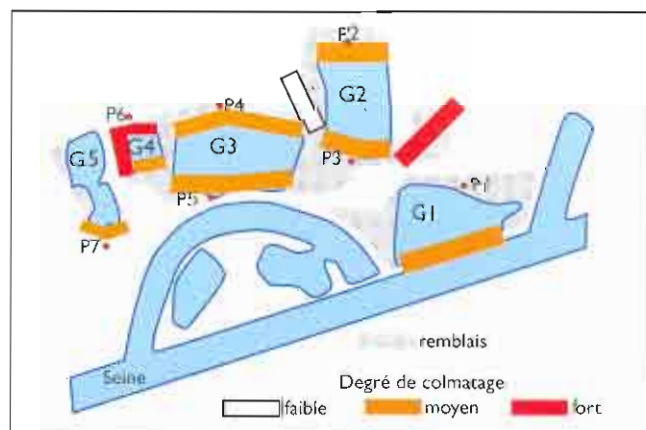
LES SUIVIS

Ils ont porté sur deux domaines qui correspondent aux deux thèmes de la thèse :

- l'analyse des écoulements souterrains entre la nappe et les gravières ;
- la quantification des transferts d'éléments nutritifs au niveau du système gravière/berges.

La piézométrie

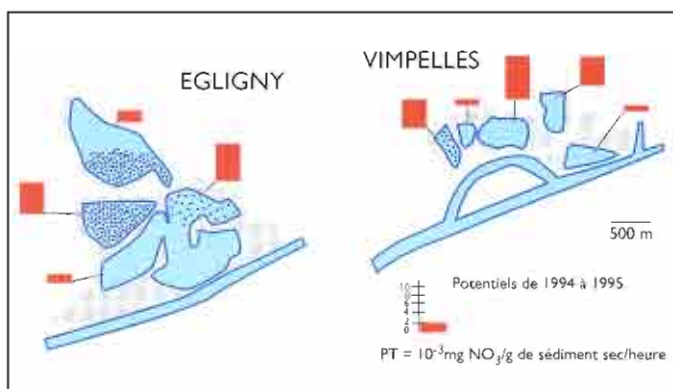
Elle a été suivie en 1995 et en 1996, révélant que la nappe est maintenue en charge (relèvement des cotes piézométriques de la nappe) au niveau des gravières. Cela est provoqué par un colmatage partiel réalisé par le remblaiement des berges. Cette mise en charge de la



variations piézométriques

nappe à l'amont des plans d'eau s'accompagne d'un rabattement de la même nappe à leur aval. Ce phénomène crée une diminution des échanges entre la nappe et la rivière, les gravières se comportant comme des réservoirs capacitifs.

La réduction des échanges aux interfaces nappe/gravière est logiquement plus forte au voisinage des plans d'eau les plus anciens, ainsi que ceux servant de bassins de décantation et qui reçoivent des fines de lavage. En effet, au niveau de ces plans d'eau, on observe une perméabilité plus faible engendrée par un colmatage plus conséquent. On a donc une divergence des



degrés de colmatage

écoulements issus de la nappe au niveau des gravières.

Un second phénomène touchant la piézométrie a été observé. Il s'agit de l'évapo-transpiration qui a lieu dans le plan d'eau. Elle crée un déficit d'alimentation, qui, après évaluation, est compris entre 7 litres seconde/km² et 13 litres/seconde/km². Ce déficit d'alimentation de l'aquifère alluvial n'est pas complètement compensé par la recharge de la nappe de craie sous-jacente qui est estimée à 5 litres/seconde/km².

La qualité de l'eau

Le second domaine suivi par cette étude est la charge en éléments nutritifs (surtout azote et phosphore) de

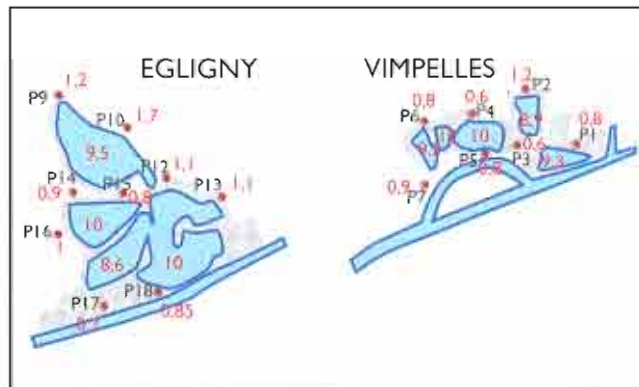
l'eau qui révèle un phénomène d'épuration de ces éléments à partir du printemps et jusqu'à la fin de l'été. La silice dissoute et le carbone ont également été analysés. De plus, on a observé l'évolution saisonnière de la température, de l'oxygène dissous, du pH et du potentiel REDOX pour compléter ces mesures.

Il apparaît que les nitrates disparaissent complètement du plan d'eau pendant l'été grâce à la conjugaison de deux phénomènes biochimiques :

- la consommation par les végétaux du plan d'eau (algues et végétaux hydrophytes)
- la dénitrification qui intervient dans les sédiments et transforme les nitrates en azote atmosphérique.

Mise en évidence d'un effet dit de "berge"

Ainsi, on observe une nette diminution des nitrates à l'aval des plans d'eau (en moyenne 1,6 milligramme NO₃/l) par rapport aux teneurs à l'amont (en moyenne 10,6 milligrammes NO₃/l). Le passage de l'eau par les berges moins perméables provoque une diminution de la concentration en oxygène dissous dans l'eau de la nappe au voisinage immédiat du plan d'eau. Ce phénomène, parfois décrit comme "effet de berge", se double d'une augmentation des formes ammoniacales de l'azote dans la nappe, mais pas dans les gravières ; ceci tendrait à confirmer le caractère réducteur de la nappe aux abords des gravières.



potentiels de dénitrification (en mg/l)

QUANTIFICATION DES PHÉNOMÈNES

Jusqu'à ce stade de l'étude, les observations étaient faites par des suivis et des analyses qui donnent une vision de l'évolution des concentrations des paramètres suivis. Mais ces travaux de recherche ont également permis de quantifier des phénomènes bio-géochimiques, notamment les transferts de matière. Ce travail a nécessité le développement d'un modèle permettant de mesurer la perméabilité et la transmissivité des interfaces (berges) et évaluer ainsi, par simulation, le fonctionnement des plans d'eau. Ce modèle a

révélé que l'ensemble formé par la gravière et ses environs immédiats se comporte comme un piège vis-à-vis des éléments qui lui parviennent de la nappe. Cependant, ce comportement de rétention concerne uniquement les échanges entre le plan d'eau et la nappe. En effet, le modèle ne prévoyait pas de quantifier, au niveau du plan d'eau, les autres apports externes d'éléments nutritifs. Or la gravière peut également apporter à la nappe des éléments d'origine terrestre provenant du ruissellement de l'eau de pluie sur

les berges, de l'érosion de ces dernières ou bien encore des apports atmosphériques. Ces apports externes de matière organique n'ont pas été évalués dans le cadre de cette thèse.

LA CARRIÈRE COMME "PIÈGE GÉOCHIMIQUE"

Les carrières peuvent retenir selon les conditions locales :

- 30 à 85 % de l'azote (42 à 61 kg N / ha / an)
- jusqu'à 50 % du phosphore (1,1 kg P / ha / an)
- jusqu'à 33% de la silice dissoute (75 kg SiO₂ / ha / an)

CONCLUSIONS

Les phénomènes mis en évidence ou confirmés par cette recherche sont de deux natures :

- des effets hydrauliques

le phénomène d'évapo-transpiration depuis le plan d'eau crée un rabattement local de la nappe. La diminution progressive de perméabilité des berges, due au colmatage naturel des plans d'eau et aux matériaux de remblaiement, freine l'écoulement de l'eau vers la nappe et la rivière. Cela peut être à la fois favorable (ralentissement d'une pollution éventuelle du site) et défavorable (création de conditions réductrices locales dans les berges). Ce phénomène est plus prononcé à l'aval immédiat de la gravière qu'à l'amont, en rapport avec la matière organique produite dans les gravières et minéralisée ensuite en partie au niveau des berges situées à l'aval. Il s'estompe rapidement à l'aval.

- des phénomènes de blocage des éléments (azote, phosphore et silice)

Ils sont observés dans certaines gravières, grâce à l'étude des flux de matières aux interfaces nappe/gravière.

- Le bilan des flux de phosphore aux interfaces nappe/gravière révèle que les flux de sortie sont inférieurs aux flux d'entrée, ce qui montre une rétention du phosphore par la biomasse et les sédiments.
- Pour la silice, une partie est incorporée dans les sédiments et une autre partie contribue à la formation des frustules (squelettes externes) des diatomées.
- La rétention de l'azote, quant à elle, est due d'une part à sa consommation par la biomasse végétale vivante et sédimentée, et d'autre part à la dénitrification qui aboutit à la production d'azote minéral gazeux.

Ce phénomène a un intérêt certain pour la protection de la rivière contre les phénomènes d'eutrophisation, notamment dans un contexte agricole intensif, où les éléments nutritifs sont présents en grande quantité.

RECOMMANDATIONS CONCRÈTES

Malgré son caractère fondamental, cette thèse permet de mieux prévoir le comportement futur d'une gravière dans un contexte donné et de prendre des mesures raisonnées pour favoriser les phénomènes utiles et diminuer les conséquences défavorables.

Ainsi peut-on confirmer que le maintien de portions de berges sans remblaiement, pratique qui devient

courante dans les nouveaux modes d'exploitation, est une pratique à encourager si l'on veut avant tout éviter un léger rabattement de la nappe à l'aval. On peut également valoriser le potentiel de dénitrification de la gravière en tenant compte de ce phénomène dans le positionnement de captages éventuels.



Comité National de la Charte Professionnelle de l'Industrie des Granulats

3, rue Alfred Roll - 75017 Paris

E-mail : charte@unicem.fr

Internet : www.unicem.fr