Agence de l'eau Rhin-Meuse
n° 1302

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT
Service de l'Eau
14, boulevard du Général-Leclerc - 92524 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX

BRGM

migration des nitrates dans la zone non saturée de la craie de Champagne

interprétation des résultats d'une campagne de carottages sous un champ d'épandages d'effluents agricoles Connantre - Marne

J.-J. Seguin

avec la collaboration de
F. Moreau*

*Service Géologique Régional Aquitaine

mars 1986
86 SGN 172 EAU

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Département Eau
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - Tél.: (33) 38.64.34.34

RESUME

Les résultats que l'on présente dans ce rapport, établi à la demande du Ministère de l'Environnement (convention 84/13), sont issus de l'exploitation de nombreuses mesures de teneurs en nitrates réalisées depuis 1979 dans la zone non saturée de la nappe de la Craie en Champagne (commune de Connantre, 51).

Aux échantillons d'eau prélevés en 1979 sur carottes, ont succédé des prélèvements effectués annuellement à partir de bougies poreuses installées jusqu'à 15 m de profondeur. Afin de lever toute incertitude quant à la représentativité des résultats obtenus, qui ne concernaient qu'une verticale, une campagne de forages a pu être menée en octobre 1985 sur la même parcelle.

L'interprétation de l'ensemble des mesures disponibles a permis de conclure à l'existence d'un stock d'azote nitrique en déplacement très lent dans la zone non saturée ; tous les profils réalisés sont caractérisés par un certain nombre de maxim~~ums~~a, en phase et d'amplitude concordante, qui ont pu être reliés aux épisodes culturaux de surface ; en particulier, il a été montré l'impact de l'azote des eaux résiduaires de sucrerie, reçues par la parcelle, sur les concentrations en nitrates de l'eau interstitielle.

Ce travail a pu être mené à bien grâce au concours du Service Géologique Régional Champagne-Ardennes.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 1

1. - CADRE DE L'ETUDE 3
    1.1 - Sols et cultures 3
    1.2 - Zone non saturée 7
    1.3 - Contexte climatique 9

2. - RESULTATS DEJA ACQUIS 13
    2.1 - Caractérisation du profil de teneurs de 1979 13
    2.2 - Vitesse de migration des nitrates 13

3. - CAMPAGNE DE CAROTTAGES DE 1985 15
    3.1 - Prélèvements des échantillons et analyses 15
    3.2 - Présentation des résultats 16

4. - MODELISATION ET INTERPRETATION DES MAXIMUMS DE TENEURS A 3 M DE PROFONDEUR 23
    4.1 - Ordre de grandeur des quantités d'azote lessivées 23
    4.2 - Reconstitution du profil F12 23

CONCLUSION 27

BIBLIOGRAPHIE 28

ANNEXES
Annexe 1 - Description du modèle utilisé pour la reconstitution du profil des teneurs en nitrates sur le forage F12 31
Annexe 2 - Résultats des analyses effectuées par le Laboratoire Municipal et Régional de Reims 35
Annexe 3 - Résultats des analyses effectuées 38
    - par le laboratoire du BRGM à Orléans
    - par le laboratoire de la Chambre d'Agriculture du Loiret
Annexe 4 - Analyse des teneurs en eau et en nitrates d'un échantillon de craie. Mode opératoire du Laboratoire Municipal et Régional de Reims 39

INTRODUCTION

L'épandage des eaux résiduaires d'industries agricoles -distilleries, féculeries, sucreries, usines de déshydradatation- est une pratique qui se répand de plus en plus en Champagne et qui concerne actuellement plusieurs milliers d'hectares.

Ces eaux, très chargées en de nombreux éléments (chlorures, sodium, potassium, sulfates, azote, ...) constituent un matériau fertilisant certain, notamment en raison de leur teneur en azote et potassium ; elles peuvent néanmoins représenter à terme une menace pour les nappes des régions concernées : quelques-uns de leurs constituants sont en effet très mobiles : l'azote nitrique, les chlorures et, dans une moindre mesure, le sodium et les sulfates ; des épandages excessifs, alliés à un lessivage intense possible des sols, peuvent entraîner rapidement ces éléments hors de portée du système racinaire des cultures ainsi fertilisées.

En principe, les doses d'épandage sont calculées de façon à minimiser et les risques d'accumulation dans les sols (pour le potassium) et les risques de migration en profondeur (nitrates et chlorures essentiellement). En fait, une partie des éléments en cause aura déjà pu migrer en profondeur avant que la capacité de reprise des plantes soit effective (les épandages ont lieu en automne et la phase de drainage des sols se situe de décembre à début avril). De plus, la variabilité de la composition des effluents d'une campagne d'épandage à l'autre rend difficile un ajustement précis aux besoins des cultures (qui sont d'ailleurs très faibles exportatrices de chlorures et de sodium).

Afin d'apprécier l'impact de ces effluents sur les nappes, plus particulièrement les risques de pollution par les nitrates, le Service Géologique Régional de Champagne-Ardennes (BRGM) a mis en place dans les zones concernées des réseaux de surveillance dont les points sont régulièrement échantillonnés. Parallèlement au suivi de ces réseaux, de nombreux carottages ont été réalisés dans la zone non saturée des champs d'épandages afin d'analyser l'eau interstitielle ; de plus, 2 sites ont été équipés de bougies poreuses placées à différentes profondeurs et permettant un prélèvement régulier de cette eau interstitielle.

Le premier dispositif de prélèvements a été installé dès 1979 sur une parcelle de la commune de **Connantre** près de Châlons-sur-Marne (51) ; cette parcelle, à l'historique cultural connu, a reçu durant l'hiver 1979-1980 des eaux résiduaires d'une sucrerie.

Les analyses de l'eau extraite, effectuées annuellement, ont permis de suivre l'évolution des profils de teneurs en azote nitrique. Les maxima caractérisant ces profils sembleraient se déplacer très lentement, parcourant 40 à 60 cm par an.

En 1983, sur une parcelle voisine, un deuxième forage était réalisé puis équipé également de bougies poreuses. Toutefois, se posait le problème, inhérent à toute mesure faite sur une grandeur spatialement distribuée, de la représentativité des résultats obtenus. Afin de lever toute incertitude sur ce point, une série de forages régulièrement espacés était réalisée en octobre 1985 sur une centaine de mètres toujours dans la même parcelle.

C'est à l'interprétation des résultats de cette dernière campagne de mesures et à leur confrontation avec ceux déjà obtenus sur le même site que se consacre cette note.

1 - LE CADRE DE L'ETUDE

La parcelle sur laquelle les forages ont été réalisés est située à proximité de **Connantre** à une quarantaine de kilomètres au sud-ouest de Châlons-sur-Marne (fig.1) ; elle est incluse dans la zone d'épandage des eaux résiduaires de la sucrerie de Connantre. La figure 2 précise la localisation exacte du site d'études.

1.1 - Sols et cultures

Sols

Comme de nombreux sols de la région, le sol recevant les effluents est une rendzine brune formée sur la craie du Sénonien inférieur.

La craie, fissurée et altérée, apparaît dès 50 cm de profondeur. Ces sols ont une bonne réserve hydrique comme l'indique le tableau 1 suivant qui reprend des valeurs moyennes issues d'une étude menée par la station INRA de Châlons (réf.1).

Profondeur cm	**Réserve en eau** mm
0 - 50	110
50 - 100	150
100 - 150	160

Tableau 1 - Réserve en eau d'une rendzine brune (valeurs moyennes)

La capacité de réserve en eau (définie comme la différence entre l'humidité en volume à la capacité au champ et l'humidité au point de flétrissement sur une certaine profondeur de sol) apparait donc importante : 420 mm sur une épaisseur de 1,50 m (réserve théorique).

Le réservoir superficiel de ces sols peut être alimenté par des transferts d'eau ascendants en raison de la continuité de la porosité de la craie sous-jacente, si bien qu'en

CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus grâce à la campagne de carottages de septembre-octobre 1985 sur le site de Connantre, deux faits semblent désormais bien acquis.

- D'une part, la zone non saturée de la nappe de la Craie contient un stock d'azote nitrique en déplacement très lent dont la distribution sur une verticale se caractérise par des maximums liés à certains épisodes culturaux de surface ; cette distribution verticale reste relativement invariante par translation horizontale comme le montre la série de forages exécutés sur une centaine de mètres (maximums et minimums en phase, amplitudes concordantes).

- D'autre part, l'épandage d'eaux résiduaires se traduit par un apport considérable d'azote organique dont la minéralisation progressive (sur plus d'une année), en se superposant aux autres sources azotées (engrais non consommé, minéralisation de la matière organique stable du sol, restitution des résidus culturaux) engendre un reliquat potentiellement lessivable important.

Il est donc à craindre une augmentation "brutale" des concentrations dans la nappe lorsque de tels excédents y parviendront.

S'il y a lieu d'espérer dans les années à venir une réduction de la quantité d'azote organique contenu dans les eaux résiduaires en raison de l'amélioration des procédés d'épuration, il semble néanmoins que le facteur de réduction décisif de l'azote lessivable réside dans une meilleure maîtrise de la fertilisation par une prise en compte sur plusieurs années de la minéralisation de l'azote organique des eaux résiduaires et par une meilleure connaissance des potentialités de minéralisation des sols recevant les effluents.