

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B. P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. (38) 63.80.01



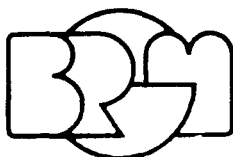
n° 10689

NAPPE PHREATIQUE DE LA PLAINE D'ALSACE
DANS LE HAUT-RHIN

BILAN DE L'AZOTE DURANT LA DECENNIE 1971/80

*Note complémentaire
au rapport de Décembre 1981*

24 Février 1984



Service géologique régional ALSACE
204, route de Schirmeck, 67200 Strasbourg - Tél. (88) 30.12.62

1. INTRODUCTION

Le rapport de Décembre 1981 présentait un premier bilan de l'azote dans la nappe phréatique de la plaine du Haut-Rhin, en comparant les entrées/sorties du système, dans le but d'essayer de préciser les différents apports azotés responsables du doublement des teneurs en nitrates constaté sur les puits au cours de la dernière décennie.

Malgré les nombreuses estimations nécessaires à l'élaboration de ce bilan, faute de données précises, le résultat principal consistait en un bilan fortement déséquilibré, les entrées étant trois fois plus importantes que les sorties du système provoquant une accumulation au sein de l'aquifère responsable de l'augmentation générale des teneurs azotées des eaux souterraines.

Cette note complémentaire reprend le bilan en proposant des fourchettes pour les différents termes, mais en conservant comme hypothèse que le stock d'azote contenu dans les sols restait constant (à l'exception des retournements de prairies) sur la décennie considérée.

2. BILAN

<u>Entrées</u>	kt N 10*	
Précipitations	9 - 12	
Infiltrations des cours d'eau	12 - 15	
Apports latéraux	5 - 6	
Irrigation	5 - 6	
	<hr/>	
	31 - 39	31 - 39
Déjections animales	15 - 18	
Retournements de prairies	5 - 6	
Engrais minéraux	70 - 80	
	<hr/>	
	90 - 104	
Exportation des récoltes	-65 - 75	
	<hr/>	
	25 - 29	25 - 29
Infiltrations eaux usées (domestiques et industrielles)	8 - 11	
Lessivage des décharges	1 - 2	
	<hr/>	
	9 - 13	9 - 13
		<hr/>
	Total entrées :	65 - 81
		.../...

Sorties et stockage en nappe

Ecoulement aval	7,5- 9	
Pompages en nappe	9,5-11	
	<hr/>	
	17,0-20	17 - 20
Stockage en nappe		44 - 53
		<hr/>
	Total sorties et stockage	61 - 73

* (kt N 10 = Kilo tonnes d'azote en 10 ans).

Par rapport au premier bilan, quelques valeurs ont notablement changé :

- les précipitations : valeurs 4 fois plus fortes, suite à des mesures de l'INRA, on passe ainsi de 2,5 à 9 - 12,
- la fixation ou la dénitrification par les bactéries du sol : les 2 actions sont supposées se compenser, c.à.d. stock constant dans le sol,
- les irrigations sont décuplées (erreur de virgule précédente), on passe de 0,5 à 5 - 6,
- les retournements de prairies sont pris en compte, donnant 5 - 6 pour 9.000 ha (données INRA),
- le stockage est plus important, car au lieu de 10 - 15 % (porosité efficace) il vaut mieux prendre la porosité totale, proche de 25 - 30 % pour les alluvions rhénanes.

Le bilan confirme ainsi que les sorties sont pratiquement 4 fois plus faibles que les entrées, induisant le stockage en nappe responsable de l'augmentation des teneurs.

5. EXTRAPOLATION DU BILAN AU COURS DES DECENNIES FUTURES

La poursuite du mécanisme avec les mêmes valeurs des paramètres d'entrée (apports constants) amènerait une teneur moyenne d'environ 50 mg/l de nitrates sur l'ensemble de la nappe au bout de 50 ans, en supposant que tout l'azote infiltré vers la nappe finit par se transformer en nitrates. Cette estimation résulte de l'équation très simplifiée du bilan à pas de temps décennal :

.../...

(apports sur une décennie) = (débit de sortie x teneur moyenne) + (volume total x différence de teneur)

(en g^N/m³, ou mg/l) 7010⁹ = 510⁹ x $\frac{(\bar{N}_{i+1} + \bar{N}_i)}{2}$ + 2210⁹ x ($\bar{N}_{i+1} - \bar{N}_i$)

d'où l'on tire $\bar{N}_{i+1} = 2,86 + 0,8 \bar{N}_i$ (mg/l)

soit $(\bar{NO}_3)_{i+1} = 12,6 + 0,8 (\bar{NO}_3)_i$ (mg/l)

avec $(\bar{NO}_3)_1 = 10$ mg/l en 1970.

Si par contre, les apports azotés augmentent d'année en année, ne serait-ce que de 2 % par an, le même type de calcul amène une teneur moyenne de 50 mg NO₃/l sur l'ensemble de la nappe deux fois plus vite (en 25 ans environ) et entre 90 et 100 mg NO₃/l au bout de 50 ans.

4. IMPORTANCE RELATIVE DES DIFFERENTS APPORTS AZOTES

Pour fixer la part des différents apports azotés à la nappe, on peut distinguer :

- un équilibre initial, c.à.d. un régime où les teneurs en nappe étaient à peu près constantes ; moyenne des années 1950/60 égale à 5 - 7 mg NO₃/l, soit environ 1,3 mg N/l, bien que déjà à cette époque, les secteurs à teneurs actuellement élevées (bordure rhénane à Fessenheim et piémont des Vosges), avaient des teneurs plus élevées que cette moyenne,
- les apports liés aux activités agricoles (engrais animaux et minéraux, retournements de prairies, moins exportation des récoltes),
- les apports liés aux activités domestiques et industrielles : infiltrations des eaux usées et lessivage des décharges...

L'équilibre initial est ainsi estimé à 6 - 8 kt N 10.

Une fois déduit ce régime initial, le problème est alors d'évaluer la répartition entre les activités humaines au sein des apports "mixtes" : précipitations, rivières, eaux d'irrigation et apports latéraux, dont le total est estimé à 31/59 dans le bilan.

Il paraît raisonnable d'estimer les apports liés à l'agriculture à 1/4 pour les précipitations et les rivières et à 1/2 pour l'irrigation et les apports latéraux. Dans ces conditions, ces apports mixtes se répartiraient de la manière suivante :

.../...

$$31/39 = 6/8 \quad + 8/10 \quad + 17/21 \quad (\text{kt N } 10)$$

Total = (équilibre initial) + (agriculture) (urbain + industriel)

En reprenant ces chiffres dans le bilan global des entrées, on obtient :

Equilibre initial		6/8
Apports agriculture : 8/10 + 25/29 =		33/39
Apports urbains et industriels : 17/21 + 9/13 =		<u>26/34</u>
Total :		65/81

Mis à part l'équilibre initial, les apports de l'agriculture, par rapport à l'ensemble des activités humaines, représenteraient ainsi, suivant les hypothèses faites sur les apports "mixtes" pour la décennie 1971/80 :

$$\frac{33/39}{33/39 + 26/34} = \frac{33}{33 + 34} \cdot \frac{39}{39 + 26} = 49/60 \%$$

Des efforts importants ont été réalisés au cours de la décennie pour l'assainissement et l'épuration des eaux usées, ainsi que pour éliminer les décharges en milieu alluvial.

Par contre, les épandages d'engrais minéraux ont augmenté de façon importante, et sont ainsi passés sur la plaine du Haut-Rhin de 4.350 à 7.800 tN de 1971 à 1980 ; soit une augmentation de 79 %, non totalement compensée par l'augmentation des exportations (de 4.000 à 6.700 tN, soit 67%).

Si ce phénomène se poursuivait, la part de l'agriculture dans les apports azotés à la nappe phréatique augmenterait au cours des années.

.../...

5. CONCLUSION

La reprise du bilan de l'azote dans la plaine du Haut-Rhin au cours de la décennie 1971/80 a permis de rectifier certains facteurs, mais confirme que les apports sont 4 fois plus importants que les sorties, la différence étant le stockage dans la nappe phréatique dont la teneur moyenne a doublé en 10 ans, passant de 10 à 20 mg NO₃/l.

En supposant que les apports azotés n'augmentent plus et restent constants, la teneur moyenne de 50 mg NO₃/l sur l'ensemble de la nappe serait atteinte au bout de 50 ans, soit vers 2.030.

Si ces apports augmentent, d'à peine 2 % par an, cette teneur de 50 mg/l serait atteinte en 25 ans et les 100 mg/l dans une cinquantaine d'années.

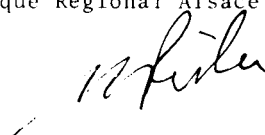
Une tentative de répartition de ces apports azotés à la nappe sur la période 1970/80 situerait entre 49 et 60 % la part liée aux pratiques agricoles. Mais de nombreuses hypothèses demanderaient à être vérifiées.

L'Ingénieur chargé d'étude



Y. BABOT

Le Directeur du Service
Géologique Régional Alsace



J.J. RISLER