

**EFFET DES CONDITIONS PEDOCLIMATIQUES SUR LE BILAN
D'AZOTE - CAS DE LA VALLEE DU MOYEN
CHELIFF OCCIDENTAL –**

**E FFECTION OF PEDOCLIMATIC CONDITIONS ON THE NITROGEN
ASSESSMENT - CASE OF THE VALLEY OF WESTERN
MIDDLE CHELIFF -**

N. BETTAHAR^{1*}, A. KETTAB², A. ALI BENAMARA¹, A. DOUAOUI¹

(1) : Laboratoire Eau&Environnement, Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur, Département d'Hydraulique, Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie. BP 151 – 02000 – Chlef - Algérie*

E – Mail: bettaharn5@yahoo.fr

(2) : Laboratoire de Recherche des Sciences de l'Eau - LRS-EAU/ENP, Ecole Nationale Polytechnique (E.N.P.)- Alger, Algérie.

E – Mail: KETTAB@yahoo.fr

Résumé

L'agriculture est l'activité dominante dans la vallée du moyen Cheliff occidental (Nord Algérien). Les cultures principales sont l'arboriculture et le maraîchage, ce dernier est un grand consommateur de fertilisants minéraux de type azoté.

Les apports d'azote sur les sols de la vallée ont pour source principale l'agriculture. L'élevage et les eaux usées constituent une source secondaire. En effet, la quantité totale d'azote, pour l'année 2004, d'origine minérale provenant de l'agriculture est évaluée à 2879 T dont 97 % est attribué aux fertilisants azotés utilisés d'une manière intensive dans les cultures maraîchères, pomme de terre en particulier. Le reste est apporté par l'eau d'irrigation sur les zones maraîchères toujours. L'azote d'origine organique provenant de l'élevage et des eaux usées est évalué à 397 T. Rapporté à la surface totale irriguée, l'apport par les fertilisants est de 238 kg/ha pour cette année.

Les pertes d'azote sont liées à l'absorption par la culture, à la volatisation de l'ammoniaque favorisée par le pH des sols et la température élevés dans la zone d'étude et enfin à la dénitrification. Ce phénomène qui atteint son maximum dans les sols irrigués mal drainés recevant une fertilisation azotée est favorisé, dans notre cas par la température élevée. Les pertes par lessivage sont très faibles dans le centre de la vallée à cause de la texture fine à très fine des sols qui leur confère une faible perméabilité (0.2 à 0.5 cm/h), en plus d'un massif argileux d'épaisseur importante séparant le sol de la nappe. Au contraire, sur les bordures de la vallée dont les sols sont très perméables (10 cm/h) recevant une fertilisation azotée intensive, on enregistre les plus fortes teneurs en nitrate dans les eaux de la nappe alluviale de la zone d'étude.

L'apport d'azote par minéralisation est faible, à cause de la diminution dans le temps, de la matière organique du sol en parallèle avec une augmentation de la vitesse de minéralisation par effet du climat.

Mots-clés: bilan d'azote, sol, climat, volatisation, dénitrification, moyen Cheliff.

Abstract

Agriculture is the dominant activity in the valley of Western middle Cheliff (Northern Algerian). The principal cultures are arboriculture and market gardening; this last one is a large consumer of Nitrogen fertilizer.

The nitrogen contributions on the soil of the valley have as a principal source agriculture. The breeding and waste water constitute a secondary source. The total quantity of nitrogen, for the year 2004, of mineral origin coming from agriculture is evaluated to 2879 T including 97 % E St allotted to nitrogenized fertilizers used in an intensive way in the market gardenings, potato in particular. The remainder is brought by the water of irrigation on the market-gardening zones always. The organic nitrogen of origin coming from the breeding and waste water is evaluated to 397 T. Paid to irrigated total surface, the contribution by fertilizers is of 238 kg/ha for this year.

The nitrogen losses are related on absorption by the culture, the volatisation of the ammonia supported by the pH of the soil and the high temperature in the zone of study and finally to denitrification. This phenomenon which reaches its maximum in the badly drained irrigated soils receiving a nitrogenized fertilization is favoured, in our case by the high temperature.

The losses by scrubbing are very weak in the valley center because of fine texture to very fine of the soils which confers to them a low permeability (0.2 to 0.5 cm/h), in addition to one argillaceous solid mass significant thickness separating the soil from the aquifer. On the contrary, on the edges of the valley whose soils are very permeable (10 cm/h) receiving an intensive nitrogenized fertilization, one record the strongest contents nitrate in water of the alluvial aquifer of the zone of study.

The nitrogen contribution by mineralisation is weak, because of the reduction in time, the organic matter of the soil in parallel with an increase the speed of mineralisation per effect of the climate.

Key words: nitrogen assessment, soil, climate, volatisation, denitrification, middle Cheliff.

1 Introduction

La contamination des eaux souterraines par les nitrates a été mise en évidence par plusieurs études sur différents aquifères en Algérie (ANRH, 1993 ; Kettab, 2005). Elle est souvent liée aux pratiques agricoles et d'une façon moindre à l'élevage.

Dans la vallée du moyen Cheliff occidental située dans le nord algérien, l'activité principale tourne autour de l'agriculture et l'élevage qui engendrent des quantités importantes d'azote sur ses sols. Le présent travail permet d'étudier l'influence des caractéristiques du sol (texture, pH, perméabilité...) et l'effet du climat sur les processus de transformation de cet azote. Le risque de contamination de la nappe alluviale par les nitrates serait déduit par conséquent.

2 Matériel et méthodes

a. Site d'étude

La zone d'étude est située au nord-ouest de l'Algérie, à environ 200 Km à l'ouest d'Alger et à 30 Km à vol d'oiseau de la méditerranée; elle occupe un territoire de 300 km² environ dans le bassin du moyen Cheliff occidental qui est lui-même formé par trois sous bassins versants codés respectivement 0122, 0123 et 0124 (Figure 1) et appartenant au grand bassin hydrographique Cheliff-Zahrez.

La zone ainsi définie couvre la vallée du Cheliff depuis 6 Km à l'amont d'Oum Drou, jusqu'à 3 km en aval de Boukadir. Elle s'étend dans la partie centrale jusqu'à Ouled Fares dans la vallée de l'affluent dit Oued Ouahrane. La partie se trouvant au sud et longeant la route nationale n°4 à 4 Km environ est également incluse dans la zone d'étude.

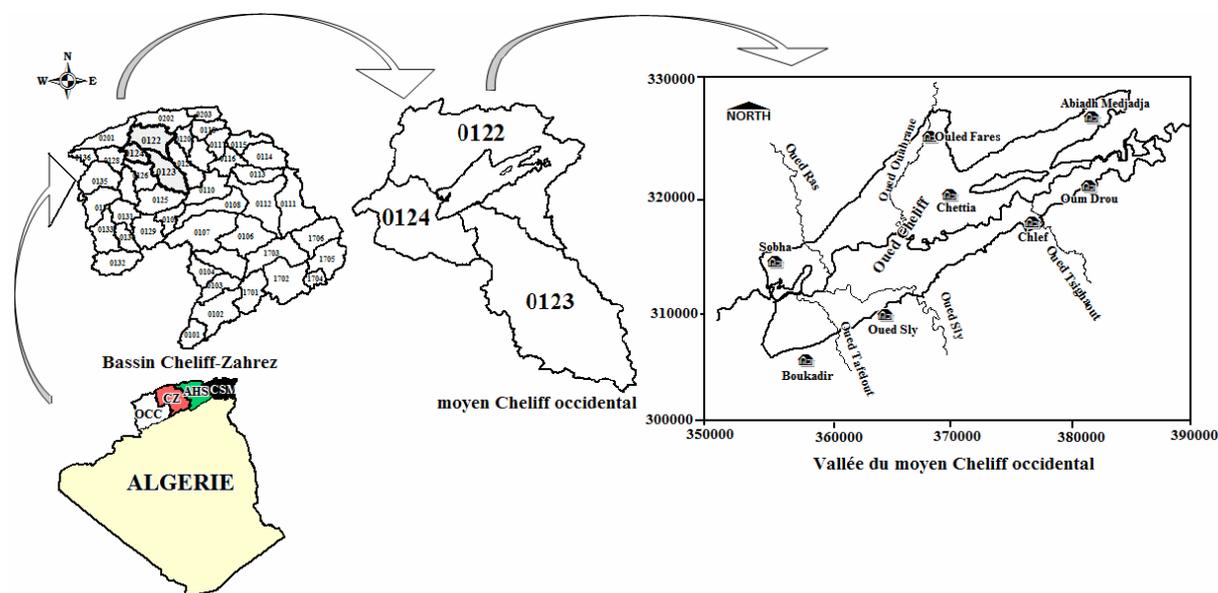


Figure 1 : Situation de la zone d'étude

La région est caractérisée par un climat semi-aride avec des étés très chauds et des hivers froids. Le bilan hydrique établi pour l'année 2004 par la méthode de Thornthwaite sur les données de la station pluviométrique Chlef ONM, indique une évapotranspiration et un déficit hydrique assez élevés (1023 et 673 mm respectivement), en parallèle avec une exploitation intensive des eaux souterraines pour des fins agricoles. L'infiltration déduite du surplus d'eau constitue 7% seulement (25 mm) des pluies totales (361 mm).

b. Contexte hydrogéologique et pédologique

La nappe principale de la zone d'étude est formée par les sédiments détritiques d'âge Sub-Pliocène Quaternaire formant le remblai de la vallée. Ces sédiments incluent des argiles et des marnes épaisses avec des lits de sables de graviers et de conglomérats.

L'écoulement des eaux de la nappe s'oriente généralement des bordures vers l'axe central de la vallée avant de prendre une direction E-W parallèlement au cours d'eau de l'oued Cheliff qui joue le rôle d'un véritable drain. En plus des eaux météoriques, la nappe reçoit une importante alimentation du sud à partir des calcaires lithothamniées Miocènes manifestée par un gradient fort (1.7%) de direction sud nord. Elle reçoit une autre alimentation plus faible du nord à partir des zones de piémont appartenant aux formations Pliocènes avec un gradient de 0.8% (Achour, 1997). La part des eaux d'irrigation (return flow) qui retourne à la nappe est évaluée à 20% du volume total utilisé pour cet usage (Scet Agri (1), 1984).

La couverture pédologique décrite par les études réalisées par Scet Agri (2) (1984) permet de différencier deux grands ensembles:

- Les sols de piémont, observés uniquement sur les bordures ; ils sont, toutefois bien représentés dans les plaines de l'Abiadh Medjadja et de Ouled Fares ainsi que dans l'extension ouest. Ils sont de texture équilibrée, profonds et bien structurés et présentent de ce fait une très bonne perméabilité (10 cm/h en surface).

- Les sols de plaine, alluviaux, de texture généralement variable, localement tirsifiés (argileux). Les sols lourds (> 40% d'argile en moyenne) sont importants sur les formations alluviales plus récentes telles que la plaine de Boukadir, nord-ouest de Oued Sly et sud-ouest d'Ech-Chettia; Ils peuvent montrer des signes d'hydromorphie et de salinité liés à un drainage interne déficient, ce qui provoquerait la baisse de la perméabilité déjà très faible (0.3 à 0.5 cm/h).

c. Occupation de sol

Les renseignements collectés auprès de la direction du service agricole de Chlef font état pour les domaines des terrains agricoles de 18000 ha environ dont plus de 63% sont effectivement irrigués. L'arboriculture est la spéculation la plus importante du périmètre, plus particulièrement l'agrumicole. Concentrée dans la partie centrale de la vallée, elle est irriguée à partir des lâchers des barrages de Sidi Yacoub sur l'oued Sly et du Fodda sur l'oued Fodda, affluents droits de l'oued Cheliff. Le maraîchage occupe une seconde position d'importance et est localisé principalement à proximité des bordures; ainsi, quatre pôles importants couvrent les plaines de Ouled Fares, de l'Abiadh Medjadja, et de Sobha. Leur irrigation est assurée par les eaux de puits individuels, de même pour les céréales.

3. Résultats et discussion

a. Quantification des apports d'azote dans la zone d'étude

i. Apports agricoles

Une enquête sur terrain auprès des agriculteurs nous a permis d'élaborer un calendrier des pratiques et à estimer les apports d'azote pour chaque type d'occupation des sols après recensement des différents types d'engrais utilisés et des doses réellement épandues. Les engrais chimiques industriels et en particulier le NPK 15.15.15 sont prédominants pour la quasi-totalité des spéculations avec des doses moyennes annuelles allant de 500 Kg/ha pour l'arboriculture, 800 Kg/ha pour la culture industrielle et jusqu'à 1200 Kg/ha pour la pomme de terre, utilisé comme engrais de fond. D'autres engrais comme le sulfate d'ammonium 21% et l'urée 46% sont utilisés comme engrais de couverture avec des doses relativement faibles. Seules les céréales bénéficient d'engrais de fond non azoté (TSP 46% à base de phosphore).

ii. Apports par l'eau d'irrigation

Les surfaces maraîchères et céréalières sont irriguées à partir de puits dont les eaux peuvent être très chargées en nitrates. La pomme de terre constitue 70% des cultures maraîchères et est irriguée à raison de 3000 m³/ha/an. Les cucurbitacées constituent le reste et sont irriguées à raison de 2500 m³/ha/an. Quant aux céréales, ils sont irrigués à raison de 1000 m³/ha/an.

La quantité totale d'azote apportée par l'eau d'irrigation pour l'année 2004 représente 3 % seulement de celle produite par les engrais azotés (figure 2).

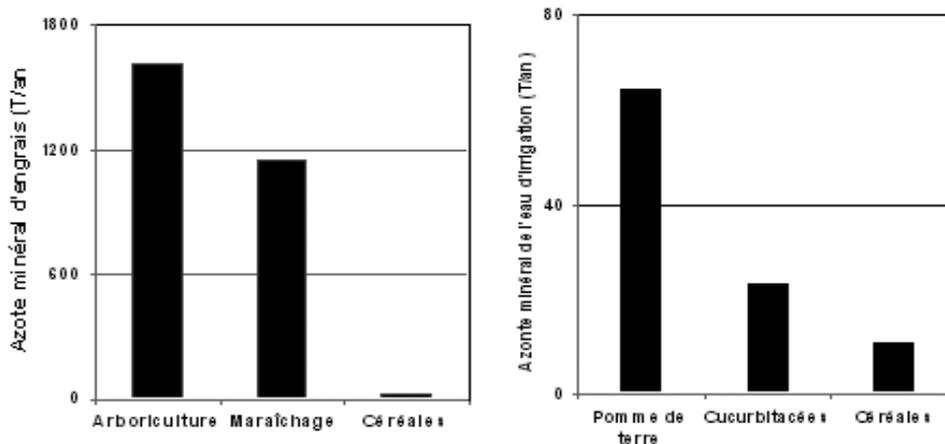
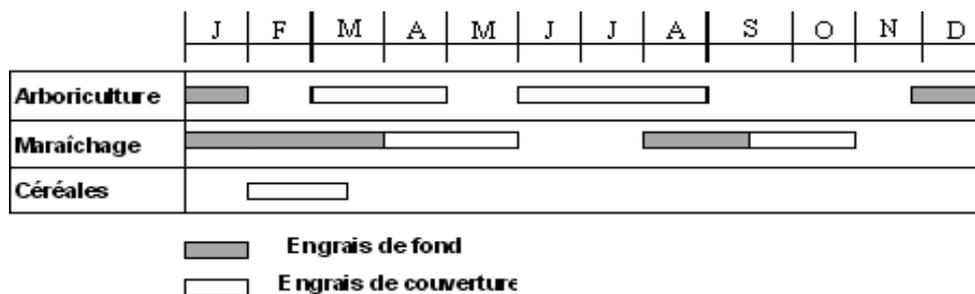


Figure 2. Pratiques agricoles sur la vallée du moyen Cheliff occidental

iii. Apports à partir d'élevage

Les exploitations d'élevage pour les différentes espèces animales se concentrent en particulier sur les zones de piémont (dans les communes de Ouled fares, l'Abiadh Medjadja et Boukadir). L'estimation des quantité d'azote organique engendré pour l'année 2004 déduite des normes CORPEN (1988, 1999 et 2001), montre que plus de la moitié de cet azote est produit par les bovins.

iv. Apports domestiques

Le taux moyen de raccordement des populations aux réseaux d'eaux usées est de 98% à peu près pour les communes de Chettia et de Chlef et peut descendre aux environs de 66% dans les zones de piémont (communes de Sobha, Boukadir, Ouled Fares et l'Abiadh Medjadja) où l'assainissement autonome (fosses sceptiques) est ainsi mis en évidence. Cependant, la quantité d'azote produit ne constitue que 8% de celle engendrée par l'élevage.

L'azote des effluents d'élevage et urbains représente environ 14 % de celui des engrais minéraux et des eaux d'irrigation (figure 3).



Figure 3 : Apport d'azote annuel (minéral et organique) pour 2004

b. Influence des conditions pédoclimatiques sur l'apport total en azote

La mise en culture à long terme dans la zone d'étude sans apport de matières organiques a causé avec le temps la diminution du taux de matières organiques dans le sol. Ceci est le résultat de l'augmentation très rapide de la vitesse de minéralisation par effet du climat semi-aride. La capacité du sol à fournir de l'azote par minéralisation diminue par conséquent.

L'apport principal d'azote à considérer pour l'année 2004 est donc celui lié à l'agriculture qui constitue 88 % du total d'azote apporté aux sols de la vallée du moyen Cheliff occidental. 97 % de ce dernier est attribué aux fertilisants azotés utilisés d'une manière intensive dans les cultures maraîchères, pomme de terre en particulier. Rapporté à la surface totale irriguée, cet apport est évalué à 238 kg/ha pour cette année.

Si nous considérons la teneur moyenne en nitrate généralement rencontrée dans les eaux souterraines de la zone d'étude et qui oscille autour de 62 mg/l, l'apport d'azote lui correspondant, ne constitue que 4 % (9.5 kg N /ha/an) du total. Il correspondrait à 54 kg/ha/an (23 % du total) pour la teneur maximale enregistrée (350 mg/l) (Bettahar et Kettab, 2006).

Cet apport a été ramené à la lame d'eau moyenne infiltrée annuellement et à la part d'eau d'irrigation qui retourne à la nappe.

Les pertes d'azote sont liées à l'absorption par la culture, à la volatilité qui peuvent atteindre 40% de la dose d'engrais à teneur élevée en ammonium (l'urée dans notre cas) dans les conditions de sol calcaire, de pH > 7.5 et de température élevée (Morris et Stevenson, 2000), au lessivage en profondeur et enfin à la dénitrification qui peut être fortement accrue en cultures irriguées (Henault et Germon, 1995).

4. Conclusion

Le bilan d'azote dans les vallées en climat semi-aride semble étroitement lié aux conditions pédoclimatiques.

En effet, des quantités énormes en azote apportées annuellement aux sols de la vallée du moyen Cheliff occidental par les différentes pratiques exercées (agriculture et élevage),

n'atteignent pas la nappe à cause du climat et des caractéristiques physico-chimiques du sol.

L'apport d'azote par minéralisation est faible, à cause de la diminution dans le temps, de la matière organique du sol en parallèle avec une augmentation de la vitesse de minéralisation par effet du climat.

Le reste est perdu en assimilation par la plante, en volatilsation de l'ammoniaque favorisée par le pH des sols et la température élevés dans la zone d'étude et enfin en dénitrification. Ce phénomène qui atteint son maximum dans les sols irrigués mal drainés recevant une fertilisation azotée (Tremblay et al., 2001) est favorisé, dans notre cas par la température élevée.

Il semble donc exister une compensation entre l'occupation des sols qui constitue des risques élevés pour la qualité des eaux souterraines de la zone d'étude et la nature des sols ainsi que le climat. Ces deux facteurs favorisent des phénomènes pouvant induire des pertes d'azote importantes tels que la volatilisation et la dénitrification en parallèle avec un apport faible d'azote naturel par minéralisation.

Références bibliographiques

Achour F. (1997) *Conditions hydrologiques et disponibilité en eau en région semi-aride : Application de méthodologies nouvelles au bassin du Cheliff, Algérie.* Thèse de Doctorat, Univ. Franche-Comté, France, 261 p.

ANRH (1993) *Pollution par les nitrates.* Etude réalisée par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques, 15 p.

Bettahar N. Et A. Kettab (2006) Evaluation de la pollution nitratée dans la vallée du moyen Cheliff occidental. *Third International Conference on Water Resources in Mediterranean Basin*, 1 au 3 novembre, Tripoli, Liban, Acte du colloque, p 137.

Corpen. (1988, 1999 et 2001) *Normes CORPEN pour l'estimation de l'azote produit sur l'exploitation.* Circulaire PMPOA n° 5010 du 15 Mai 2003.

Henault C. et J.C. Germon (1995) *Quantification de la dénitrification et des émissions de protoxyde d'azote (N₂O) par les sols.* *Agronomie*, 15, 321-355.

Kettab A. (2005) *De l'eau pour le développement durable (DD), Algerian Journal Of Technology – AJOT - ISSN 1111-357X, Number Special – An International Publication of Engineering Sciences.*

Morris D.T. et C.K. Stevenson C. (2000) *Nitrogen fertilizer materials for field crops.* Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Fact sheet # 542.

SCET – AGRI (1) (1984) *Hydrologie – Hydrogéologie et bilan des ressources. Etude du réaménagement et de l'extension du périmètre du moyen Chéiff.* Rap A1.1.2. Pub. Ministère de l'Hydraulique, Algérie, 72p.

SCET – AGRI (2) (1984) *Bilan des ressources en sol. Etude du réaménagement et de l'extension du périmètre du moyen Chéiff.* Rap A1.2. 1. Pub. Ministère de l'Hydraulique, Algérie, 35p.

Tremblay N., H.C. Scharpf, U. Weier, H. Laurence et J. Owen (2001) *Régie de l'azote chez les cultures maraîchères, Guide pour une fertilisation raisonnée,* Agriculture et Agroalimentaire, Canada, 70p.

