

## FLUX DE NITRATE DANS LES ÉLEVAGES BOVINS ET QUALITÉ DE L'EAU : VARIABILITÉ DES PHÉNOMÈNES ET DIVERSITÉ DES CONDITIONS

par F. Vertès<sup>1,2</sup>, J.C. Simon<sup>3,4</sup>, R. Giovanni<sup>5</sup>, C. Grignani<sup>6</sup>, M. Corson<sup>1,2</sup>,  
P. Durand<sup>1,2</sup> et J.L. Peyraud<sup>7,8</sup>

Le cycle de l'azote est particulièrement complexe dans les exploitations d'élevage (en particulier en production laitière) en raison :

- de la multiplicité des compartiments,
- de la diversité et de l'importance des flux mis en jeu,
- des phénomènes de recyclage,
- des interactions entre facteurs, très divers et variables : pratiques de fertilisation et d'utilisation, type de couvert végétal, caractéristiques des sols et des climats, impacts des animaux au pâturage, etc.

Les travaux menés en stations expérimentales d'élevage en France et en Europe ont permis d'évaluer les pertes de nitrate par lixiviation ainsi que leur variabilité, d'en dégager les facteurs clés explicatifs et prédictifs, et de proposer des indicateurs et des outils d'aide à la décision pour améliorer l'efficacité d'utilisation de l'azote et minimiser ces pertes. Ils ont également permis de progresser dans la modélisation des processus impliqués, à l'échelle annuelle et pluriannuelle (effet des rotations de cultures).

Confrontés aux difficultés de reconquête de la qualité de l'eau dans les régions d'agriculture intensive, les pouvoirs publics, qui avaient d'abord encouragé le raisonnement de l'utilisation des intrants, ont renforcé leur action en imposant des normes sur les moyens de production (quantités maximales d'azote organique par hectare de surface épandable, d'azote total par hectare de surface agricole utile,...). Or, dans certaines situations, l'adoption de ces mesures ne permet pas d'atteindre les objectifs tandis que dans d'autres situations les objectifs de qualité de l'eau peuvent être atteints avec moins de contraintes. C'est particulièrement vrai dans le cas des prairies, pour de nombreuses raisons : elles ont une forte capacité d'absorption d'azote, leur végétation pérenne est capable de prélever de l'azote pendant la période de drainage (automne – hiver), on peut adapter leur mode de gestion pour minimiser les pertes, et elles occupent parfois des sols hydromorphes où l'azote minéral est essentiellement sous forme amoniacale, non lessivable.

Les objectifs de cette communication sont de s'interroger sur la variabilité des processus déterminant les flux d'azote et le risque de lixiviation sous prairies, dans les situations très diverses

---

<sup>1</sup> INRA, UMR1069, Sol Agro et hydrosystème Spatialisation, F-35000 Rennes, France.

<sup>2</sup> Agrocampus Rennes, UMR1069, F-35000 Rennes, France.

<sup>3</sup> INRA, UMR950, Ecologie végétale, agronomie et nutrition, F-14000 Caen, France.

<sup>4</sup> Université de Caen, F-14000 Caen, France.

<sup>5</sup> Chercheur honoraire, F-35 Le Rheu, France.

<sup>6</sup> Università di Torino, Dip. Agronomia Selvicoltura e Gestione del territorio, V. L. da Vinci 44, I- 10095 Grugliasco, Italie.

<sup>7</sup> INRA, UMR1080, Production du lait, F-35000 Rennes, France.

<sup>8</sup> Agrocampus Rennes, UMR1080, F-35000 Rennes, France.

rencontrées dans la pratique agricole, et de proposer une réflexion sur les leviers d'action et sur les outils d'aide à la décision nécessaires pour permettre une meilleure efficacité en termes de réductions des flux de polluants, et plus particulièrement de nitrate.

Les connaissances sur les flux d'azote et leur déterminisme ont beaucoup progressé à l'échelle de la parcelle. La lixiviation de nitrate est quasi nulle en prairies de fauche pour des fertilisations compatibles avec le potentiel de production. En prairies pâturées, le meilleur indicateur annuel du risque de lixiviation est le chargement (qui intègre assez bien la fertilisation). La première cause de variabilité de la relation chargement - lixiviation est le degré d'hydromorphie des sols (azote minéral sous forme d'ammonium non lessivable, dénitrification importante). L'impact de la période d'apport d'azote (fertilisation ou pissats) par rapport aux possibilités de prélèvement des plantes ou d'immobilisation par la biomasse microbienne du sol est majeur, les effets de la composition botanique ou de l'âge de la prairie étant beaucoup moins significatifs. En parallèle, la nutrition équilibrée des animaux est mieux maîtrisée.

Les risques de lessivage induits par la destruction de la prairie dans les rotations prairie – cultures, fréquentes dans les systèmes d'élevage laitier intensifs, sont maintenant bien caractérisés. Ils varient également de façon importante, mais aucun facteur simple n'a pu être dégagé qui explique cette variabilité (bilans N cumulés, âge, matière organique des sols ou de la biomasse microbienne, quantité de résidus végétaux, ...) pour tous les sites. Des suivis à long terme sont indispensables pour caractériser le stockage d'azote dans les sols en rotations prairie – culture, incluant des prairies permanentes.

La qualité de l'eau dans les cours d'eau dépend aussi des transferts et transformations du nitrate entre sous-sol et rivière. Les investigations à l'échelle des bassins versants sont menées dans des observatoires avec une double démarche d'expérimentation-mesure et modélisation. Un exemple de simulation agro-hydrologique, à cultures et pratiques données, illustre l'effet de la diversité des sols (profondeur variable, hydromorphie) et de la variabilité du climat sur la teneur en nitrate de l'eau à l'exutoire d'un bassin-versant.

Si on arrive à simuler les quantités de nitrate lixiviées en fonction des pratiques agricoles et du milieu physique, il est possible de préconiser des modes de gestion permettant de préserver la qualité de l'eau. Par contre, on sait mal intégrer ces contraintes sur les choix tactiques de l'éleveur, dont l'objectif premier est de sécuriser la nourriture du troupeau. Les risques et bénéfices des différents systèmes fourragers, plus ou moins basés sur l'herbe, doivent se raisonner de façon globale, en intégrant les contraintes de son exploitation. L'évaluation de leurs performances environnementales « azote » doit intégrer l'ensemble des stockages et pertes à l'échelle des exploitations.

Des progrès importants ont été réalisés depuis la mise en oeuvre de la Directive Nitrates, et beaucoup de connaissances sont maintenant disponibles pour optimiser les pratiques de gestion des prairies et minimiser les risques de pertes. Des outils sont en cours de développement pour aider à améliorer la gestion de l'azote (certains intégrant d'autres critères) au niveau de l'exploitation (bilans apparents, Analyse de cycle de vie) ou du bassin versant (modèles agro-hydrologiques...). La mise en oeuvre de modèles de flux d'azote (et autres éléments majeurs) couplant les échelles parcelle - exploitation et bassin versant est actuellement un objectif de recherche prioritaire. Ces études transdisciplinaires devraient permettre de devancer de nouvelles normalisations et donc d'anticiper beaucoup mieux la nécessaire adaptation des systèmes de production agricole à un contexte changeant.