

METHODES D'ETUDE DES FUITES EN AZOTE SOUS PARCELLE AGRICOLE DANS LA PLAINE D'ALSACE : PEUT-ON SE PASSER DE LA MODELISATION ?

BURTIN Marie-Line, RAPP Olivier – Association pour la Relance Agronomique en Alsace
JORDAN-MEILLE Lionel – ENITA de Bordeaux

Depuis 2002, l'Association pour la Relance Agronomique en Alsace a mis en place un observatoire des fuites de nitrates de 29 parcelles agricoles vers les eaux souterraines, dont l'objectif est de connaître la qualité des eaux produites par différents systèmes de cultures dans la plaine d'Alsace, compte tenu de la sensibilité des différents types de sols (sols caillouteux à limono-argileux) au risque de lixiviation des nitrates. A terme, il doit permettre d'élaborer un outil simple de prédiction de cette qualité.

Le protocole de mesures consiste en l'analyse de la teneur en nitrates de l'eau prélevée à 1m de profondeur à l'aide de bougies poreuses. Ces mesures permettent, grâce à un bilan hydrique, de déterminer la lame d'eau drainante, la quantité d'azote perdu et la teneur moyenne en nitrates de la lame d'eau qui a quitté les parcelles. Par ailleurs, les pratiques agricoles sont enregistrées et des mesures de reliquats d'azote dans le sol et d'azote absorbé par la culture sont réalisées.

L'analyse de la BDD de résultats ainsi constituée permet le croisement de 4 grandes modalités (conditions climatiques X type de culture X type de sol X pratiques agricoles incluant le type de fertilisation, le type de précédent, l'existence ou non d'interculture ...). **L'objectif de la présente communication est de soumettre l'analyse de cette BDD à plusieurs outils d'analyse statistique et d'en discuter la pertinence.**

1) Statistique descriptive classique (comparaisons de moyennes)

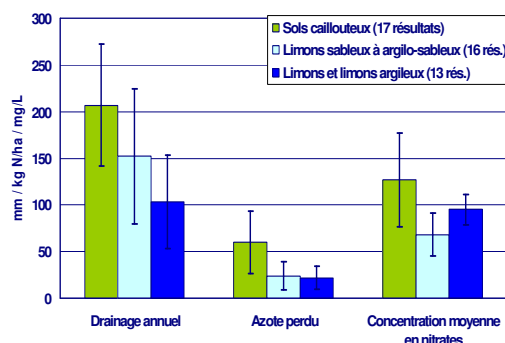
Il s'agit de mettre en relation un facteur explicatif avec un résultat mesuré sur la qualité de l'eau. Outre que cette méthode risque de produire des conclusions aberrantes agronomiquement si elle est utilisée sans discernement, elle conduit à des résultats entachés d'une forte variabilité (Figure 1), ce qui limite beaucoup leur puissance prédictive.

2) La Classification Hiérarchique en Composantes Principales

Il s'agit de créer une typologie des parcelles sur la base de variables explicatives indépendantes, ce qui permet une analyse plus globale de l'impact des systèmes de culture sur la qualité de l'eau. Mais cette approche ne permet pas de discriminer le rôle de chaque variable dans l'élaboration de la qualité de l'eau et se heurte toujours à l'effet dominant des variables pédologiques sur les systèmes de cultures.

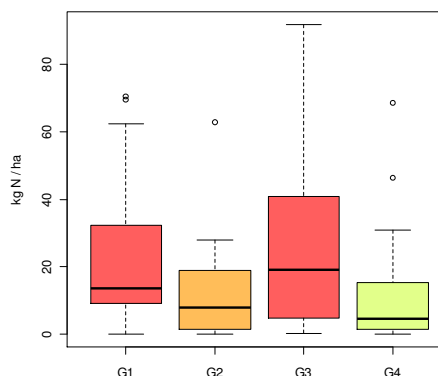
A titre d'illustration (Figure 2), le groupe G3 représente les parcelles recevant une fertilisation N ajustée, également caractérisées

Figure 1 - Rôle du type de sol sur les fuites d'eau et d'azote - Sols nus après maïs



par des sols nus l'hiver et une RU intermédiaire et le groupe G4 les cultures de céréales recevant des amendements organiques et en rotation avec des engrais verts.

Figure 2 - Pertes en azote sur la période hivernale, selon les groupes créés



3) La modélisation linéaire pas à pas

consiste à partir d'un modèle comprenant un grand nombre de variables explicatives, puis à éliminer une à une les variables les moins pertinentes afin d'obtenir le modèle linéaire le plus explicatif possible, avec un nombre de variables restreint.

A titre d'illustration (Tableau 1), la prédiction de la teneur moyenne en NO_3^- sur la période hivernale suit le modèle suivant : $Y = a+b+c+1,34$. Compte tenu de la méthode employée, les coefficients de l'équation ne donnent pas d'indication sur le poids des différentes variables explicatives. Le modèle a un coefficient de détermination de 0,36.

Tableau 1- Modèle linéaire de prédiction de la teneur en NO_3^- sur la période hivernale

| Variables explicatives | Modalités | Coefficients |
|---|--------------|--------------|
| Classe de réserve utile du sol Variable a | ≤ 60 mm | 0 |
| | 60-100 mm | -0,01068 |
| | >100 mm | -0,25173 |
| Présence d'une interculture Variable b | Oui | -0,35169 |
| | Non | 0 |
| Drainage en sortie d'hiver Variable c | <50 mm | 0 |
| | 50-100mm | 0,58915 |
| | 100-150mm | 0,79474 |
| | >150 mm | 0,61241 |

4) L'arbre de régression est une méthode statistique qui permet d'expliquer l'effet de variables quantitatives et/ou qualitatives sur une variable réponse quantitative. Cette méthode segmente la population des individus en sous-populations de plus en plus fines, les plus homogènes possible vis-à-vis de la variable à expliquer. Chaque division successive est basée sur une des variables explicatives. Pour être réellement opérationnelle, cette méthode nécessite un jeu de données pour la création de l'arbre et un autre pour sa validation. Le nombre de nos résultats est insuffisant pour parfaitement remplir ces conditions.

Perspectives

Ces méthodes statistiques, si elles apportent des réponses sur la hiérarchie des facteurs, atteignent rapidement leurs limites en termes de prédiction car elles sont forcément restreintes aux situations réelles et contraintes par l'impossibilité de tester toutes les combinaisons de variables. Un nombre trop faible de données limite également leur utilisation. La forte dépendance des systèmes de culture aux types de sol limitent encore plus la portée de nos interprétations.

Seule une approche basée sur la modélisation des systèmes de culture permettrait d'aboutir à l'objectif initial du projet de prédiction de la qualité de l'eau, à partir de scénarii climatiques et culturels. Dans ce cas-là, la base de données serait utilisée pour le calibrage du modèle et sa validation. Des collaborations sont recherchées pour mener à bien ces travaux.

Mots-clés : Nitrate, Azote, lixiviation, drainage, infiltration, bougies poreuses, concentration, statistiques, modélisation

Les auteurs remercient les étudiants de l'ENITA de Bordeaux AARNINK Eudes, BARON Pierre, CORFDIR Vincent, PUGEAUX Nicolas, TROTIN Vincent, qui ont exploré ces méthodes statistiques dans le cadre de leur projet professionnel.