

# Que devient l'azote du lisier après l'épandage?

(DEUXIÈME PARTIE)

Une première étude, publiée en avril 2002 (*Porc Québec*, vol. 13, n° 1, pages 63-65), rapportait le développement d'une méthode qui permet d'établir au champ un bilan agroenvironnemental réel de l'azote provenant des épandages de lisier de porc. Les résultats d'une seconde étude de deux ans utilisant cette méthode permettent de dire que le lisier de porc appliqué en postlevée du maïs-grain, à des doses variant entre 85 et 95 kg/ha d'azote total, est aussi efficace et pas plus à risque que l'utilisation d'un engrais minéral dans ces mêmes conditions.

Bien que cette question soit cruciale, suivre le devenir de l'azote du lisier dans l'agro-écosystème n'est pas chose facile parce que, une fois épandu, l'azote du lisier se confond avec les autres sources d'azote (fertilisants, résidus de culture, réserve du sol). Les chercheurs d'Agriculture et Agroalimentaire Canada ont mis au point une méthode d'enrichissement isotopique (voir définition ci-contre) de l'azote du lisier qui permet de le distinguer des autres sources du sol, de suivre son devenir dans la plante et le sol, et d'en mesurer les pertes environnementales réelles.

La méthode d'enrichissement isotopique a été utilisée, lors d'une expérience réalisée en 2003 et 2004, pour des applications de lisier de porc en postlevée du maïs-grain (stade 4 à 6 feuilles) à des doses variant entre 85 et 95 kg/ha sur une base d'azote total (le maïs recevait aussi 30 kg/ha d'azote sous forme de 34-0-0 au semis). Cette expérience a été conduite sur un loam sableux de la série St-Pacôme (Brunisol dystrique) et une argile lourde de la série Kamouraska (Gleysol humique) afin de vérifier comment le type de sol influence le devenir de l'azote du lisier. Le lisier a été incorporé superficiellement dans les pre-

miers cinq cm de sol au moment de l'application afin de limiter la volatilisation d'ammoniac. Ainsi, l'enrichissement isotopique du lisier a permis de mesurer le coefficient réel d'utilisation (voir définition ci-dessous) de l'azote du lisier en première année (effet direct) et en deuxième année (arrière-effet) suivant l'épandage et d'étudier le devenir de l'azote du lisier dans l'agroenvironnement.

## L'INFLUENCE DU TYPE DE SOL

En moyenne, le maïs a prélevé 24 % de l'azote du lisier appliqué en postlevée sur sol argileux, contre 41 % sur sol sableux (figure 1). En général, un tiers de l'azote prélevé par le maïs a été retourné au sol sous forme de résidus de culture et le reste a été exporté dans le grain récolté, soit 16 % de l'azote du lisier appliqué sur sol argileux et 28 % sur sol sableux.

La deuxième année de culture, un lisier de porc ordi-

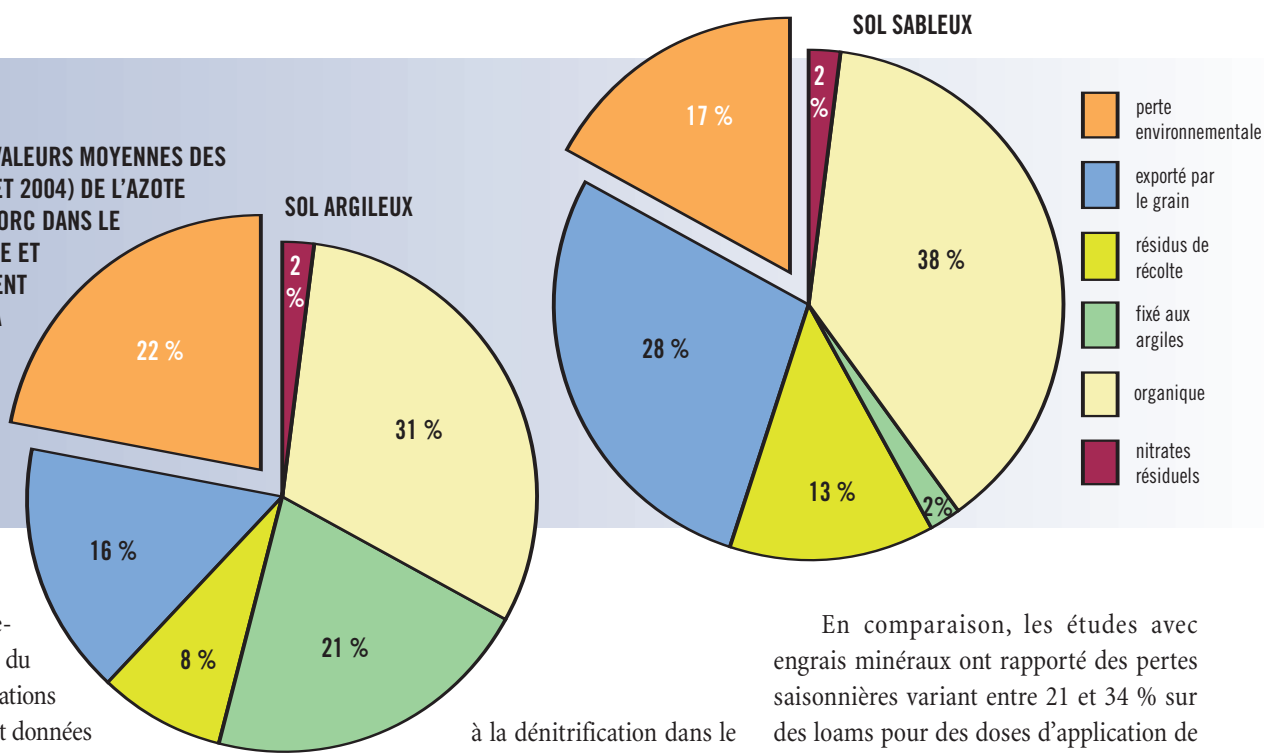
naire (sans enrichissement isotopique) a été appliqué sur les parcelles de maïs afin de pouvoir mesurer l'arrière-effet du lisier apporté l'année précédente. Le coefficient réel d'arrière-effet a été de 13 et 18 %, respectivement pour le sol argileux et le sol sableux. La différence marquée entre les deux sols dans la proportion d'azote utilisée par le maïs montre à quel point le type de sol peut influencer la disponibilité de l'azote du lisier. Dans le cas présent, le sol argileux a eu un effet dépressif

## ENRICHISSEMENT

**ISOTOPIQUE:** technique qui permet d'augmenter la concentration de l'isotope stable azote-15 (non radioactif) dans un engrais azoté organique ou minéral, et de suivre son devenir dans l'agroécosystème (air, eau, sol, plante) à l'aide d'outils de repérage très sensibles.

**COEFFICIENT RÉEL D'UTILISATION:** en agriculture, on évalue généralement l'efficacité d'utilisation d'un fertilisant par différence de prélèvement entre une parcelle fertilisée et une autre non fertilisée, appelée parcelle témoin. Ces coefficients sont appelés coefficients apparents ou coefficient relatif d'utilisation. Ces coefficients apparents sont très variables d'une année à l'autre parce que les rendements de la parcelle témoin sont fortement influencés par les conditions climatiques. Le coefficient réel d'utilisation d'un fertilisant est déterminé à l'aide de la technique d'enrichissement isotopique, qui permet de mesurer directement dans la parcelle fertilisée le degré de prélèvement de la source d'azote enrichie; dans le cas présent, le lisier de porc.

**FIGURE 1**  
**RÉPARTITION (VALEURS MOYENNES DES SAISONS 2003 ET 2004) DE L'AZOTE DU LISIER DE PORC DANS LE SOL, LA CULTURE ET L'ENVIRONNEMENT JUSTE APRÈS LA RÉCOLTE DE MAÏS**



sur le prélèvement de l'azote du lisier. Des explications à cet effet seront données dans la section suivante.

On peut se demander comment les coefficients réels d'utilisation du lisier de porc mesurés ici se comparent à ceux obtenus avec d'autres sources d'azote. Certaines études menées dans le nord-est des États-Unis ont utilisé le principe d'enrichissement isotopique pour déterminer le coefficient réel d'utilisation d'engrais minéraux azotés par le maïs-grain, appliqués à la volée à des doses variant de 67 à 150 kg/ha d'azote sur des loams. Les coefficients réels rapportés dans ces études varient de 19 à 35 % en première année. Les coefficients rapportés pour deux autres études au Québec ont varié de 28 à 57 % pour des doses allant de 120 à 180 kg/ha d'azote. D'autre part, deux études menées aux États-Unis avec du fumier de bovins laitiers rapportent des coefficients réels d'utilisation variant entre 10 et 18 %. Les coefficients obtenus dans notre étude avec du lisier de porc sont donc comparables à ceux rapportés pour des engrais minéraux et supérieurs à ceux du fumier de bovins laitiers.

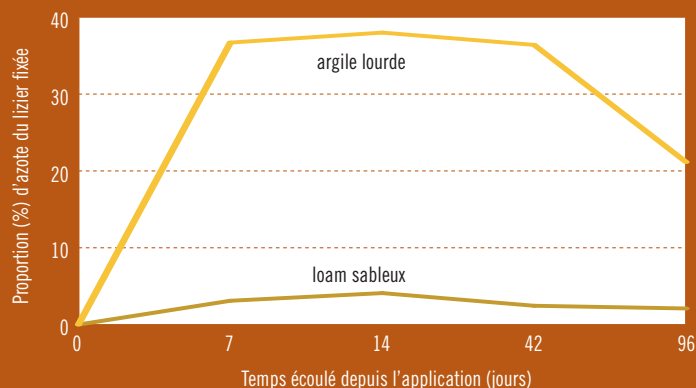
#### RÉPARTITION DE L'AZOTE

Les pertes mesurées dans notre étude seraient attribuables en bonne partie à la volatilisation d'ammoniac dans les jours suivant l'épandage de lisier, mais aussi au lessivage des nitrates dans le sol sableux et

à la dénitrification dans le sol argileux. Les pertes moyennes d'azote du lisier, entre l'épandage en postlevée et la récolte du maïs, ont été de 22 % de l'azote appliqué en sol argileux et de 17 % en sol sableux (figure 1).

En comparaison, les études avec engrais minéraux ont rapporté des pertes saisonnières variant entre 21 et 34 % sur des loams pour des doses d'application de 100 à 150 kg/ha d'azote. Les pertes mesurées ici sont donc similaires ou même légèrement inférieures à celles rapportées pour des engrais minéraux appliqués au maïs en postlevée.

**FIGURE 2**  
**PROPORTION (VALEURS MOYENNES DES SAISONS 2003 ET 2004) D'AZOTE DU LISIER**  
**RETROUVÉE FIXÉE SUR LES ARGILES D'UN LOAM SABLEUX ET D'UNE ARGILE LOURDE EN**  
**FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ DEPUIS L'APPLICATION EN POSTLEVÉE DU MAÏS**



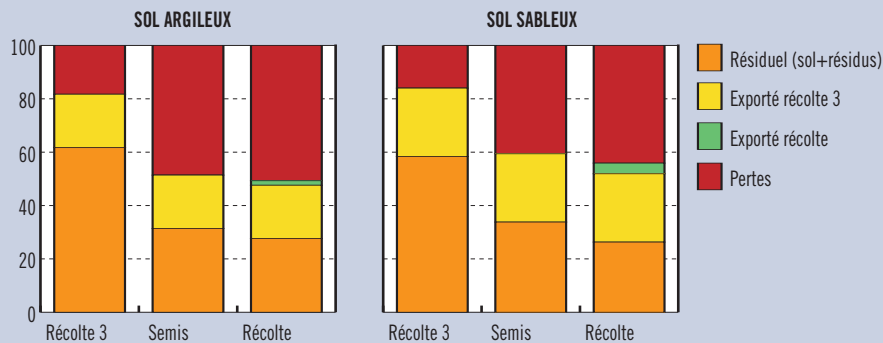
Une fois appliqué au champ, l'azote du lisier peut se retrouver principalement sous forme d'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) échangeable ou fixé sur les argiles (forme peu disponible pour les plantes), de nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ), ou sous forme organique. La

méthode d'enrichissement isotopique permet de déterminer la proportion de l'azote du lisier qui se retrouve sous chacune de ces formes et ainsi d'évaluer l'influence qu'a le sol sur la disponibilité de l'azote du lisier.

Dans notre étude, la proportion d'azote du lisier se retrouvant fixée sur les argiles a été beaucoup plus élevée dans le sol argileux que dans le sol sableux tout au cours de la saison de croissance (figure 2). Le phénomène de la fixation sur les argiles touche exclusivement l'azote ammoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ) et survient rapidement dans les premiers jours suivant un épandage. Au moment de l'épandage, la forme ammoniacale représente 60 à 70 % de l'azote total du lisier de porc et constitue l'azote le plus disponible. Par conséquent, une fixation importante de l'azote ammoniacal sur les argiles peut réduire significativement la quantité d'azote disponible provenant du lisier. Dans notre étude, la quantité moyenne d'azote du lisier fixée sur les argiles a été jusqu'à 15 fois plus élevée dans le sol argileux que dans le sol sableux (figure 2). Ceci explique donc en bonne partie que les coefficients réels d'utilisation de l'azote du lisier par le maïs aient été environ deux fois moins élevés dans le sol argileux (24 %) que dans le sol sableux (41 %). Au moment de la récolte du maïs, il se trouvait encore dix fois plus d'azote du lisier fixé sur les argiles dans le sol argileux que dans le sol sableux. Ce phénomène devrait être étudié plus en détail car il peut avoir des répercussions sur la disponibilité de tout engrais de type ammoniacal.

Après la récolte, l'azote résiduel du lisier est la somme de l'azote présent dans le sol (fixé, organique et minéral) et dans les résidus de culture retournés au sol. Plus de la moitié de l'azote du lisier appliqué en postlevée se retrouvait sous forme résiduelle juste après la récolte de maïs (figure 1). Dans les deux types de sol, environ 2 % de l'azote du lisier se retrouvait sous forme de nitrates résiduels, alors que 39 à 51 % était sous forme organique (somme de l'azote organique du sol et des résidus de culture) et fixé aux argiles. L'azote résiduel apparaît donc peu propice aux pertes environnementales. Pourtant, la quantité d'azote résiduel du lisier a considérablement diminuée entre la récolte de maïs de 2003 et le semis du printemps 2004 (figure 3). Ceci laisse donc supposer que l'azote résiduel n'était pas très stable et qu'il peut être remis

**FIGURE 3**  
**RÉPARTITION DE L'AZOTE RÉSIDUEL DU LISIER DE PORC DANS LE SOL**  
**(SOL + RÉSIDUS DE RÉCOLTE), LE GRAIN (EXPORTÉ) ET L'ENVIRONNEMENT (PERTES)**  
**POUR UN LISIER DE PORC APPLIQUÉ EN POSTLEVÉE DU MAÏS**  
**SUR UNE ARGILE LOURDE ET UN LOAM SABLEUX**



en disponibilité rapidement après la récolte. De plus, comme cette baisse d'azote résiduel est survenue au cours de la période sans végétation, elle a vraisemblablement contribué à augmenter les pertes environnementales. Pour l'instant il n'y a pas d'autres études comparables de suivi de l'azote résiduel. Il est donc impossible de dire si la baisse d'azote résiduel mesurée ici au cours de la période hivernale est similaire ou non à d'autres sources d'azote.

L'azote résiduel du sol a aussi diminué entre le semis et la récolte de maïs de 2004, mais de façon beaucoup moins prononcée qu'au cours de l'hiver précédent (figure 3). De plus, la diminution de l'azote résiduel du sol durant cette période est majoritairement attribuable au prélèvement par la culture de maïs. Les pertes environnementales associées à la baisse d'azote résiduel du sol, entre la première et la seconde récolte de maïs, seraient donc essentiellement survenues au cours de la période sans végétation. Les études se poursuivront sur cet aspect afin de déterminer si on peut réduire ces pertes hivernales par certaines pratiques culturales et de travail du sol.

#### **ENGRAIS MINÉRAL ET LISIER : MÊME COMPORTEMENT**

La méthode d'enrichissement isotopique de l'azote du lisier a permis de le distinguer des autres sources d'azote du sol. Nous avons ainsi pu établir un bilan agro-

environnemental, en conditions réelles de champ, pour l'azote d'un lisier appliqué en postlevée du maïs à des doses variant entre 85 et 95 kg/ha d'azote total. Nous avons pu mettre en évidence le phénomène de fixa-

tion de l'azote ammoniacal par les argiles. Celui-ci semble être important dans certains sols argileux et a induit une baisse significative de la disponibilité de l'azote du lisier, qui s'est traduite par des coefficients réels d'utilisation environ 50 % moins élevés en sol argileux qu'en sol sableux.

Les coefficients réels d'utilisation de l'azote du lisier par le maïs obtenus dans la présente étude sont semblables à ceux obtenus dans d'autres études pour des engrais minéraux et sont supérieurs à ceux obtenus avec du fumier de bovins laitiers. De plus, les pertes environnementales mesurées entre l'application en postlevée et la récolte du maïs ont été semblables à celles rapportées pour des engrais minéraux appliqués selon les mêmes pratiques. D'un point de vue agronomique et environnemental le lisier de porc, incorporé en postlevée du maïs, semble donc se comporter de façon très similaire à un engrais minéral. ✂