

# CASCADE DE L'AZOTE : ENJEUX POUR LA FERTILISATION

---

Pierre CELLIER

UMR INRA/AgroParisTech Environnement et Grandes Cultures, Thiverval-Grignon

## Résumé

Facteur essentiel de la productivité végétale et de la production agricole, l'azote en a longtemps été un facteur limitant. La découverte du procédé Haber-Bosch, au début du 20<sup>e</sup> siècle a complètement changé ce contexte. On est passé d'une situation de relative pénurie où cultures et élevage étaient étroitement associés à une situation d'excédents dans de nombreuses situations. Mais ce n'est que dans la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle qu'on a commencé à se préoccuper des problèmes environnementaux liés aux fuites d'azote dans les systèmes de production agricole vers les autres compartiments de l'environnement. Les travaux visant à quantifier des flux d'azote à l'échelle de territoires plus ou moins grands sont en effet apparus au début des années 1980, en lien avec d'une part, les « pluies acides » ou plus exactement les effets acidifiants des dépôts atmosphériques de composés soufrés ou azotés, et d'autre part, la pollution nitrique des milieux aquatiques. En France, on s'est longtemps focalisé sur la deuxième question, alors que les pays d'Europe du Nord, réceptacles des dépôts atmosphériques se préoccupaient fortement des émissions et dépôts d'ammoniac et d'oxydes d'azote. Plus récemment, la question du changement climatique, donc des émissions de gaz à effet de serre, a pris une place importante dans le débat public.

Pour ce qui concerne l'agriculture, les principaux composés concernés sont le nitrate, l'ammoniac et le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), l'un des gaz à effet de serre majeurs avec le CO<sub>2</sub> et le CH<sub>4</sub>. En France, l'agriculture représente plus de 50% des pertes de nitrate, 95% des émissions d'ammoniac (avec une contribution très majoritaire de l'élevage) et plus de 80% des émissions de N<sub>2</sub>O. Pour vraiment prendre en compte ces émissions vers l'atmosphère et les hydro-systèmes, leur importance quantitative et leurs impacts, il est nécessaire de dépasser le cadre de la parcelle agricole ou de la prairie où l'azote est apporté et de considérer des échelles ou niveaux d'organisations tels que l'exploitation agricole, le bassin versant, le paysage ou la région, voire le continent. En effet, le devenir des composés azotés gazeux dans l'environnement comprend toute une cascade de transferts, transformation et impacts. L'un des plus significatifs est constitué par les émissions indirectes de protoxyde d'azote, résultant du transfert atmosphérique et dépôt d'ammoniac ou d'oxydes d'azote sur les écosystèmes naturels et/ou du transfert hydrologique de nitrate vers les zones humides où les conditions physicochimiques sont souvent plus favorables à la dénitrification que sur les parcelles agricoles elles-mêmes.

La complexité de la question des émissions de composés azotés gazeux, incluant la multiplicité des formes de l'azote, des acteurs concernées et des impacts, nécessite donc de considérer tout un ensemble d'échelle, dont les principales sont celles de la parcelle (lieu où se produisent les fuites directes vers l'atmosphère suite aux apports d'engrais azotés), du petit bassin versant ou de l'unité de paysage (impact des émissions sur leur environnement proche), l'échelle nationale à continentale (transferts à longue distance de polluants atmosphérique induisant des phénomènes d'acidification et d'eutrophisation des milieux) et l'échelle globale (émissions de N<sub>2</sub>O et interactions avec la formation ou la séquestration d'autres composés à effet de serre).

Les pertes de composés azotés depuis le système de production agricole sont donc devenues un enjeu important pour les politiques publiques, dans la mesure où elles causent directement ou indirectement tout un ensemble d'impacts sur la santé humaine et sur l'environnement, avec des coûts pour la société qui dépasseraient peut-être les bénéfices liés à l'utilisation de l'azote en agriculture. Cela amène les pouvoirs publics à placer aujourd'hui l'azote dans les toutes premières priorités d'action et à questionner l'agriculture sur le contrôle de ces émissions.

On voit bien aussi que tous les processus du cycle biogéochimique de l'azote sont très liés et demandent de traiter les relations azote-environnement de manière globale, notamment en les situant dans le contexte de la gestion de l'azote dans les agrosystèmes. La communauté scientifique, mais aussi, dans une certaine mesure, les politiques publiques, prend de plus en plus conscience de cette nécessité et s'est attaquée récemment à ces enjeux dans différents projets de recherche et d'expertise scientifique à l'échelle européenne.

## Curriculum vitae

Pierre CELLIER



Directeur de Recherche à l'Institut National de la Recherche Agronomique,

à l'UMR INRA-AgroParisTech « Environnement et Grandes Cultures » de Thiverval-Grignon.

Depuis le début des années 90, Pierre CELLIER a initié, avec ses collègues de l'UR en Bioclimatologie (devenue ensuite UMR Environnement et Grandes Cultures), tout un ensemble de travaux sur la partie atmosphérique du cycle de l'azote, s'intéressant aux émissions de gaz à effet de serre (protoxyde d'azote ( $N_2O$ )) et de polluants atmosphériques (ammoniac ( $NH_3$ ) et oxydes d'azote ( $NO$ ,  $NO_2$ ); pesticides; ozone) dans les agroécosystèmes, tant du point de vue de la métrologie (mesure d'émissions et de dépôts) que de la modélisation. Commenant à l'échelle de la parcelle agricole, ces travaux se sont ensuite étendus à l'échelle du paysage et de la région.