

Programme GICC Gestion et Impacts du Changement Climatique
Séminaire scientifique de restitution
11-12 mai 2006, PARIS

Émissions de NO par les sols. Mesures, modélisation...

Dominique Serça¹, Patricia Laville², Matthias Beekmann³, Catherine Hénault⁴, Benoît Gabrielle²,
François Ravetta³, Jérôme Cortinovis¹

Dominique Serça

¹LA Laboratoire d'Aérodologie, Toulouse

²INRA-EGC Environnement et Grandes Cultures, Grignon

³SA Service d'Aéronomie, Paris

⁴INRA-LMS Microbiologie des Sols, Dijon

Ce projet porte sur les échanges biosphère-atmosphère des NO_x (NO+ NO₂) en tant que gaz à effet de serre indirects (précurseurs O₃ troposphérique). Il s'appuie sur quatre laboratoires spécialisés à la fois dans les études à l'interface sol-plante-atmosphère, et dans les études de chimie de l'atmosphère. La méthodologie employée repose sur un ensemble de mesures in situ et en laboratoire destinées à améliorer les paramétrisations des émissions existantes, ainsi qu'à définir de nouvelles paramétrisations adaptées aux agro-écosystèmes rencontrés dans notre pays. Cette étude est complétée avec des outils de modélisation pour évaluer l'impact des émissions sur la chimie de l'atmosphère. Le principal résultat attendu étant l'inventaire des émissions à l'échelle du territoire national.

Les mesures in situ ont permis d'étudier la phénologie des émissions en relation avec les paramètres environnementaux (météorologiques, pédologiques, cultureux) pertinents. Les principaux développements réalisés pendant les deux premières années du projet (2002-2003) ont porté sur les développements méthodologiques des mesures in situ. Deux systèmes complémentaires et intercomparés des mesures de flux de NO ont été développés par le LA et l'INRA-EGC. Ces deux systèmes de mesures ont permis de constituer deux bases de données (deux sites et deux cultures, blé et maïs) d'émissions de NO et de données complémentaires pour la modélisation. Des résultats complets ont été obtenus permettant de dégager des paramétrisations des émissions en fonction de données telles que la température du sol, avec la mise en évidence d'un effet seuil à 10°C, l'humidité du sol, avec des effets de déclenchement des émissions pour des précipitation importantes (>10 mm) suivants les apports d'engrais. Les pertes totales suivant les apports d'engrais ont été estimées, et sont de l'ordre de grandeur (compris entre 0.3 à 2.7%) des pourcentages relevés dans la littérature. Les mesures en laboratoire ont permis d'établir un algorithme des émissions de NO en fonction des trois paramètres principaux que sont la température, l'humidité et la teneur en azote ammoniacal des sols. Cet algorithme adapté et simplifié a été utilisé dans la spatialisation des émissions de NO à l'échelle de la France. Cette spatialisation a été effectuée à l'aide de variables environnementales spatialisées et directement accessibles dans diverses bases de données (ECMWF) ou indirectement à partir d'enquêtes agricoles (quantités d'azote apportées, itinéraires techniques, occupation des sols par type de culture et par région). L'extrapolation spatiale et temporelle des émissions a permis d'aboutir au principal résultat attendu, à savoir l'inventaire des émissions à l'échelle du territoire national pour une année de référence (2002). Cet inventaire a permis de déterminer la contribution des NO_x émis par les sols par rapport aux NO_x totaux, et la proportion de NO_x émis par les sols directement liés à l'utilisation d'engrais. A partir de notre étude portant sur 57% de la SAU en France, et en extrapolant les résultats à l'intégralité des surfaces arables, on trouve que les sols émettraient environ 5% du total des émissions de NO_x. Sur ces 5%, seuls 20%, une quantité relativement

faible au final, seraient liés à l'épandage d'engrais. L'impact de ces émissions sur la chimie de l'atmosphère a été évalué à l'aide du modèle de chimie-transport –CHIMERE. On a trouvé que les émissions biogéniques de NO_x étaient presque partout minoritaires par rapport aux émissions industrielles, d'un facteur 10 en moyenne sur la France. En conséquence, l'impact de ces émissions sur les maxima journaliers d'ozone est relativement limité à l'échelle de l'Europe au mois de juin, mais peut atteindre de 2 à 3 ppb dans certaines régions du centre de la France pour cette même période.