

Gaz à effet de serre

Le pois protéagineux permet d'éviter des émissions de protoxyde d'azote

En se comportant comme une culture non fertilisée, le pois contribue à la réduction des émissions de protoxyde d'azote, gaz à effet de serre puissant dont les productions végétales sont majoritairement responsables. C'est ce que montrent des expérimentations menées par l'Inra avec les instituts techniques des grandes cultures et des chambres d'agriculture.



Les émissions au champ de N₂O sous pois protéagineux apparaissent faibles, à la fois pendant et après la culture, comme pour un colza ou un blé non fertilisés.

(photo p.40) environ tous les 15 jours tout au long de l'année (2 mesures par semaine après les apports d'engrais), avec en parallèle un prélèvement de sol (0-30 cm) pour évaluer les teneurs en azote minéral et en eau. L'ensemble des mesures a été répétées au cours des trois printemps et trois automnes de 2008 à 2010.

ment faibles, se situant entre -4 et +10 g/ha/jour. Mais les résultats, comparables à ceux d'autres expérimentations menées sur ce site apparemment faiblement émetteur en N₂O, montrent des différences statistiquement significatives qui se reproduisent sur les trois campagnes de mesure.

Les essais ont permis d'identifier deux facteurs associés à la dynamique des émissions de N₂O : d'une part la forte disponibilité de l'azote minéral dans le sol à faible profondeur, liée notamment à un apport récent d'engrais azotés, d'autre part les conditions pédo-climatiques favorables (pluies importantes et températures élevées) (figure 1).

Des émissions fonction de l'azote et du couple climat-sol

Les émissions de protoxyde d'azote se sont avérées très variables, à la fois dans l'espace et dans le temps. Elles se sont montrées globale-

Pour la première fois en France, des mesures au champ ont permis de comparer les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) sur des sols occupés par plusieurs grandes cultures dans des conditions pédo-climatiques similaires (1). Cette expérimentation a été réalisée sur huit rotations sur le site de Grignon (Yvelines). Les différentes successions combinaient trois cultures d'hiver : blé, pois protéagineux et colza, avec toutes les répétitions nécessaires. Les mesures d'émissions de N₂O ont été réalisées dans des chambres placées au champ

Les émissions de N₂O directement liées aux apports d'engrais et aux pluies

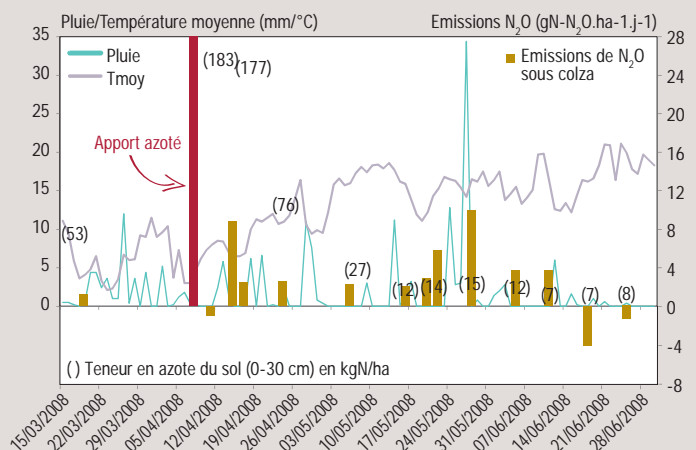


Figure 1 : Émissions de N₂O pendant le printemps 2008 sur un colza fertilisé, pluie, température de l'air et teneur en azote du sol : concordance entre les pics d'émissions et la disponibilité d'azote minéral dans le sol, les pluies importantes et une t° de l'air assez élevée (le bâton rouge indique l'apport azoté début avril).



© M. Klitzinger, ARVALIS-Institut du végétal

Ces résultats expérimentaux confirment l'hypothèse du Giec selon laquelle la fixation azotée symbiotique ne serait pas une source d'émissions de N_2O .

Le pois se comporte comme une culture non fertilisée

Lors des trois campagnes, les émissions de N_2O enregistrées pour le blé et le colza fertilisés se sont ainsi montrées 5 à 10 fois élevées que celles relatives au blé non fertilisé et au pois, qui équivalent essentiellement au niveau d'émission de base des sols (*figure 2*). Les valeurs relevées sous cultures fertilisées variaient au cours du cycle, se montrant plus importantes pendant et surtout après la période d'apport de fertilisant azoté. Le fait que les émissions des sols sous pois se soient avérées identiques à celles sous un blé non fertilisé conforte l'hypothèse adoptée par le Giec (Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat) depuis 2006. Selon celle-ci, le processus de la fixation azotée symbiotique ne serait pas une source d'émissions de N_2O .

Le précédent sans influence notable

De façon assez inattendue, les essais n'ont pas révélé d'effet significatif du précédent cultural sur les émissions au printemps des cultures de blé, colza ou pois. De plus, la culture présente au printemps n'a pas eu d'effet significatif

sur les émissions mesurées à l'automne suivant, très faibles dans tous les cas (*figure 3*). Pourtant, après la récolte, résidus et quantités d'azotes minéral dans le sol différaient largement selon les cultures. Les résidus de culture étaient d'environ 15

à 25 kg/ha après colza et blé non fertilisés contre environ 40 à 60 kg/ha après pois, blé et colza fertilisés. La quantité d'azote minéral dans le sol était significativement plus basse pour le blé non fertilisé et le colza par rapport au blé fertilisé et au pois, sans différence significative au sein de chaque groupe.

Des émissions faibles sous pois comme sous blé non fertilisé

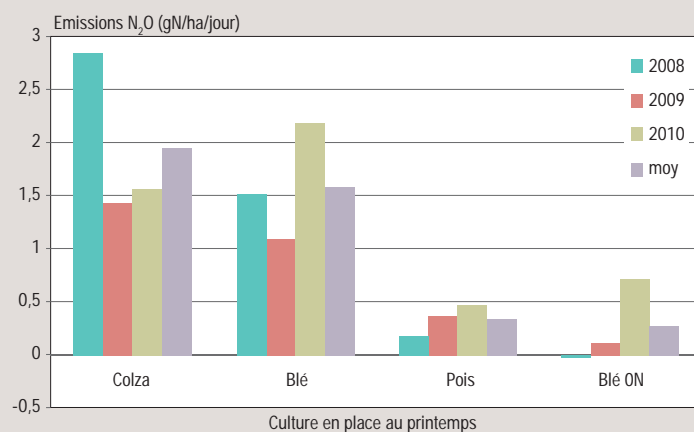


Figure 2 : Comparaison des émissions moyennes journalières (gN/ha/jour) mesurées au printemps pour les différentes cultures pendant chacune des trois années et en moyenne.

Des émissions faibles à l'automne et sans influence significative de la culture du printemps précédent

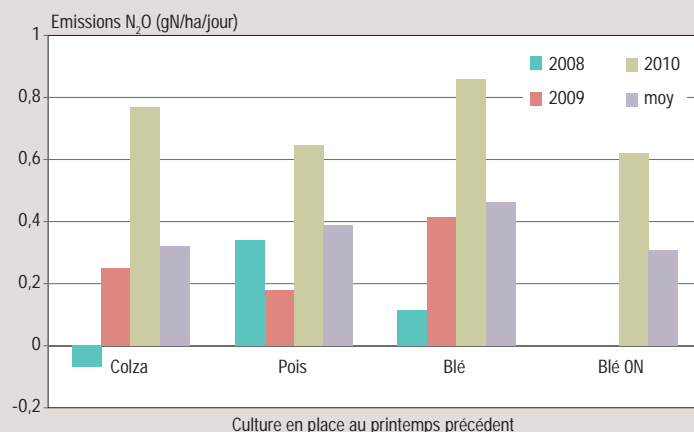


Figure 3 : Les émissions de N_2O au cours de l'automne selon la culture présente au printemps précédent (blé, colza, pois ou blé non fertilisé) et selon les années.

De façon assez inattendue, les essais n'ont pas révélé d'effet significatif du précédent cultural sur les émissions au printemps des cultures de blé, colza ou pois.

1

N₂O : un enjeu crucial pour les productions végétales

Le protoxyde d'azote N₂O (ou oxyde nitreux) est un gaz à effet de serre très puissant : son pouvoir de réchauffement global est 310 fois supérieur à celui du CO₂. En importance, c'est le troisième gaz à contribuer au réchauffement climatique après le dioxyde de carbone CO₂ et le méthane CH₄. Il joue aussi sur la dégradation de la couche d'ozone stratosphérique, qui absorbe la plus grande partie du rayonnement solaire ultraviolet. Or sa concentration s'est accrue de façon très forte depuis la deuxième moitié du XX^e siècle, en grande partie du fait des activités humaines.

En France, chaque année depuis 1990, le principal secteur émetteur est celui de l'agriculture-sylviculture. En 2010, il était responsable de 87 % des émissions de N₂O (191 kt) de la France métropolitaine, hors UTCF (Utilisation des terres, leur changement et la forêt), d'après le dernier inventaire réalisé par le CITEPA (Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique) en 2012. 65 % des émissions de N₂O dues aux activités humaines viennent des sols. Ce gaz est naturellement produit par l'activité microbienne lors des processus de nitrification-dénitrification (première source d'émissions) qui varient en fonction des conditions pédoclimatiques mais aussi des pratiques agricoles. D'après le CITEPA, « les émissions de ce GES sont liées aux apports azotés sur les sols cultivés avec l'épandage des fertilisants minéraux et d'origine animale ». Pour évaluer les émissions anthropiques de N₂O, le Giec (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) propose un calcul basé sur un pourcentage de la dose azotée apportée au champ et un pourcentage de l'azote issu des résidus de culture. Vu l'enjeu, des références françaises sont à multiplier pour mieux comprendre et mesurer ces phénomènes.

20 % d'émissions en moins sur trois ans avec un pois

Les émissions au champ de N₂O sous pois protéagineux apparaissent donc faibles, à la fois pendant et après la culture, comme pour un colza ou un blé non fertilisés. L'estimation à partir de ces mesures en discontinu des émissions globales annuelles liées à une culture et à ses résidus montre que celles sous pois représentent moins d'un quart des émissions sous blé et colza fertilisés. Une succession comportant un pois permettrait donc de réduire de 20 % les émissions de N₂O sur les 3 ans.

Ce bénéfice environnemental fait maintenant l'objet d'une valorisation économique (encadré 2). Il est d'autant plus net si l'on comptabilise aussi en amont l'énergie consommée et les gaz à effet produits (N₂O et CO₂) dans le cadre de la fabrication des engrais azo-

tés. C'est pourquoi la réduction de la fertilisation azotée dans les systèmes de culture est de loin le principal levier pour réduire les impacts liés aux productions végétales sur les GES et l'environnement. ■



Pour chaque cas étudié, les mesures de protoxyde d'azote ont été réalisées à l'aide de 6 chambres carrées ou rondes (surface interne de 0,185 m²) positionnées au sol tout au long du cycle cultural et prolongées de rehausses lorsque le couvert végétal devenait trop haut.

(1) Approche inter-instituts « Pois Colza Blé » (Casdar 7-175) avec UNIP, CETIOM, ARVALIS-Institut du végétal, Chambres d'agriculture (28, 53, 57, 58, 89), INRA, ESA, ART-Zurich.
(2) Pour en savoir plus : Jeuffroy M.H. et al (2012) Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry pea, *Biogeosciences Discussion*.

Anne Schneider
a.schneider@unip.fr

Benoît Carroué

UNIP

Marie-Hélène Jeuffroy, Pierre Cellier

INRA

2

Des services rémunérés par des crédits carbone

Depuis la campagne 2011-2012, cultiver des légumineuses (protéagineux ou autre légumineuses en culture pure) peut rapporter des crédits carbone. C'est en tout cas l'objectif du projet domestique (1) « Insertion de légumineuses dans les rotations agricoles », qui vise à éviter l'application d'engrais azotés sur les terres agricoles françaises. Ce projet rémunère la réduction des émissions au champ de protoxyde d'azote un gaz à effet de serre. Tout hectare supplémentaire de légumineuses mis en place par les agriculteurs par rapport au scénario de référence basé sur la moyenne départementale 2008-2010, donne droit à des Unités de réduction d'émissions (URE). Celles-ci sont ensuite vendues sur le marché carbone. Ce projet, initié et porté par InVivo, regroupe à ce jour neuf coopératives : Cavac, Maisadour, Terrena, Terre du Sud, CapSeine, Sevre et Belle, Dijon Céréales, Vivescia (anciennement Nouricia et Champagne céréales) ainsi qu'EMC2. Le suivi se fait sur les déclarations PAC des agriculteurs envoyées à leurs coopératives respectives, lorsqu'elles sont adhérentes au projet, puis regroupées au niveau national par InVivo.

(1) Via le protocole de Kyoto, le mécanisme français des projets domestiques CO₂ permet de rémunérer les acteurs des secteurs (dont l'agriculture) qui ne sont pas couverts par le système européen d'échange de quotas des émissions de gaz à effet de serre (marché carbone) mais qui engagent volontairement des actions de réduction de leurs émissions.