

éclairages | 16

sur notre futur commun

octobre-décembre 2012

Régulation économique des pollutions azotées et changement d'utilisation des terres agricoles dans le bassin de la Seine

Cyril Bourgeois* et Pierre-Alain Jayet**

|| * Centre Géosciences MinesParisTech et Sisyphe - Université Paris VI

** UMR Économie publique - INRA AgroParisTech

L'activité agricole occupe la plus grande partie des terres du grand bassin versant de la Seine, par ailleurs très peuplé : 7 des 9 millions d'hectares du bassin sont en terres agricoles (cultures et prairies). Comme toute activité humaine, l'agriculture est source de pollutions. Parmi ces pollutions, nous nous intéressons ici aux pertes d'azote sous différentes formes : nitrate transféré par écoulement de surface et par lixiviation¹, protoxyde d'azote issu des processus de nitrification-dénitrification, ammoniac issu de la volatilisation. Les pertes sous forme de nitrate affectent à la fois les rivières et les nappes, avec conséquences sur l'environnement et la santé, tandis que les émissions de protoxyde d'azote, gaz à effet de serre à fort pouvoir radiatif, contribuent au changement climatique.

Autrement dit, si les gaz à effet de serre sont à l'origine d'une externalité² globale, la pollution des nappes par les nitrates a des effets externes affectant au premier chef les populations nombreuses, consommatrices des eaux qui en sont extraites.

Les instruments de régulation

Ces externalités nécessitent d'être régulées et sont à l'origine de législations nationales et de directives européennes. Parmi ces dernières, la directive >>>

1. Percolation de l'eau à travers le sol, avec dissolution des matières solides qui y sont contenues.
2. Effet secondaire d'une activité de production ou de consommation, dans lequel l'interaction entre l'émetteur et le récepteur de cet effet n'est pas associée à une transaction économique.

nitrate³ et la directive-cadre sur l'eau⁴ engagent les États à maintenir à terme une qualité minimale du milieu. Un seuil de 50 milligrammes de nitrate par litre (mgNO₃/l) devrait être respecté pour les masses d'eau, ce qui est évidemment plus contraignant que de garantir un tel seuil au seul niveau de la distribution. Le seuil est susceptible d'être abaissé à 35 mgNO₃/l, accroissant ainsi fortement le coût marginal de réduction des pertes d'azote sous-racinaire à l'origine de l'une des principales pollutions d'origine agricole.

Les instruments économiques existent, pour réguler les effets externes. Les instruments dits de « premier rang » comme une taxe sur les pertes atmosphériques et sous-racinaires, offrent la solution la moins coûteuse pour atteindre un objectif donné. Ils ont théoriquement pour effet de ramener la pollution à un niveau tel que le coût marginal de réduction égale le dommage marginal occasionné par la pollution, mais ils sont en général difficiles à mettre en œuvre. Ils le sont en particulier du fait qu'émergent dans la réalité de nombreux problèmes de vérification et de contrôle tant des pollutions que du comportement des pollueurs. On s'intéresse alors à des instruments de « second rang » tels que la taxation des intrants.

Ces instruments de second rang ne ciblent plus directement les pollutions mais les facteurs qui sont supposés en être la cause. Ils permettent de limiter les problèmes de contrôle et de vérification, mais ils s'éloignent de la solution optimale pour plusieurs raisons. La première c'est qu'en taxant les engrais minéraux (échangés sur les marchés et donc taxables aisément), on « oublie » les autres apports d'azote tels que les apports organiques. La deuxième vient du fait que des risques d'effet de « fuite » pénalisent l'utilisation de ces instruments, car les pertes naturelles d'azote – très hétéro-

gènes selon les cultures, les pratiques et les sols – ne sont pas directement taxées. Enfin, l'instrument unique est incapable de viser plusieurs cibles ; or, les pertes d'azote sont multiples et dépendantes des associations sol-pratique-culture.

On peut illustrer l'effet de fuite par le fait qu'une taxation sur les engrais entraîne un changement d'usage des sols d'autant plus éloigné de l'optimalité que les pertes naturelles sont importantes. C'est notamment le cas pour les pertes sous forme nitrate, alors que, parmi les trois principales catégories de pollutions azotées, celles-ci présentent les coûts de réduction les plus élevés. Une solution peut être d'associer taxe sur les engrais et subvention sur les cultures entraînant de faibles pertes d'azote, et parmi ces cultures, des plantes pérennes comme le miscanthus⁵. **Le problème est alors de déterminer le couple subvention/taxe permettant d'atteindre au moindre coût un objectif donné de réduction :** la subvention est offerte aux cultures réputées les moins sujettes aux pertes d'azote, et la taxe pèse sur les intrants azotés consommés par les cultures les plus exigeantes en azote (sans être pour autant les plus polluantes).

Deux scénarios à l'échelle du bassin de la Seine

Nous donnons ici quelques éléments de comparaison en partant de deux scénarios contrastés utilisés par la modélisation⁶ :

■ En « premier rang », nous étudions l'impact d'une taxation portant sur les pertes azotées à hauteur de 6,25 € par tonne d'azote sous-racinaire perdue à l'hectare [scénario 1]. Rapportée au prix moyen de l'azote et compte tenu des

pertes moyennes sous forme nitrate, cette taxe correspond à un doublement du prix pour le producteur.

■ En « second rang », nous introduisons une taxe, portant sur l'engrais minéral azoté acheté, de 40 % du prix de l'engrais, couplée à une subvention du miscanthus à hauteur de 250 € par hectare [scénario 2]. Il convient de noter que nous avons retenu des valeurs de paramètres très favorables envers le miscanthus (rendements et prix) dans ce dernier scénario et tout naturellement les résultats et leur interprétation en dépendent.

Ces deux scénarios sont choisis pour conduire à une réduction similaire des pertes azotées sous forme nitrate (27 % pour le scénario 1 et 28,5 % pour le scénario 2) à l'échelle des huit régions couvrant le bassin de la Seine, cependant leurs impacts diffèrent fortement en termes de marge brute, d'allocation des terres agricoles et de pollution autre que les pertes d'azote sous-racinaires.

Le scénario 1 pénalise le plus les agriculteurs quand le produit de la taxe environnementale ne leur est pas restitué forfaitairement. En considérant la marge brute augmentée de la restitution nette des taxes et

3. Directive n° 91/676/CEE du 12/12/1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles, *Journal officiel des Communautés européennes* (JOEC) du 31/12/1991.

4. Directive n° 2000/60/CE du 23 octobre 2000, JOEC du 22 décembre 2000.

5. Graminée rhizomateuse pérenne présentant un important potentiel de production de biomasse.

6. Le modèle utilisé est le modèle d'offre agricole AROPAJ, représentant le fonctionnement agro-économique d'un ensemble d'exploitations agricoles, et calibré à l'échelle régionale [Cantelaube P., Jayet P.A., Carré F., Bamps C., Zakharov P. (2012), « Geographical downscaling of outputs provided by an economic farm model calibrated at the regional level », *Land Use Policy*, vol. 29, p. 35-44]. Ce modèle a été l'un des supports de la thèse de Cyril Bourgeois (Bourgeois, 2012).

● *Variation en pourcentage rapportée à l'état initial, ou à la SAU pour les surfaces*

Scénario	1	2
Marge brute agricole	-10,1	-2,9
Marge brute et recette fiscale nette	-1,4	-2,4
Émission N2O	-15,5	-36,1
Émission NO3	-27,0	-28,5
Émission NH3	-20,5	-35,9
Consommation engrais minéraux de synthèse	-8,3	-37,2
Surface : blés	-19,5	-25,0
Surface : orges	-2,0	-12,0
Surface : autres céréales	2,4	-2,8
Surface : maïs	-7,6	-3,7
Surface : betterave et pomme de terre	-0,1	-1,3
Surface : colza	-7,8	-10,6
Surface : tournesol	2,6	-0,4
Surface : autres cultures et fourrages	5,5	2,2
Surface : friche	0,2	-3,1
Surface : prairies permanentes	26,4	15,3
Surface : miscanthus	0,0	41,3

subventions (i.e. la somme nette des marges brutes et des recettes fiscales environnementales moins les subventions, sans coût de transfert), le scénario 1 est préférable au scénario 2 du point de vue social ici limité aux agriculteurs-contribuables. La baisse de profit est essentiellement due à la taxe en elle-même et non à la réallocation des cultures ou aux changements de pratiques qu'elle induit. En effet, la « cible » de 27 % à 28 % de baisse des pertes azotées sous-racinaires est atteinte pour un coût social représentant 1,4 % de la marge agricole dans le scénario 1 et 2,4 % dans le scénario 2. La réduction des émissions est obtenue avec une diminution de la consommation d'engrais minéraux achetés de seulement 8,3 % dans le scénario 1 contre plus de 37 % pour le scénario 2. Rappelons que le scénario 1, dit de premier rang, est un idéal difficile à mettre en œuvre, tant il serait difficile voire impossible de taxer les pertes d'azote (difficiles à

mesurer, vérifier et contrôler), alors qu'il est techniquement aisé de taxer les achats d'engrais.

Par ailleurs, le scénario 1 est beaucoup moins efficace vis-à-vis de la réduction des pollutions gazeuses (-15,5 % contre -36 % pour le protoxyde d'azote N2O, et -20,6 % contre -35,8 % pour l'ammoniac NH3). Cela s'explique par le fait que le scénario 1 conduit à une moindre réduction des engrais, et que la réallocation des surfaces agricoles (cultures et prairies) ciblant les pertes d'azote sous forme nitrate n'a aucune raison d'être optimale vis-à-vis des pollutions azotées gazeuses.

Les impacts en termes d'occupation des terres sont également différents d'un scénario à l'autre. Dans le scénario 2, les productions agricoles sont toutes à la baisse en termes de surface, à l'exception des prairies, du maïs fourrager et du miscanthus qui sont en forte hausse tandis que le scénario 1 se traduit par une hausse de l'avoine, du seigle et du

tournesol. On notera que toutes les surfaces en baisse diminuent moins avec le scénario 1 qu'avec le scénario 2, à l'exception du maïs grain.

Distribution spatiale des impacts

Au-delà de la couverture des sols à l'échelle du bassin, **les scénarios diffèrent également quant à la distribution spatiale des impacts** (cf. illustrations en ligne : www.r2ds-ile-de-france.com).

En ce qui concerne le « NO3 », si les deux scénarios visent à une diminution identique des pertes azotées, la distribution de la diminution sur le bassin de la Seine varie fortement :

- Dans le scénario 1, la distribution des pertes est relativement homogène, à l'exception de deux des régions « intersectant » le bassin, où elle est en un peu plus marquée (plutôt au nord-ouest de la zone).

- Le scénario 2 coupe le bassin de la Seine selon un axe Nord-Ouest/Sud-Est : les réductions sont relativement faibles au sud de cet axe et très importantes au nord. Les zones de forte diminution coïncident avec celles où le miscanthus apparaît. Ce sont des zones initialement et majoritairement cultivées en blé tendre et fortement polluantes en nitrates. À l'inverse, au sud, zones où la surface de l'orge initialement très présent diminue de 12 %, la réduction des nitrates s'explique par le fait que l'orge apparaît comme une culture moins polluante. Noter que dans le scénario 1, sur ces mêmes zones, la surface en orge diminue seulement de 2 %, avec la taxe sur les pertes sous-racinaires.

Du côté « N2O », la distribution spatiale des pertes semble corrélée géographiquement avec la distribution des >>>

pertes en NO₃ dans le scénario 2 lorsque la taxe pénalise les engrais minéraux. Les réductions de N₂O sont plus accentuées et plus homogènes dans ce scénario que dans le scénario 1. Certaines régions connaissent des réductions d'émission de N₂O un peu moins fortes que pour le NO₃, tandis que d'autres, au sud-ouest notamment, voient leurs émissions augmenter.

En conclusion : combiner plusieurs instruments de régulation

La maîtrise des pollutions azotées apparaît comme une nécessité que les Directives européennes ont intégrée et à laquelle les États vont devoir se conformer, malgré les réticences plus ou moins explicitement exprimées par les agents économiques. Cette maîtrise peut être obtenue par la régulation économique, *via* des instruments parmi lesquels vient la taxe (« l'instrument prix »). Il est évidemment difficile de taxer la pollution, en l'occurrence les pertes d'azote, dans le sol comme dans l'atmosphère. Il est plus aisé de taxer les facteurs responsables de la pollution. Dans le premier cas (dit de « premier rang »), on réduit les émissions de façon coût-efficace dès lors que l'on est en capacité de mesurer, vérifier et contrôler le niveau et l'agent économique source de la pollution. En réalité, il est difficile de mettre en œuvre ce type de politique « idéale », et l'on se tourne vers des politiques de « second rang » que les agences de régulation et les États peuvent engager concrètement.

À partir de l'exemple des pollutions azotées d'origine agricole sur le Bassin de la Seine, nous avons estimé l'impact des deux types de régulation, et évalué

de quelle façon la politique que l'on peut effectivement mettre en œuvre s'éloigne de la politique idéale. En particulier, **pour un même objectif de réduction, le choix de l'instrument impacte différemment les marges brutes agricoles, de plus il n'est pas neutre en termes d'utilisation des terres agricoles et donc en termes de distribution spatiale des réductions d'émissions.**

Étant donné l'hétérogénéité des aquifères (temps de transferts, hauteurs d'eau), **cette différence spatiale des réductions d'émissions est d'une importance cruciale.**

Nous montrons enfin comment une politique ciblant une pollution azotée (les nitrates) peut impacter les autres pollutions azotées. Dans le monde réel, on ne peut exclure qu'une politique de régulation ciblant une pollution puisse être contreproductive en regard d'une autre pollution. Si cela complique la régulation, celle-ci n'en demeure pas moins nécessaire. **La régulation devra comporter plusieurs instruments, et, outre les taxes/subventions sur les intrants polluants, on devra introduire des pénalités/ primes par exemple différenciées selon les usages des sols agricoles.** ■

Coordination : Catherine Boemare
Conception graphique : Hélène Gay
Imprimé par XL-Print

■ **R2DS Ile-de-France** est un réseau de recherche sur le développement soutenable. Il a été créé en 2006 comme GIS CNRS à l'initiative du Conseil régional de l'Ile-de-France dans le but de favoriser la recherche sur le développement soutenable. Il réunit aujourd'hui 19 universités, grandes écoles et établissements publics de recherche. www.r2ds-ile-de-france.com

■ **L'Unité mixte de recherche (UMR) en Économie publique INRA-AgroParisTech** est une unité de recherche et d'enseignement en économie appliquée à l'agriculture et à l'environnement. L'UMR regroupe des chercheurs en économie de l'INRA, Institut national de recherche agronomique, des enseignants chercheurs d'AgroParisTech, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, et des ingénieurs, techniciens et administratifs. Elle est rattachée au département de recherche en sciences économiques et sociales, sciences sociales, agriculture et alimentation, espace et environnement, de l'INRA. Nous sommes localisés sur les sites de Grignon (à l'ouest de Paris et de Versailles) et de Paris, et nous dépendons géographiquement du Centre INRA de Versailles-Grignon. Les principaux thèmes de recherche portent sur la politique agricole et l'évolution de l'agriculture ; l'environnement, l'énergie et les politiques publiques ; les échanges internationaux.

www4.versailles-grignon.inra.fr/economie_publicque

Pour en savoir plus

Bourgeois C. (2012), « Régulation des pollutions azotées d'origine agricole », Thèse de doctorat soutenue à AgroParisTech le 10 avril 2012.

Bourgeois C., Ben Fradj N., Jayet P.A., Clodic M. (2012), « How cost-effective is a mixed policy targeting the management of three agricultural N-pollutants? », Working Paper, présenté à l'European Association of Environmental and Resource Economists, Rome (2011) et à l'European Association of Agricultural Economists, Zurich (2011).

Bourgeois C., Jayet P.A., Habets F., Viennot P. (2012), « Estimating the marginal social value of agriculturally-driven nitrate concentrations in an aquifer: a combined theoretical-applied approach », Working Paper.

Contacts auteurs

- > Cyril Bourgeois : cyril.bourgeois@mines-paristech.fr - bourgeois_cyril@yahoo.fr
- > Pierre-Alain Jayet : jayet@grignon.inra.fr