

PRIF 2017: conséquences pour les bilans de fumure sectoriels et les pertes d'ammoniac et de protoxyde d'azote

Walter Richner¹, Daniel Bretscher¹, Thomas Kupper² et Ernst Spiess¹

¹Agroscope, 8046 Zurich, Suisse

²Haute école des sciences agronomiques, forestières et alimentaires HAFL, 3052 Zollikofen, Suisse

Renseignements: Walter Richner, e-mail: walter.richner@agroscope.admin.ch



Les déjections des animaux de rente jouent un rôle essentiel dans le cycle agricole des éléments nutritifs.

(Photo: Gabriela Brändle, Agroscope)

Dans les «Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse» (PRIF), les déjections d'éléments nutritifs de différentes catégories d'animaux ont été révisées. Nous avons par conséquent examiné les effets de ces modifications des PRIF sur les bilans de fumure sectoriels et les pertes d'ammoniac et de protoxyde d'azote.

Lors de l'élaboration des «Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse» (PRIF, Sinaj et Richner 2017), le contenu des «Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages», parues en 2009 (DBF-GCH, Sinaj et al. 2009), a été vérifié et, lorsque nécessaire, actualisé. Les principales modifications aux conséquences potentiellement les plus fortes sur l'apport, les bilans et les pertes d'éléments nutritifs concernent les déjections d'éléments nutritifs et la consommation de fourrage de base de différentes catégories d'animaux (Menzi et al. 2016a–c). Ces modifications étant susceptibles d'avoir des effets sur l'apport et les pertes d'éléments nutritifs sur les plans entrepreneurial et sectoriel, l'Office fédéral

de l'agriculture OFAG a chargé Agroscope et AGRIDEA d'évaluer les conséquences de la révision des PRIF. La tâche d'Agroscope était d'examiner comment les modifications des PRIF allaient se répercuter sur les bilans sectoriels d'azote (N) et de phosphore (P) ainsi que sur les émissions d'ammoniac (NH₃) et de protoxyde d'azote (N₂O). AGRIDEA, pour sa part, a été chargé d'évaluer l'influence des PRIF 2017 sur les bilans de l'azote et du phosphore (Suisse-Bilanz N et P) pour divers types d'exploitation (Weyermann et Arnold 2017). Dans les deux cas, les analyses ont été réalisées dans l'hypothèse que les modifications des PRIF n'ont pas d'effet sur la structure et la technique de production des exploitations agricoles et que seul le contenu modifié a une influence sur le calcul des paramètres cibles.

Bilans d'azote et de phosphore

Les bilans de fumure sont représentatifs du cycle agricole d'éléments nutritifs (fig. 1). En fonction de leur solde – le plus souvent un excédent pour l'ensemble de l'agricul-

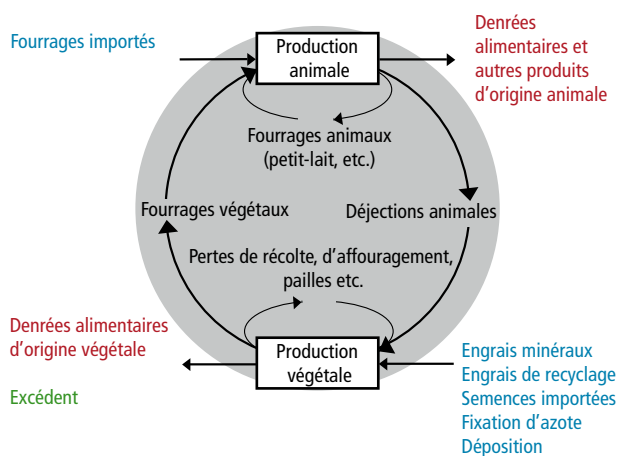


Figure 1 | Cycle des éléments nutritifs de l'agriculture

ture – ils constituent un indicateur des pertes potentielles d'éléments nutritifs dans l'environnement (surtout le N) ou de l'enrichissement des sols en éléments nutritifs (surtout le P). Afin de déterminer les différences entre les soldes de bilans de fumure calculés selon les valeurs des DBF-GCH 2009 ou des PRIF 2017, nous avons eu recours à la méthode de bilan du sol (OCDE et EUROSTAT 2007) qui s'applique uniquement à la production végétale. Cette méthode est appropriée, car elle intègre dans les calculs aussi bien les déjections d'éléments nutritifs que la consommation de fourrage de base.

Dans le bilan du sol, les PRIF 2017 entraînent une modification des valeurs relatives aux flux entrant «Engrais de ferme» et «Fixation biologique de l'azote» ainsi que des valeurs relatives au flux sortant «Aliments pour ani-

maux d'origine végétale» (tabl. 1). L'apport d'éléments nutritifs dans les engrais de ferme est calculé sur la base des valeurs indicatives relatives aux déjections d'éléments nutritifs des PRIF, tandis que la quantité d'azote fixé biologiquement dépend du rendement des prairies et des pâturages qui, dans le calcul du bilan, est évalué en fonction des valeurs de consommation du fourrage de base figurant dans les PRIF. Les catégories d'animaux présentant des changements notables de ces importants paramètres PRIF sont répertoriées dans le tableau 2. Les autres paramètres du bilan ne changent pas, car ils sont indépendants du nombre d'animaux et de la production de fourrage de base et ne sont donc pas touchés par la révision des PRIF.

Les catégories d'animaux contribuent dans diverses mesures à l'apport total d'éléments nutritifs dans les engrais de ferme. L'ensemble des catégories de bovins en fournissent environ 75 %, dont une majeure partie d'environ 50 % est due aux vaches laitières. Se montant respectivement à environ 13 % et 5 %, la contribution des porcs et celle de la volaille sont nettement moindres.

Calculé selon les DBF-GCH 2009, l'apport total d'éléments nutritifs dans les engrais de ferme est d'environ 130 000 t N et de 21 000 t P (tabl. 1). Si l'on se base sur les PRIF 2017, l'apport de N est inférieur de 270 t (-0,2 %) et l'apport de P est inférieur d'environ 1000 t (-4 %). Quant à la consommation totale de fourrage de base, elle est de 2 % plus basse que si elle avait été calculée selon les valeurs indicative des DBF-GCH 2009. Ce n'est donc pas uniquement l'apport d'engrais de ferme qui est légèrement plus bas dans les PRIF 2017, mais aussi la consommation de fourrage de base.

Tableau 1 | Bilan agricole d'azote (N) et de phosphore (P) 2014, calculé selon la méthode du bilan du sol (OCDE et EUROSTAT 2007) sur la base des DBF-GCH 2009 (Flisch et al. 2009) et des PRIF 2017 (Sinaj et Richner 2017).

Catégorie	DBF-GCH 2009		PRIF 2017		Différence	
	N (t)	P (t)	N (t)	P (t)	N (t)	P (t)
Engrais de ferme	130 277	21 315	130 007	20 360	-270	-954
Engrais minéraux	50 020	4061	50 020	4061		
Engrais de recyclage	2855	1017	2855	1017		
Fixation biologique de l'azote	38 964		37 967		-997	
Dépôt	24 731	354	24 731	354		
Importation de semences	258	42	258	42		
Total flux entrant	247 712	26 895	282 771	25 941	-2030	-954
Produits végétaux	10 489	1412	10 489	1412		
Fourrages	152 011	23 358	148 812	22 892	-3199	-466
Total flux sortant	163 107	24 876	196 234	24 410	-3962	-466
Solde	84 605	2019	86 537	1530	1932	-488

Tableau 2 | Adaptations notables des déjections d'éléments nutritifs ou de la consommation de fourrage de base pour certaines catégories d'animaux dans les PRIF 2017 (Sinaj et Richner 2017), modifications en %.

Catégorie d'animaux	Déjections d'éléments nutritifs		Consommation de fourrage de base
	N	P	
Vaches laitières	-6	-8	-5
Bovins à l'engrais		-18	
Veaux à l'engrais	+38	+58	
Chèvres laitières	+31	+38	+32
Moutons	+50	+33	
Truies allaitantes	+26	+11	
Vaches allaitantes			+13
Porcs à l'engrais		-12	
Poulettes	-12	-19	
Poulets à l'engrais	-20	-19	

Outre la diminution des quantités d'éléments nutritifs dans les engrais de ferme, les PRIF 2017 entraînent aussi une diminution de la fixation biologique de l'azote (-3 %) dans les paramètres de flux entrant du bilan. La quantité d'azote fixé biologiquement provient en grande partie des cultures fourragères. Les rendements des prairies et indirectement aussi la quantité d'azote des fourrages des prairies sont en partie plus bas dans les PRIF 2017, parce qu'ils sont déterminés par la consommation de fourrage de base qui intervient dans le calcul. Le flux sortant du bilan est lui aussi modifié pour ce qui concerne les quan-

Tableau 2 | Émissions d'ammoniac (NH₃) générées par l'agriculture, classées par stade d'émission et par production animale et végétale, modélisées sur la base des déjections d'azote (N_{ex}) des DBF-GCH 2009 (Flisch *et al.* 2009) et des PRIF 2017 (Sinaj et Richner 2017).

	N _{ex} DBF-GCH 2009 (kt NH ₃ -N)	N _{ex} PRIF 2017 (kt NH ₃ -N)	Différence (%)
Pâturage	1,15	1,14	-0,4
Etable et sorties dans l'aire d'exercice	15,04	15,08	0,2
Stockage d'engrais de ferme	7,42	7,46	0,6
Epannage d'engrais de ferme	18,38	18,42	0,2
Emissions totales de la production animale	41,99	42,10	0,3
Engrais azotés minéraux	1,82	1,82	0,0
Engrais de recyclage	0,36	0,36	0,0
Surface agricole utile	2,10	2,10	0,0
Emissions totales de la production végétale	4,28	4,28	0,0
Emissions totales de l'agriculture	46,27	46,38	0,2

tités d'éléments nutritifs contenus dans les matières fourragères incluant aussi les fourrages des prairies (-2,1 % N, -2,0 % P).

Etant donné que les effets de la modification des paramètres dans les PRIF 2017 s'annulent en partie mutuellement dans le calcul des bilans N et P, la révision des PRIF n'a qu'un impact minime sur les soldes des bilans N et P de l'agriculture. Le solde du bilan N augmente d'un petit pourcent, tandis que celui du bilan P présente une légère diminution de 2 %.

Emissions d'ammoniac

Les pertes de NH₃ constituent – au même titre que les émissions d'oxydes d'azote générées par la combustion de carburants et de combustibles d'origine fossile ou biogène – la source principale des composés azotés réactifs présents dans l'atmosphère, qui contribuent substantiellement à l'acidification et à l'eutrophisation d'écosystèmes proches de l'état naturel. En 2010, le NH₃ a généré près de deux tiers des émissions d'azote réactif en Suisse, dont 92 % proviennent de l'agriculture (Klossner *et al.* 2013).

L'analyse des effets de la révision des PRIF sur les émissions agricoles de NH₃ a été réalisée à l'aide du modèle de flux d'azote Agrammon pour l'année 2015 (Kupper *et al.* 2015), qui sert à calculer l'inventaire des émissions de NH₃ de l'agriculture suisse.

Les pertes de NH₃ calculées d'après les valeurs indicatives des PRIF 2017 dénotent un changement de plus de 10 % pour six des 24 catégories d'animaux. Pour les catégories d'animaux vaches laitières, porcs à l'engrais et vaches allaitantes, qui sont à l'origine de la majeure partie des émissions de NH₃ (deux tiers des pertes totales), les modifications des émissions dues à la révision des PRIF n'atteignent même pas 5 %.

Les modifications des PRIF 2017 n'ont eu qu'un faible impact sur les émissions de NH₃ dans leurs différents stades; les différences se situent dans une fourchette de 0,4 à +0,6 % (tabl. 2). Les pertes totales de NH₃ dues à l'agriculture ont augmenté de 0,2 % sur la base des valeurs indicatives des PRIF 2017, celles dues à la production animale ayant augmenté de 0,3 %.

Emissions de protoxyde d'azote

Le N₂O est un gaz à effet de serre puissant, qui en Suisse provient à 80 % de l'agriculture. Le N₂O issu de l'agriculture contribue pour une part de 4,1 % aux pertes totales de gaz à effet de serre de la Suisse (OFEV 2017).

L'estimation des effets de la révision des PRIF a été effectuée sur la base du modèle d'inventaire (OFEV 2017), qui sert à calculer l'inventaire des émissions de N₂O de l'agri-

culture suisse. Les pertes de N₂O représentées couvrent trois domaines d'émission: «pâturage, étable, stockage d'engrais de ferme», «sols agricoles» (notamment épandage d'engrais de ferme) et «émissions indirectes». Le modèle de flux d'azote Agrammon fait aussi partie des bases utilisées.

Selon l'analyse d'impact des PRIF 2017, les émissions de N₂O ont varié de plus de 10 % pour six des 24 catégories d'animaux. Pour les catégories vaches laitières, porcs à l'engrais et vaches allaitantes, qui sont à l'origine d'environ 64 % des pertes de N₂O générées par l'élevage, la modification des émissions de N₂O était inférieure à 0,3 %. Les émissions de la production animale ont augmenté de 0,1 %, tandis que les pertes totales de N₂O générées par l'agriculture n'ont pas varié. Nous n'avons pas constaté de changement notable pour les différentes sources d'émissions (tabl. 3), sauf pour les systèmes de litière profonde (englobés dans les «autres systèmes de stockage d'engrais de ferme»), mais il s'agit là d'une variation relativement négligeable pour l'ensemble des émissions.

Conclusions

Les modifications à la hausse ou à la baisse des déjections d'éléments nutritifs des différentes catégories d'animaux ainsi que des flux entrant et sortant des bilans de fumure se compensent en partie. Par conséquent, nous n'avons pas constaté d'effets notables des PRIF 2017 sur l'apport d'éléments nutritifs ou sur les pertes de NH₃ et de N₂O au niveau sectoriel. Tandis que l'excédent du bilan P du sol diminue légèrement, celui du bilan N augmente légèrement. La révision des PRIF n'ayant qu'un impact limité sur l'ensemble des déjections animales, il n'y a pas non plus de changement notable des pertes de NH₃ et de N₂O dues à l'agriculture.

Bibliographie

- Agridea & OFAG, 2015. Guide Suisse-Bilanz, édition 1.13. Office fédéral de l'agriculture OFAG, Berne. 29 p.
- Sinaj S., Richner W., Flisch R. & Charles R., 2009. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages (DBF-GCH). *Recherche Agronomique Suisse* 16 (2), 1–97.
- Klossner M., Kupper T., Reidy B. & Menzi H., 2013. Historical development of ammonia emissions from agriculture in Switzerland over the past 150 years. In: RAMIRAN 2013 – Recycling of organic residues for agriculture: from waste management to ecosystem services (Eds. G. Vallez *et al.*). 15th International Conference, Versailles, France, 3–5 June 2013, 4 p.
- Kupper T., Bonjour C. & Menzi H., 2015. Evolution of farm and manure management and their influence on ammonia emissions from agriculture in Switzerland between 1990 and 2010. *Atmospheric Environment* 103, 215–221.
- Menzi H., Morel I. & Schlegel P., 2016a. Nouvelles valeurs de référence pour les déjections des vaches allaitantes. *Recherche Agronomique Suisse* 7 (7+8), 344–351.

Tableau 3 | Émissions de protoxyde d'azote (N₂O) générées par l'agriculture en 2015, classées par domaine d'émissions, modélisées sur la base des déjections d'azote (N_{ex}) des DBF-GCH 2009 (Flisch *et al.* 2009) et des PRIF 2017 (Sinaj et Richner 2017).

	N _{ex} DBF-GCH 2009 (t N ₂ O-N)	N _{ex} PRIF 2017 (t N ₂ O-N)	Différence (%)
Stockage du lisier	22,9	23,0	0,4
Stockage du fumier	85,4	84,9	-0,6
Autres systèmes de stockage des engrais de ferme	44,2	47,6	7,7
Emissions indirectes dues au stockage des engrais de ferme	595,5	596,4	0,2
Pâturage	421,9	419,7	-0,5
Épandage des engrais de ferme	838,6	838,4	-0,0
Épandage des engrais minéraux et de recyclage	505,8	505,8	0,0
Emissions dues à la minéralisation de N dans le sol	146,4	146,4	0,0
Décomposition de résidus de récolte	320,8	320,8	0,0
Emissions indirectes des sols agricoles	918,3	918,7	0,0
Emissions totales de l'agriculture	3899,8	3901,7	+0,0

Notre analyse à l'échelle sectorielle ne permet pas de tirer de conclusions sur les répercussions que peuvent avoir les PRIF 2017 sur le bilan de fumure d'une exploitation. La méthode de bilan du sol appliquée dans cette étude diffère de la méthode Suisse-Bilan (Agridea et OFAG 2015) qui est utilisée par les exploitations et qui est basée sur l'apport et les besoins. Le projet mené en parallèle par Agridea (Weyermann et Arnold 2017) fournit des informations sur l'impact des PRIF sur les bilans N et P à l'échelle de l'exploitation. ■

- Menzi H., Stoll P. & Schlegel P., 2016b. Nouvelles valeurs de référence pour les déjections des porcs. *Recherche Agronomique Suisse* 7 (11+12), 484–489.
- Menzi H., Arrigo Y., Huguenin O., Mürger A., Schori F., Wyss U. & Schlegel P., 2016c. Nouvelles valeurs de référence pour les déjections des vaches laitières. *Recherche Agronomique Suisse* 7 (10), 428–435.
- OCDE & EUROSTAT, 2007. Gross Nitrogen Balances – Handbook. Lien: <http://www.oecd.org/green/growth/sustainable-agriculture/40820234.pdf> [30.01.2017].
- OFEV, 2017. Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2015: National Inventory Report, CRF tables. Submission of 15 April 2015 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Office fédéral de l'environnement, Berne.
- Sinaj S. & Richner W., 2017. Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF 2017). *Recherche Agronomique Suisse* 8 (6), édition spéciale, 276 p.
- Weyermann I. & Arnold B., 2017. PRIF 2017: conséquences sur le bilan fourrager et sur Suisse-Bilan. *Recherche Agronomique Suisse* 8 (6), 244–247.