

Épandage de purin et de lisier au moyen d'un pendillard. Recommandations pratiques

Rappel des bonnes pratiques

- Toute fumure excessive, déséquilibrée, appliquée en temps inopportun ou compromettant de toute autre manière la qualité du fourrage est interdite.
- Un délai d'attente entre la fumure et la coupe ou le pacage est respecté.
- Les fourrages souillés sont interdits.

Qu'entend-on par pendillard ?

Les systèmes d'épandage à faibles émissions sont appelés pendillards. Ils peuvent être de trois types : rampes à pendillard, rampe à socs et enfouisseur à lisier.

Qu'apporte le pendillard par rapport à une bossette à déflecteur ?

- les émissions d'ammoniac sont réduites en moyenne de 35 à 80% ;
- une économie de 2 à 5 kg N/ha, soit 10 à 15% de la quantité d'azote disponible épandue, est réalisée ;
- le rendement de la prairie est augmenté de 2 à 6% ;
- les salissures du fourrage augmentent de manière moins prononcée dans l'herbe en croissance.

Si ces techniques peuvent être jugées élitistes ou coûteuses, l'évolution des pratiques doit en revanche relever du bon sens.

Règles à respecter

- capacité de stockage suffisante ;
- météo favorable : pas de vent, température basse, humidité relative haute, immédiatement avant ou après une pluie fine ;
- sol sec et absorbant ;
- pas d'épandage entre le 15 novembre et le 15 février ;
- épandage au ras du sol sur végétation courte, peu après la coupe ou le pacage ;
- délai d'attente adapté entre l'épandage et la coupe ou le pacage ;
- quantité selon couverture des besoins en N (Suisse-Bilanz), voir exemple ci-dessous ;
- apport maximum 30 m³/ha et 4 x/saison ;
- dilution idéale de 1 :2 et maximum 5% de MS ;
- pailles hachées ;
- faucheuse réglée pour une coupe à hauteur de poing ;

Exemple

Les besoins d'un hectare de prairie intensive à 1'100 m sont couverts par les déjections annuelles d'une vache laitière selon les facteurs suivants : 1/1 pour N, 1/2 pour P2O5 et 2/3 pour K2O. Pour l'azote, trois apports de 20 m³ de purin dilué 1 :2, soit 76 kg N/ha/année, conviennent.

Interprofession du Gruyère



Evaluation de l'impact de l'épandage de purin et de lisier au moyen de pendillards sur la qualité des fourrages



Recherche bibliographique

4 mai 2021



Chemin des Hêtres 10 1450 Sainte-Croix
Tél. +41(0)24 454 42 18 info@montanum.ch

1. Contexte

En Suisse, 92 % des émissions d'ammoniac (NH_3) proviennent de l'agriculture (état 2010). L'objectif environnemental pour l'agriculture est de limiter les émissions d'ammoniac de l'agriculture Suisse à 25'000 tonnes d'azote par an au maximum (OFEV et OFAG, 2016). En Suisse, la perte annuelle d'azote due à la volatilisation de l'ammoniac se monte à 40 kg par ha de SAU, soit plus de 40'000 tonnes, correspondant au tiers du N contenu dans les engrais de ferme (Groupe BDU, 2005). Les émissions d'ammoniac sont générées dans l'étable pendant le stockage des engrais de ferme et lors de l'épandage de fumier ou de lisier et d'engrais minéraux azotés. L'ammoniac charrié par l'air parvient jusqu'aux écosystèmes tels que les forêts, les haut-marais et les prairies riches en espèces qui ont besoin de conditions pauvres en azote pour prospérer.

La Confédération soutient par des contributions l'épandage de lisier au moyen de techniques réduisant les émissions telles que la rampe d'épandage à tuyaux flexibles (pendillards), le distributeur à tuyaux semi-rigides avec socs ou l'enfouissement (figure 1).

Dès 2022, le Conseil fédéral a l'intention d'inscrire dans l'ordonnance sur la protection de l'air une obligation générale - dans les cas où la topographie le permet - d'épandre le lisier à l'aide d'un pendillard.

En 2019, l'interpellation « D'où sortent les données sur lesquelles se fonde l'obligation figurant dans la nouvelle ordonnance sur la protection de l'air d'utiliser un pendillard pour l'épandage de lisier? » a été déposée par le conseiller national Martin Haab (19.4537). Les questions portaient sur les bases scientifiques et les modèles jugés en décalage avec la pratique.

Dans sa réponse, le Conseil fédéral mentionne le module de l'OFAG et de l'OFEV "Eléments fertilisants et utilisation des engrais dans l'agriculture" (Schoop et Fischler, actualisé 2020) qui fait partie intégrante de l'aide à l'exécution pour la protection de l'environnement dans l'agriculture. Les techniques d'épandage de lisier et de produits méthanisés liquides diminuant les émissions (figure 1) permettent de réduire les émissions d'ammoniac de l'ordre de 30 à 50 %, ce que confirment de récentes études d'Agroscopé (tableau 1) et d'autres recherches menées en Suisse (figure 2).

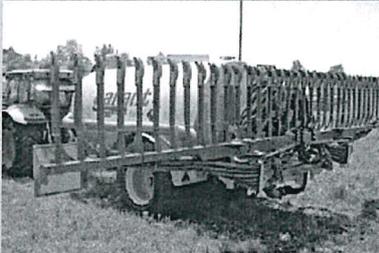
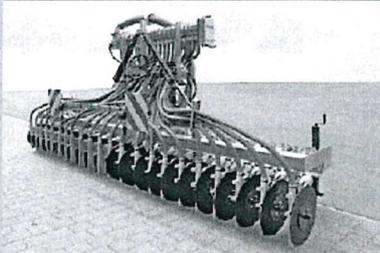
Pendillards	Injecteur par soc / rampe pendillard	Injecteur de lisier à disque
		
Réduction des émissions par rapport à une bossette à déflecteur ¹		
30 à 35 %	30 à 60 %	70 %

Figure 1. Selon l'OPD, les pendillards, les injecteurs par socs, les injecteurs à disques ainsi que l'injection profonde de lisier sont considérés comme des techniques d'épandage diminuant les émissions (source : Schoop J. et Fischler M., 2020).

Tableau 1. Réduction des émissions d’ammoniac selon diverses techniques d’épandage par rapport à une bossette à déflecteur (source : Huguenin-Elie *et al.*, 2018)

Technique d'épandage	International			Suisse		
	n	Réduction (moyenne)	Réduction (intervalle de variation)	n	Réduction (moyenne)	Réduction (intervalle de variation)
Distributeur à tuyaux souples	45	35%	0-74%	7	51%	22-68%
Distributeur à socs	37	64%	57-70%	5	53%	36-71%
Injecteur à disques	56	80%	60-99%	1	76%	-

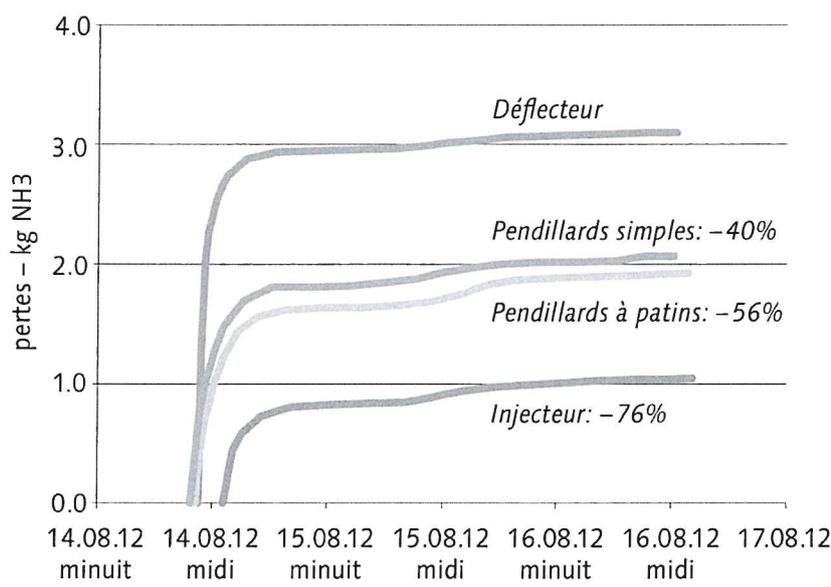


Figure 2. Émissions d’ammoniac (NH3) mesurées à Grangeneuve. Les pertes d’ammoniac ont lieu dans les minutes qui suivent l’épandage (source : Aeby P. *et al.*, 2017)

Rendre le recours à des techniques d’épandage à faibles émissions obligatoire - lorsque la déclivité du terrain ne dépasse pas 18 % - permet de relever la part du lisier ainsi épandu de 40 à 70 %, ce qui contribuerait à la réalisation des objectifs environnementaux. En vertu de l'art. 76, al. 3, let. b, de la loi sur l'agriculture (RS 910.1), les mesures soutenues au moyen d'une contribution à l'utilisation efficace des ressources doivent être poursuivies au-delà de la période d'encouragement. En inscrivant les techniques d'épandage diminuant les émissions dans l'OPair (RS 814.318.142.1) et dans l'ordonnance sur les paiements directs (RS 910.13), leur pérennité est garantie. L'entrée en vigueur de l'obligation d'avoir recours à ce type de techniques a été fixée au 1er janvier 2022¹. Pour promouvoir davantage ce processus d'adaptation, les contributions à l'utilisation efficace des ressources - un type de paiement direct - doivent être maintenues pour les années 2020 et 2021.

En 2020, la motion « Il faut continuer à promouvoir les techniques d'épandage diminuant les émissions dans l'agriculture » a été déposée par le conseiller national Peter Hegglin (20.3672). Compte tenu de la diminution de flexibilité en période

¹ Le 14 décembre 2020, à la suite d'un débat animé, le Conseil des Etats a décidé de suspendre la PA22+

IPG – Pendillard

d'épandage, avec un risque d'impact sur les sols et les eaux, ainsi que des coûts considérables que l'obligation d'utiliser un pendillard fait peser sur l'agriculture, le Conseil fédéral se doit de continuer à promouvoir les techniques d'épandage diminuant les émissions et de supprimer cette obligation dans l'OPair.

Le Conseil fédéral a dès lors précisé que les contributions versées depuis 2008 représentent un soutien de **plus de 160 millions de francs pour la transition vers la pratique des techniques d'épandage diminuant les émissions**. Actuellement, la participation a atteint un plafond, et désormais plus aucun progrès n'est constaté. La décision de modification de l'OPair² suit une consultation des milieux intéressés. Durant ce processus, **des exceptions ont été aménagées par un groupe d'experts, et une étude intitulée "Volkswirtschaftliche Beurteilung (VOBU) : Revision der Luftreinhalte-Verordnung (LRV)" (Ecoplan, 2019) a été conduite**. L'étude montre que la voie suivie est tout à fait supportable et apporterait les résultats environnementaux attendus. Il n'y a donc **aucune raison de revenir sur la décision du Conseil fédéral du 12 février 2020**.

2. Objectif

L'Interprofession du Gruyère (IPG) a mandaté le bureau Montanum pour réaliser la présente étude. Le but est d'évaluer l'impact de l'épandage de purin et de lisier au moyen de pendillards sur la qualité des fourrages. Bien que cette technique soit limitée à des pentes ne dépassant pas 18%, l'IPG veut s'assurer qu'elle ne pénalise pas la qualité du lait utilisé pour la fabrication du Gruyère AOP.

Une recherche bibliographique et des contacts avec les chercheurs (Suisse et pays environnants) doivent permettre de préciser les points suivants concernant les engrais liquides de ferme (purins/lisiers) et de recyclage (digestats):

- Description des différents matériels actuellement disponibles et des techniques d'épandage utilisées
- Description des différents types de purin et de lisiers épandus y compris leurs dilutions, les quantités épandues à l'hectare et les périodes d'épandages
- Influence des effluents et des techniques d'épandage sur la végétation fauchée et pâturée (composition botanique, rendements, appétence, présence de bactéries indésirables)
- Evaluation du besoin de préciser l'impact de la technique d'épandage sur la qualité des fourrages, sous forme de conclusion à ce rapport.

² Explications sur les modifications de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair).

Le débat fait suite au postulat 13.4284 de Kathrin Bertschy qui, en 2013, demandait de préciser les stratégies permettant d'améliorer l'efficacité des ressources dans l'agriculture. La PA22+ suspendue en décembre 2020 prévoit d'inscrire dans l'OPair l'exigence de réduire les émissions lors des épandages.

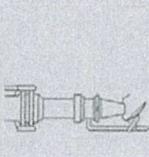
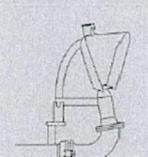
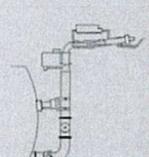
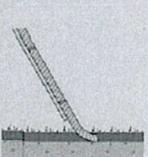
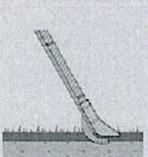
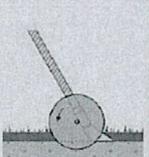
En 2009, la stratégie fédérale de protection de l'air fixe les niveaux de réduction de pollution qui posent encore problème : les émissions d'ammoniac doivent être réduites de 40% par rapport à 2005. Entre 1990 et 2000, la diminution du cheptel suisse a déjà contribué à réduire de 19% les émissions d'ammoniac.

Les techniques d'épandage à faible émission sont soutenues financièrement par des projets « Ressources » de la Loi sur l'agriculture depuis 2008 dans divers cantons et depuis 2014 dans le cadre des paiements directs. Ces techniques correspondent aux objectifs visés et seront rendues obligatoire par l'OPair dès 2022. Des exceptions sont toutefois admises et seront précisées dans l'annexe 2 de l'OPair au chiffre 552 (non renseigné au moment de la rédaction de ce rapport). Les cantons pourront admettre d'autres particularités justifiées sous les angles techniques et agronomiques. Ces exceptions devront être intégrées aux documents de mise en œuvre (OFAG-OFEV).

3. Matériel et techniques d'épandage

Le tableau 2 récapitule les caractéristiques des différents épandeurs à lisier et à engrais de recyclage liquide. Dans les trois premiers cas, le lisier est projeté contre une tête de distribution et diffusé en nappe. Les rampes à pendillards et à socs déposent le lisier au ras du sol sous forme de bandes et permettent de réduire de 40% en moyenne les pertes d'ammoniac. Cette réduction est de l'ordre de 70% avec les enfouisseurs à lisier. Ces trois systèmes entraînent une économie d'engrais minéraux azotés et une réduction des odeurs lors des épandages. Leur coût est plus élevé ce qui nécessite une rentabilisation optimale, notamment par leur utilisation en commun par plusieurs agriculteurs. De plus, le risque de bouchage est plus élevé qu'avec le matériel d'épandage en nappe (Godden et Luxen, 2015).

Tableau 2. Caractéristiques des épandeurs à lisier (selon : PRIF, chapitre 5, 2017). Les trois systèmes encadrés en bleu sont considérés comme des techniques d'épandage diminuant les émissions.

	Défecteur	Epandeur pendulaire	Busés pivotantes	Rampe d'épandage à pendillards	Rampe d'épandage à socs	Enfouisseur à lisier
						
Mode de construction	simple	simple/complexe	complexe	complexe	complexe	complexe
Largeurs de travail effectives	5–13 m; suivant le fabricant / le modèle	11–16 m; suivant le réglage	jusqu'à 20 m; suivant la pression et le réglage	6–36 m	3–18 m	6–9 m
Précision de distribution	satisfaisante dans l'ensemble à lacunaire	bonne à très bonne	très bonne	très bonne	très bonne	très bonne
Sensibilité au vent	élevée	moyenne	élevée	faible	faible	faible
Largeur de chevauchement nécessaire	0,5–2 m	1,5–2 m	3 m	0	0	0
Tolérance de chevauchement	faible	moyenne	très bonne	faible	faible	faible
Réglage de la largeur de travail	limité dans l'ensemble	limité	parfaitement possible	prédéfini	prédéfini	prédéfini
Epandage exact au début ou à la fin de la parcelle	impossible	impossible	impossible	possible aisément	possible aisément	possible aisément
Autres caractéristiques			possibilité d'épandage unilatéral; ne convient pas pour les citernes à lisier	réduction des émissions de 30 % par rapport à l'épandage en nappe	réduction des émissions de 50 % par rapport à l'épandage en nappe	réduction des émissions de 70 % par rapport à l'épandage en nappe

En cas d'utilisation de citernes à lisier tractées, il faut tenir compte de la pression au sol. Les essieux simples et les pneus larges contribuent à ménager le sol et la végétation. L'approvisionnement du lisier par tuyaux trainés est plus respectueux du sol mais moins souple d'utilisation.

Le tableau 3 tiré d'une publication en ligne (Technique d'épandage: le pendillard http://www.normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/pendillards_v8.pdf) propose une synthèse des options offertes avec l'utilisation du pendillard.

Tableau 3. Analyse SWOT du pendillard par rapport à un épandage par buse palette (source : Atmo Normandie, en ligne)

<p>Atouts</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ réduction de 30 à 50% des émissions d’ammoniac ▶ réduction des odeurs lors de l’épandage ▶ application uniforme peu affectée par le vent ▶ réduction de la contamination de l’herbe et application possible sur herbe haute avec un pendillard à sabots traînés sous le couvert végétal, meilleure appétence de la pâture (Webb et al., 2010) 	<p>Faiblesses</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ non applicable si le lisier est trop visqueux ou contient une trop grande quantité de matériaux fibreux (la plupart des machines comprennent un dispositif pour le broyage et l’homogénéisation du lisier) ▶ dommage aux racines si la technique est mal appliquée, pour les sabots traînés, dans le cas où ils entrent dans le sol (Webb et al., 2010).
<p>Opportunités</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ solution aux éleveurs confrontés à des pressions de la part du voisinage ▶ extension de la fenêtre d’épandage. Comme la contamination de l’herbe est réduite, la période nécessaire entre l’épandage et le pâturage ou l’ensilage est réduite ▶ économies sur les achats d’engrais minéraux 	<p>Menace</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ coûts d’investissement élevés ▶ surcoût à l’utilisation ▶ technique non adaptée pour les petits champs de forme irrégulière ou pour les terres ayant de fortes pentes ▶ augmentation possible du temps de travail

4. Nature et utilisation du lisier/purin et des digestats liquides

L’objectif de la fertilisation est de restituer au sol les éléments nutritifs prélevés par les cultures. L’équilibre entre les entrées et les sorties est contrôlé au moyen du Suisse-Bilan qui tient compte de l’affouragement du bétail et du potentiel de production du site (figure 3).

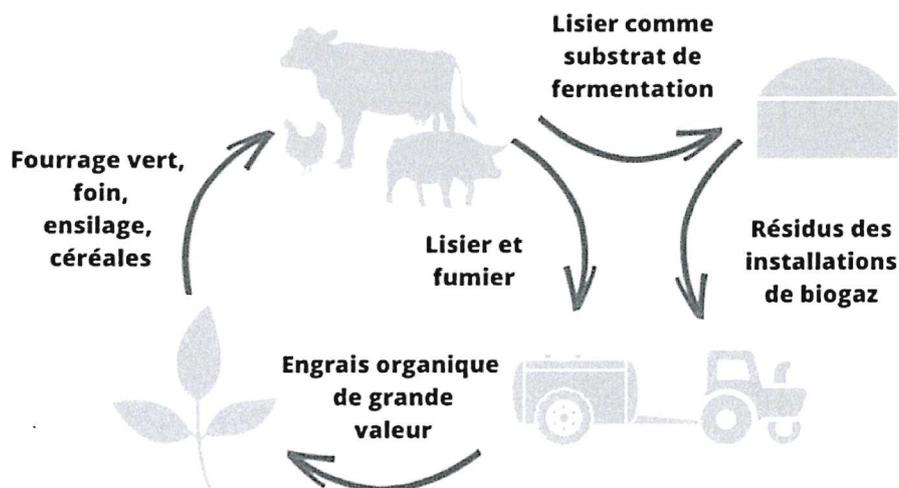


Figure 3. Cycle des éléments nutritifs d’une exploitation d’élevage (source : www.agriculture-durable.ch)

La production et l’utilisation des engrais de ferme comporte un certain nombre de risques environnementaux. Les pertes d’azote (N) au cours du stockage et de l’épandage interviennent dans l’air, les eaux et le sol (figure 4). Pour éviter les fuites par volatilisation ou ruissellement, la règle numéro 1 de la gestion des effluents de l’élevage est de disposer de capacités de stockage suffisantes.

D’autres recommandations sont faites pour une bonne application des pendillards.

IPG – Pendillard

- Utiliser de la paille hachée pour éviter les bouchons.
- Laisser l'herbe repousser ? il est plus aisé d'épandre du lisier sur de l'herbe qui a une certaine hauteur et qui sera écartée lors du passage du tuyau ??
- Limiter le prélèvement des restes de paille : faucher à hauteur de poing et régler les machines de fenaison.
- Épandre sans vent, à basse température et haute humidité relative.
- Épandre sur sol sec et absorbant.
- Diluer le lisier/purin.
- Éventuellement, acidifier le lisier/purin (5.5 kg acide sulfurique par m³) permet de réduire de près de 50% les pertes d'ammoniac et de méthane (Kupper, 2017).

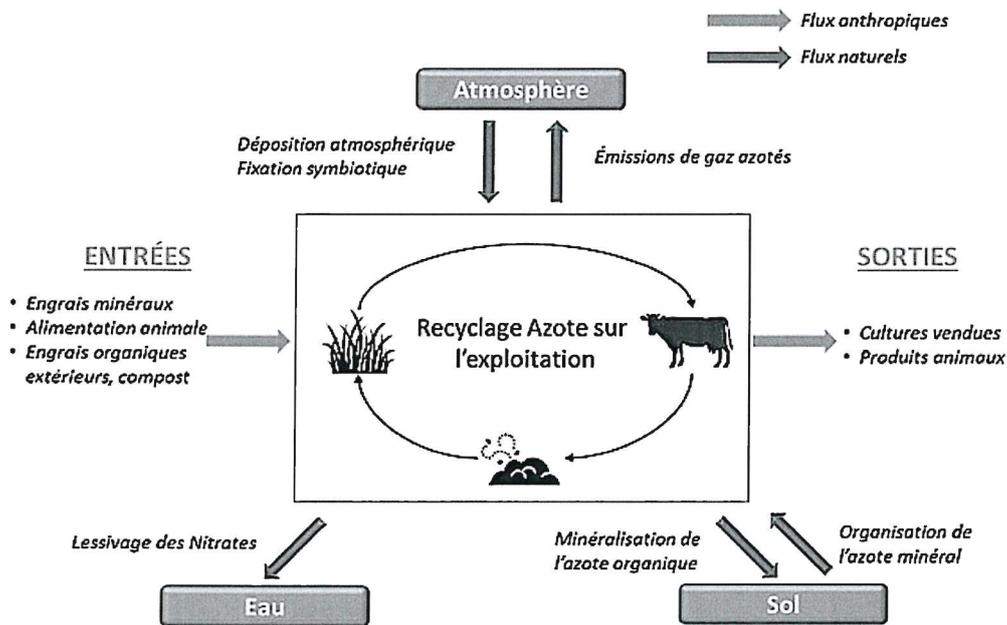


Figure 4. Cycle de l'azote d'une exploitation d'élevage (source : Institut de l'élevage)

Les engrais de ferme contiennent une grande part d'azote organique rendu disponible pour les plantes par la fermentation des microorganismes. L'ammoniac gazeux qui en résulte peut à son tour être transformé en nitrates solubles dans l'eau. Il convient dès lors d'en tenir compte afin d'éviter les pertes lors des épandages (figure 5).

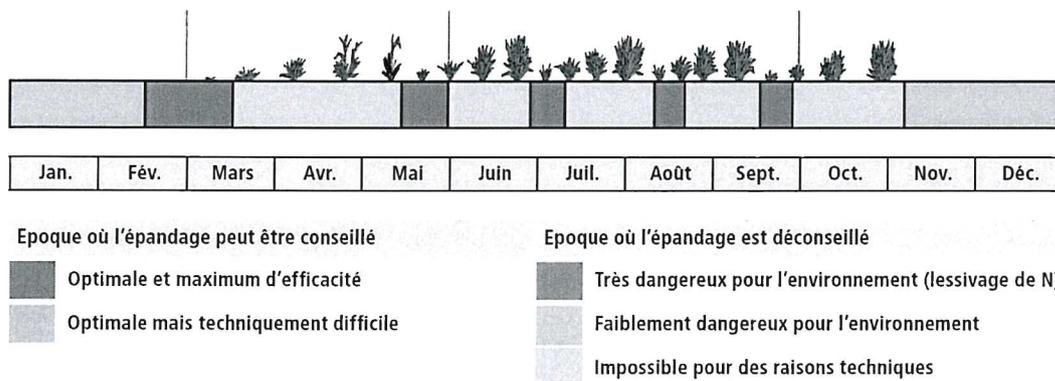


Figure 5. Possibilités d'épandage du lisier/purin en fonction du développement de la prairie et des risques pour l'environnement (source : PRIF, chapitre 4, 2017)

IPG – Pendillard

Les contributions actuelles de l'OFAG sont soumises aux conditions suivantes :

- Quatre applications de lisier/purin par parcelle et année
- Pas d'épandage entre le 15 novembre et le 15 février.

Les directives de l'Etat de Fribourg précisent que l'épandage des engrais de ferme liquides ne sont pas autorisés du 10 décembre au 10 février. Il doit donner lieu à des précautions accrues durant les périodes du 15 octobre au 9 décembre et du 11 février au 31 mars. Durant ces deux périodes, une rubrique de conseils sur le site du canton indique les régions dans lesquelles les risques de pollution des eaux sont concrets.

La fertilisation des prairies s'appuie sur les quantités d'engrais de ferme ou de recyclage disponibles ainsi que leurs teneurs en éléments nutritifs. Des indications sur leurs propriétés fertilisantes, leur rapidité d'action, leurs teneurs en éléments indésirables, ainsi que leurs effets spécifiques sur le sol sont données dans les principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF, chapitre 4, 2017). Les normes concernant les déjections des troupeaux laitiers peuvent être résumées ainsi :

- Quantités d'éléments nutritifs dans les fèces et l'urine

Le tableau 4 présente les teneurs des déjections bovines et la consommation de fourrage par catégorie d'animaux. Par exemple, les besoins d'un hectare de prairie intensive à 1'100 m sont théoriquement couverts par les apports annuels d'une vache laitière selon les facteurs suivants : 1/1 pour N, 1/2 pour P₂O₅ et 2/3 pour K₂O.

Tableau 4. Quantité d'éléments nutritifs dans les fèces et l'urine et consommation de fourrages (source : PRIF, 2017)

Troupeau laitier	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	fourrages
	(kg/année)			(dt MS/année)
Vaches laitières (7'500 kg)	112	39	172	56
Génisses < 1 an	25	7.5	35	11
Génisses 1-2 ans	40	13	60	22
Génisses > 2 ans	55	20	75	33

- Quantité d'engrais de ferme

L'affouragement détermine les quantités d'engrais de ferme. Le système de stabulation influence les quantités de litière et les pertes au stockage du fumier. Les quantités restituées au pâturage dépendent des heures (h) et des jours (j) de présence des animaux. Elles sont déduites selon le facteur $(h*s)/(60*365)$ en %. Les quantités d'engrais de ferme produit par catégorie d'animaux sont résumées dans le tableau 5. Pour poursuivre avec l'exemple précédent, les besoins d'un hectare de prairie sont couverts par trois apports du lisier d'une vache laitière dilué 1 :2 (voir point suivant).

Tableau 5. Quantité d'engrais de ferme (lisier/purin non dilués) produite par année (source : PRIF, 2017)

Système de stabulation	1	2		3		
	lisier	paille	purin	fumier	paille	fumier
Troupeau laitier	(m ³)	(dt)	(m ³)	(t)	(dt)	(t)
Vaches laitières (7'500 kg)	23.0	6.8	11.0	8.9	30.0	21.0
Génisses < 1 an	4.8	1.5	2.4	2.0	8.0	4.6
Génisses 1-2 ans	8.0	2.5	4.0	3.2	12.0	7.6
Génisses > 2 ans	12.0	3.5	5.4	4.4	16.0	10.0

- Dilution du lisier/purin

Pour les lisier/purin et les digestats liquides, la dilution avec de l'eau minimale pour réduire les pertes d'ammoniac est de 1 :1. La meilleure dilution est de 1 :2, soit un volume d'effluents liquides pour deux volumes d'eau. Le tableau 6 récapitule les quantités d'eau potentiellement déversées dans la fosse d'un troupeau laitier.

Tableau 6. Quantité d'eaux usées déversées dans la fosse (source : PRIF, 2017)

Origine et quantité d'eau	m ³ /année
Nettoyage (7) et évacuation (6) des déjections de l'étable par UGB	13
Jus d'écoulement des eaux de pluies par m ²	1.2
Eaux de lavage	
chambre à lait (postes de traite = PT)	6 + 0.6*PT
citerne refroidissement (volume = V)	0.018*V
traite à pots (poste de traite = PT)	36 + 6*PT
traite directe (poste de traite = PT)	48 + 6*PT
traite avec stalles (=S)	6*S
traite automatique	300

- Teneurs en éléments nutritifs

Le tableau 6 présente les teneurs indicatives des engrais de ferme produits par un troupeau laitier. Seule une partie des éléments nutritifs publiés par Agroscope (PRIF, 2017) sont repris. L'azote disponible (N_{disp}) correspond à la fourniture d'azote potentiellement assimilée par une prairie ou un pâturage durant la saison. Ce sont également les formes biodisponibles de P (anhydride phosphorique P_2O_5) et de K (oxide de potassium K_2O) qui figurent au tableau 6. La teneur en matière sèche (MS) est également indicative.

Ces normes sont illustrées à nouveau par l'exemple d'une prairie intensive à 1'100 m. La couverture des besoins en azote de la végétation est assurée avec trois apports de 20 m³ de purin dilué 1 :2, soit 76 kg N/ha/année.

Tableau 7. Teneurs en kg/m³ des engrais de ferme d'un troupeau laitier (source : PRIF, 2017)

Troupeau laitier	MS	N_{disp}	P_2O_5	K_2O
lisier non dilué	90	2.7	1.7	7.5
purin non dilué	75	3.8	1.1	11.0
fumier en tas	190	1.8	3.0	6.1
fumier stabulation libre	210	2.5	2.2	10.0

5. Influence sur la végétation

Les essais conduits de 2012 à 2014 par l’Institut agricole de Grangeneuve et la Haute école de Zollikofen permettent d’illustrer les effets de diverses techniques de fertilisation sur la végétation d’une prairie de fauche intensive (Aeby et al., 2017). La comparaison portait sur trois variantes de fumure minérale et trois techniques d’épandage du lisier (déflecteur à assiette, pendillards simple et à patins).

Aucune différence significative de **rendement de la prairie** n’a été mesurée entre les procédés d’épandage (figure 6, trois colonnes de droite). La quantité absolue d’azote économisé est de 2 à 5 kg N/ha et par épandage, soit entre 10 et 15% de la quantité d’azote disponible épandue. En comparaison avec la quantité d’azote organique présente dans une prairie (5 à 8 t/ha dont 2 à 3% sont minéralisés par an), l’impact d’une variation de quelques kilogrammes d’azote ne peut pas être spectaculaire sur le rendement. A dose d’azote disponible équivalente, la fumure minérale (figure 6, trois colonne de gauche) a produit un rendement égal ou supérieur à la fumure organique. Les données de rendement mesuré dans d’autres essais internationaux confirment ces résultats (figure 7). La figure 3 met en perspective ce résultat avec quinze essais internationaux. Les pendillards simples ont produit en moyenne un rendement supérieur de 1% par rapport aux déflecteurs (losanges verts). Les pendillards à patins présentent un profil légèrement plus favorable avec un gain de 3% (carrés bleu). L’essai de Grangeneuve se situe dans la variabilité de ces résultats.

La figure 6 apporte également des résultats concernant la **composition botanique de la prairie**. La fumure minérale NPK et NNPK (double dose de N) a stimulé les graminées au détriment des légumineuses, en raison d’une meilleure disponibilité de l’azote sur la parcelle. La fumure influence le rendement de la prairie non seulement de façon directe, mais également de façon indirecte au travers de la proportion des espèces. Les procédés avec lisier avaient une composition se rapprochant du procédé PK: pourtant, malgré la même composition, les procédés avec lisier ont produit 4% de moins.

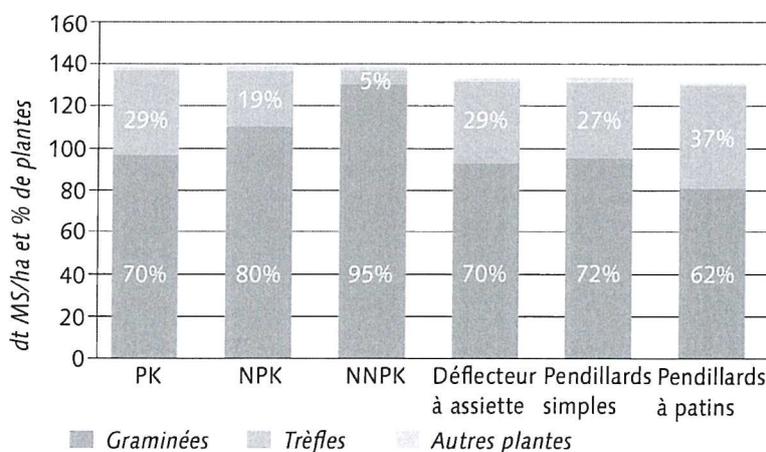


Figure 6. Rendement et composition botanique de la prairie à Grangeneuve (source : Aeby et al., 2017)

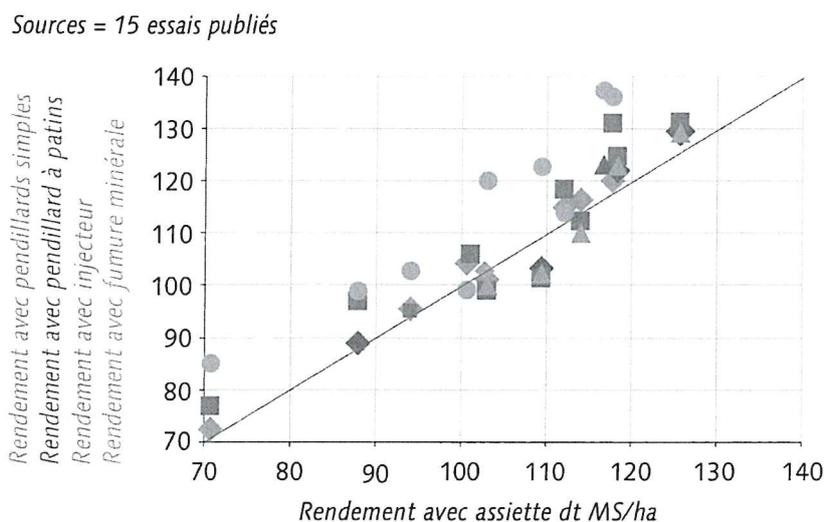


Figure 3. Rendement de la prairie selon divers procédés. Comparaison internationale entre épandage en nappe (déflecteur à assiette) et autres techniques d'épandage diminuant les émissions (pendillards simple et à patins, injecteur), ainsi que fumure minérale (source : Aeby et al., 2017).

Les résultats de ces essais désignent les conditions de gestion du lisier et des sols comme source principale de variation du rendement des prairies, notamment :

- Le poids des machines d'épandage peut induire des compactages de sol;
- La réorganisation de l'azote dans la matière organique du sol diffère selon le rapport C/N du lisier;
- L'action alcaline puis acide du lisier peut avoir des effets sur la disponibilité du phosphore;
- Les substances secondaires du lisier peuvent perturber le développement des racines;
- Les feuilles peuvent être brûlées par des lisiers trop épais ou insuffisamment dilués.

Enfin, des recommandations sont faites par Aeby et al. (2017) afin d'assurer la propreté des fourrages après l'utilisation d'un pendillard. Les facteurs suivants sont à prendre en compte:

- Une dose supérieure à 30 m³ /ha augmente les risques de salissures.
- Les pendillards qui épandent au ras du sol présentent moins de risques que de simples tuyaux qui pendouillent sur la végétation.
- Les intervalles entre pendillards à patins sont souvent plus étroits que les tuyaux simples, diminuant le dosage sur la ligne: 25 m³ /ha correspondent à plus de 100 m³ sur la ligne!
- Les salissures sont souvent importantes avec les déflecteurs, bien qu'on ne les voie pas forcément au premier abord.
- Au-delà de 5% de MS, le lisier reste collé aux parties végétales.
- L'épandage immédiatement avant ou sous une pluie fine est le facteur le plus efficace de dilution du lisier, de rinçage des plantes, de limitation des pertes de NH₃, et de pénétration dans le sol.
- Le stade de repousse de l'herbe joue un rôle: en principe, il est préférable d'aller immédiatement après la récolte. Mais synchroniser l'épandage avec la pluie est plus important encore.

IPG – Pendillard

- La technique ne sauve pas le mauvais purineur: de bons pendillards à patins utilisés sous des conditions chaudes et sur sol sec ont plus de pertes et sont plus salissants qu'un simple déflecteur sous une petite pluie fine et sur un sol frais.
- Les procédés avec lisier présentent régulièrement des rendements inférieurs aux procédés minéraux. Même si cette différence peut être expliquée par les pertes lors de l'épandage, il reste encore d'autres causes liées au sol, pas encore toutes maîtrisées.
- Les essais confirment une diminution des pertes d'ammoniac dans l'air avec les équipements épandant le lisier au plus proche du sol. En revanche, cette réduction se répercute de façon modeste sur une augmentation de rendement, car les quantités d'azote économisées en absolu – certes importantes pour l'environnement – sont faibles au point de vue agronomique.

Les essais d'Agroscope permettent d'apporter des informations supplémentaires.

- Des essais similaires à celui de Grangeneuve ont été réalisés à Tänikon et Arenenberg et ont montré une faible influence de la technique d'épandage sur le rendement des prairies (Huguenin et al., 2018).
- La base de données internationales concernant les effets de la technique d'épandage sur le rendement des prairies est complétée. Comparés au déflecteur sur assiette, le pendillard simple engendre un rendement supérieur de 2.5 %, celui à socs de 5.8% et l'injecteur de 7.5% (Huguenin et al., 2018).
- Des échantillons d'herbe ont été prélevés dans les procédés d'épandage de l'essai de Tänikon et ensilés séparément (Wyss et al., 2017). Les analyses de la charge en clostridies et en acide butyrique amènent les résultats suivants :
 - Les techniques d'épandage réduisant les émissions n'entraînent pas de préjudice affectant la qualité du fourrage, comparé à l'épandage en nappe ;
 - Le risque de salissure augmente avec une herbe ayant déjà repoussé, mais le risque est moindre avec un pendillard ;
 - ***Les teneurs en acide butyrique étaient plus élevées avec l'épandage en nappe.***

6. Conclusions

L'objectif de ce travail était de faire le point sur les incidences que pourrait avoir l'utilisation des pendillards sur la production de Gruyère AOP, en particulier sous l'angle de la qualité sanitaire des fourrages et du lait. Le recherche bibliographique effectuée a conduit au constat d'une très faible disponibilité de références sur le sujet. Deux hypothèses principales sont proposées :

- D'une part, les risques de contamination de l'herbe par le lisier/purin et les digestats liquides sont principalement liés à l'état de la végétation et du sol, aux facteurs climatiques et à la dilution réalisée au moment de l'épandage.
- D'autre part, les salissures augmentent en lien avec la hauteur de l'herbe, de manière plus prononcée avec un épandage en nappe que pour des pendillards.

Si les pendillards et autres systèmes préconisés permettent de réduire les émissions, le coût engendré par une éventuelle obligation doit être pris en considération. De plus, la faible disponibilité des machines d'épandage au moment opportun est un risque reconnu. Des exceptions justifiées agronomiquement et environnementalement sont toutefois possibles.

Bibliographie

Aeby P., Andrey C., Mattei G., Kupper T. et Reidy B. 2017. Techniques d'épandage du lisier. Revue UFA, 10/17, 4p.

Godden B. et Luxen P. 2015. Les engrais de ferme : les lisiers. Brochure Livret Lisier. Wallonie.

Groupe BDU. Groupe de travail Boden-Düngung-Umwelt. 2005. Réduire les pertes d'ammoniac à l'épandage des engrais de ferme. Revue UFA, 12/05, 2p.

Huguenin-Elie O., Nyfeler D., Ammann C., Latsch A. et Richner W., 2018. Effets des techniques d'épandage du lisier sur l'azote et le rendement des prairies. Recherche agronomique Suisse, 9 (7-8) : 236-247.

Kupper T. 2017. Beurteilung der Ansäuerung von Gülle als Massnahme zur Reduktion von Ammoniakemissionen in der Schweiz - Aktueller Stand. Bericht erstellt im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) 3003 Bern. Berner Fachhochschule. 45 p.

OFEV et OFAG. 2016. Objectifs environnementaux pour l'agriculture. Rapport d'état 2016. Office fédéral de l'environnement, Berne. Connaissance de l'environnement n°1633, 116 p.

PRIF, chapitre 4. Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse. 2017. Propriétés et utilisation des engrais. Recherche agronomique Suisse 8 (6), publication spéciale.

PRIF, chapitre 5. Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse. 2017. Techniques d'épandage des engrais de ferme, des engrais de recyclage et des engrais minéraux. Recherche agronomique Suisse 8 (6), publication spéciale.

Schoop J. et Fischler M. 2020. Techniques d'épandage diminuant les émissions. Agridea.

Verordnungspaket Umwelt Frühling 2020, Erläuterungen der Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Referenz/Aktenzeichen: S283-1347.

Webb J., Pain B. F., Bittman S. et Morgan J. 2010. The impact of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response – a review. Agric. Ecosyst. Environ. 137 (1-2), 39-46.

Wyss U., Latsch A. et Nyfeler D. 2017. Influence de la technique d'épandage du lisier sur la qualité des ensilages. Recherche Agronomique Suisse 8 (4): 134-141.