



Séparation de lisier de bovin en phases

Centre de référence sur la séparation en phases de lisier de bovins chez Christof Kaut
(Mertesheide 21, Alster - 4790 Burg Reuland).

En quelques mots

Le centre de référence sur la séparation de phases a été mis en place avec le soutien du Service public de la Wallonie. Les objectifs de ce CRE sont :

- autoriser le stockage de la phase solide au champ sans risques environnementaux,
- évaluer l'utilisation de la phase solide comme litière,
- informer les éleveurs de l'intérêt de la séparation des phases du lisier par l'organisation de journées d'étude ou de rencontres à la ferme au sujet de la séparation de phases,
- évaluer la valeur fertilisante de la phase solide en culture de maïs fourrager.

En collaboration avec de nombreux partenaires (CRA-W, Protecteau, UCL, SPW,...), nous avons défini le protocole des travaux et les mesures à réaliser pour la campagne 2015 – 2016 :

- suivi de l'évolution de la phase solide au cours du temps (3 répétitions),
- calcul d'un bilan de séparation (4 répétitions),
- caractérisation de la phase solide à différents taux de matière sèche,
- mise en place et suivi d'un tas de phase solide une fois pendant 6 semaines et une fois durant toute la durée de compostage (c.-à-d. jusqu'à ce que la température du tas atteigne la température ambiante).

Le centre de référence a été prolongé pour la campagne 2016 – 2017, ce qui nous permet d'agrandir le champ d'action pour nos travaux:

- mise en œuvre de la phase solide comme litière,
- valorisation de la phase solide en culture de maïs,
- mesure des pertes ammoniacales après épandage de phase solide, phase liquide et lisier,
- suivi de compostage de 2 tas de phase solide à différentes teneurs en matière sèche,
- définition de la valeur financière de la phase solide et de la phase liquide.

La technique de séparation en phase d'engrais organiques liquides (lisier, digestat) est une technique qui permet d'obtenir une fraction solide et une fraction liquide. Les caractéristiques des phases sont influencées par la technique de séparation (séparation par gravité, séparation par action mécanique, séparation par force centrifuge) et le type de la matière d'origine (teneur en matière sèche, présence de débris végétaux,...). Dans ce centre de référence, nous avons travaillé avec un séparateur mécanique (séparateur à vis).

La phase solide peut trouver plusieurs pistes de valorisation au sein d'une exploitation agricole : valorisation comme litière dans les logettes, fertilisation des cultures et des prairies, exportation de minéraux.

La phase liquide quant à elle trouve une bonne valorisation quand elle est épandue sur les prairies. Grâce à sa teneur réduite en matière sèche (par rapport au lisier initial), elle pénètre plus rapidement dans le sol, ne colle pas sur la végétation et permet de réduire les pertes ammoniacales par volatilisation. Si elle est réintégrée dans le lisier, celui-ci devient plus liquide, ce qui présente de nombreux avantages.

Il est possible de concentrer jusqu'à un maximum 20 % de l'azote et 20 % du phosphore du lisier dans la phase solide. En séparant une phase solide humide (teneur en MS d'environ 17%), on peut diminuer le volume de stockage de lisier de 15 %. Avec une phase solide sèche, 12 % de la masse du lisier se retrouve dans la phase solide après séparation.

La phase solide est très volumineuse, un kg de phase solide prend un volume d'environ 4 litres.

La législation actuelle en vigueur en Région Wallonne (PGDA 3) permet un stockage au champ de la phase solide, seulement après 3 mois de stockage sur une aire bétonnée étanche et une teneur minimale en matière sèche de 25 %.

La phase solide stockée à l'extérieur se composte facilement, sans apparition de jus d'écoulement. La phase solide chauffe immédiatement après séparation. Plus elle est sèche, plus les températures augmentent (jusqu'à 70 °C).

Lorsque la phase solide est épandue au champ, surtout par temps sec et en présence de vent, on observe des pertes ammoniacales, d'autant plus que la phase solide est fraîche. La teneur en ammoniac dans la phase solide stockée en tas diminue très vite après séparation.

Matériel et méthodes :

Le séparateur de l'exploitation agricole est un séparateur à vis de la firme HVD technologies (Harry Van Dael info@hvdtechnologies.be). Le séparateur sur l'exploitation Kaut est alimenté avec du lisier de vaches laitières de race Holstein. La composition du lisier reste stable au cours de la période de mesures avec des légères oscillations au niveau de la teneur en matière sèche, qui reste relativement élevée à 9,5 %. Un bon fonctionnement de la presse nécessite du lisier bien mélangé (prévoir idéalement une préfosse) et homogène.



Photo 1 et 2 : séparateur de phases de l'exploitation Kaut

Résultats et discussions

La valorisation de la phase solide

La phase solide est valorisée comme litière dans les logettes des vaches laitières. La phase solide utilisée comme litière doit être aussi sèche que possible avec des teneurs de 30 à 35 % de MS. Une fois séparée, la phase solide commence directement à chauffer. Pour des raisons sanitaires, il faut absolument éviter que la phase solide chauffe, faute de quoi la santé mammaire est impactée.

La phase solide doit donc être utilisée dans les heures qui suivent le pressage. La presse fonctionne la nuit selon un horaire programmé. D'après l'expérience des agriculteurs, il faut être très attentif quant à l'utilisation de la phase solide comme litière. Tous les 2 à 3 jours, il faut en mettre dans les logettes. Afin d'éviter un échauffement de la phase solide, il faut éviter de déposer en une fois des couches de plus de 5 cm d'épaisseur dans les logettes. Un certain temps est donc nécessaire avant que la couche de 15-20 centimètres nécessaire au confort des vaches se stabilise. Selon les éleveurs, disposer au départ d'une couche stable de paille/chaux en fond de logettes permet d'accélérer fortement cette stabilisation. Les éleveurs appliquent par épandage une quantité de 60 litres de phase solide par logette. Alimenter les 200 logettes demande le lisier de 80 vaches. Les vaches sont particulièrement propres, un gain de temps lors de la traite en est la conséquence.



photo 3 et 4 : phase solide comme litière dans les logettes

Du point de vue hygiène et santé mammaire, les éleveurs sont très contents de leurs résultats. La moyenne de cellules de 2016 est de 198 000. En ce qui concerne les germes, la moyenne tourne autour de 4 000. Durant l'année 2017, les teneurs en cellules restent constantes autour de 160 000 à 180 000, avec des maxima de 220 000.

Lors des conditions climatiques chaudes et humides, les agriculteurs mélangent une chaux désinfectante dans la phase solide afin de limiter le développement de pathogènes nuisibles à la santé mammaire.

Températures en °C	Avant l'ajout de phase solide	12h après l'ajout de phase solide	24h après l'ajout de phase solide	48h après l'ajout de phase solide
Logette 1	12,5	28	18	11
Logette 2	16	30	22,5	18,5
Logette 3	14,5	25,5	25	14
Logette 4	14	13	17	11

Tableau 1: évolution de la température dans les logettes

Pendant les heures qui suivent l'application de la phase solide, on observe une augmentation de la température mesurée dans les logettes. Cet échauffement s'arrête au bout de 48 heures. Les températures ne dépassent pas 30 °C. Les résultats de santé mammaire et le confort des vaches démontrent les aspects positifs de ce choix de litière.

Avant d'utiliser la phase solide de lisier de bovins, on conseille pourtant d'en parler à sa laiterie, afin d'avoir leur avis sur ce type de litière.

Évolution de la phase solide

La phase solide (dans ce cas-ci stockée à l'intérieur – à l'abri d'importantes pluies) sèche assez vite après la séparation. Suite à la perte en eau, les nutriments de la phase solide se concentrent et leurs teneurs dans la matière fraîche augmentent.

	lisier brut	phase liquide	phase solide fraîche	phase solide 24 h	phase solide 7 j
pH	6,8	7,1	7,3	7,9	7,7
% MS	10,3	7,2	32,0	32,5	40,7
	kg / T de produit frais				
N tot	4,69	4,47	5,42	6,21	6,33
N-NH₄	1,48	1,58	1,08	0,51	0,31
%N-NH₄	31 %	35 %	20 %	8 %	5 %
K₂O	5,08	4,42	4,38	4,64	5,90
P₂O₅	1,58	1,46	1,84	2,11	2,72
Na₂O	0,82	0,74	0,68	0,73	0,98
MgO	1,51	1,36	2,07	2,19	3,01
CaO	2,73	2,47	4,37	4,48	6,17

Tableau 2: évolution de la phase solide sèche et aperçu du lisier et de la phase liquide

Les teneurs en nutriments de la phase solide sont assez variables et fort dépendants des teneurs du lisier initial. Plus la phase solide est sèche (tableau 2), plus elle est riche en nutriments.

	lisier brut	phase liquide	phase solide fraîche	phase solide 24 h	phase solide 7 jours
pH	7,1	7,5	7,6	7,9	8,1
% MS	9,5	6,9	24,3	25,9	29,3
	kg / T de produit frais				
N tot	5,0	4,6	5,6	5,7	7,5
N-NH₄	1,8	1,9	1,4	1,0	0,1
%N-NH₄	35%	41%	24%	17%	2%
K₂O	5,1	4,8	4,7	4,7	6,0
P₂O₅	1,9	1,7	1,8	1,9	2,6
Na₂O	1,1	1,0	0,9	1,0	1,2
MgO	1,6	1,4	2,0	2,1	2,7
CaO	2,9	2,5	4,0	4,4	5,5

Tableau 3: évolution de la phase solide humide et aperçu du lisier et de la phase liquide

La fraction ammoniacale (N-NH₄) d'une phase solide fraîchement séparée tourne autour de 20 % par rapport à la teneur en azote total. Plus la phase solide est humide, plus la teneur en azote ammoniacal est élevée, en ce qui concerne la phase solide fraîchement séparée.

Au bout de quelques heures après séparation, la teneur en ammoniac diminue de manière importante, ce qui classe la phase solide (24 h après séparation) comme une matière organique à action lente.

Bilan de séparation

Il est possible de régler la pression hydraulique exercée sur la phase solide en processus de séparation afin d'influencer sa teneur en matière sèche. Plus la teneur en matière sèche de la phase solide est élevée, plus la séparation prend du temps et la consommation électrique augmente. On peut compter 10 minutes pour la séparation d'1 m³ de lisier.

En fonction de la destination de la phase solide, il est donc conseillé de modifier sa teneur en matière sèche. Si la séparation est réalisée dans le but d'une valorisation en tant que litière, la phase solide doit être la plus sèche.

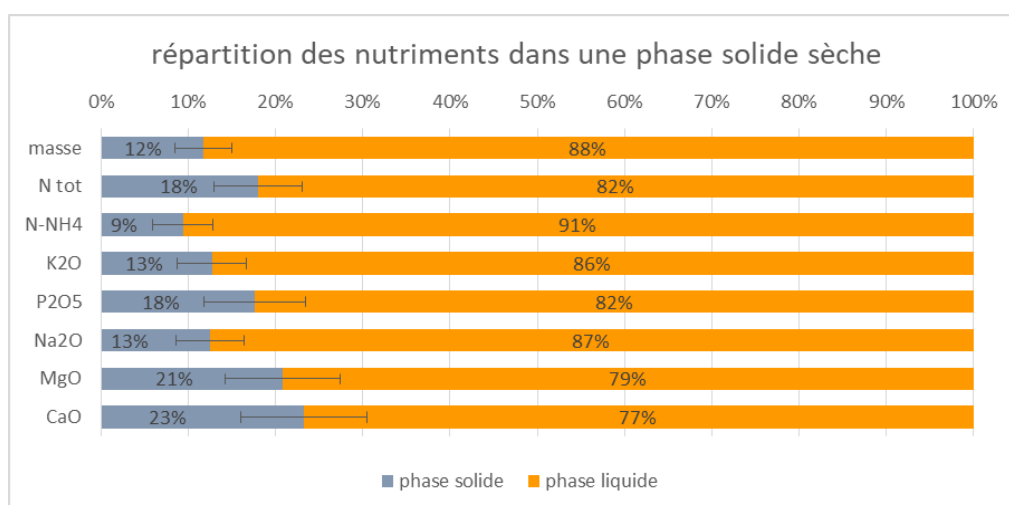
Étant donné que la phase solide est une matière très volumineuse et légère, la séparation fournit en moyenne 110 à 150 kg de phase solide par T de lisier, ce qui correspond à des volumes importants à manipuler d'environ 500 l de phase solide par T de lisier. La densité de la phase solide fraîchement séparée varie de 230 à 300 kg en fonction de sa teneur en matière sèche. La séparation de lisier fournit à côté de la phase solide entre 820 - 900 litres de phase liquide par tonne de lisier.

La répartition des nutriments dans les différentes phases est principalement influencée par la teneur en matière sèche de la phase solide.

	moyenne	minimum	maximum	moyenne	minimum	maximum
	phase solide sèche <i>(34,4 % MS - moyenne 6 répétitions)</i>			phase solide humide <i>(28,4 % MS – moyenne 2 répétitions)</i>		
masse	12%	8%	18%	15%	13%	16%
% MS	46%	30%	54%	17%	15%	18%
Ntot	18%	11%	23%	11%	13%	10%
N-NH ₄	9%	6%	15%	10%	11%	8,5%
K ₂ O	13%	8%	16%	14%	16%	12%
P ₂ O ₅	18%	11%	24%	15%	15%	15%
Na ₂ O	13%	8%	16%	14%	15%	13%
MgO	21%	11%	27%	18%	19%	18%
CaO	23%	12%	31%	21%	21%	21%

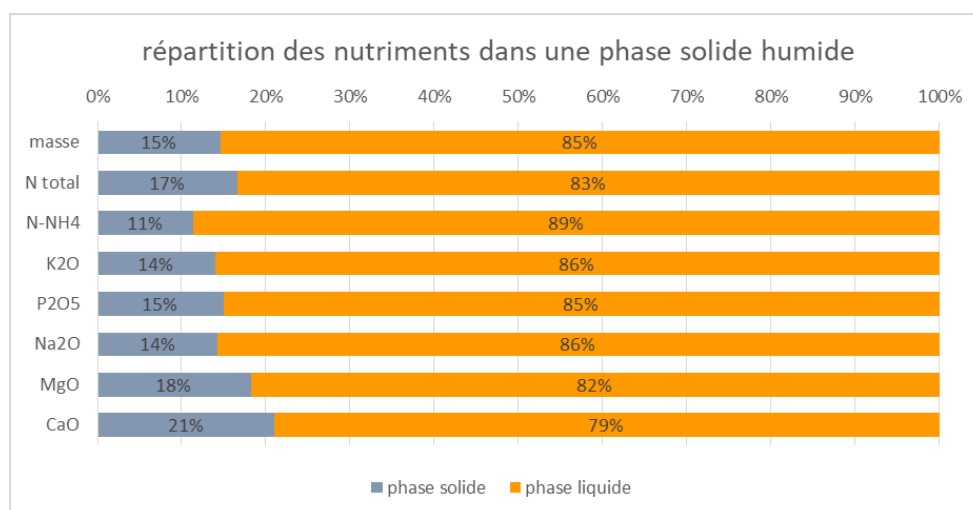
Tableau 4: répartition des nutriments dans les différentes phases

En utilisant une technique de séparation en phases du lisier, il n'est pas possible avec le séparateur testé d'atteindre 20 % de diminution de volume de stockage de lisier. En moyenne, on tourne autour de 12 à 15 % (en fonction de la teneur en MS de la phase solide).



Graphique 1: répartition de nutriments suite à la séparation avec un séparateur à vis (phase solide sèche 34,4 % MS en moyenne)

Étant soluble dans l'eau, l'azote ammoniacal se trouve plus concentré dans la phase liquide du lisier. L'azote organique reste cependant plus dans la phase solide. Environ 18 % de l'azote du lisier, avec des minima de 11 % et des maxima de 23 % (tableau 9), se retrouvent dans la phase solide suite à la séparation. À l'exception du potassium et du sodium, les nutriments se concentrent plus dans la phase solide. Avec des résultats variant entre 11 % et 24 % (tableau 9), on obtient une répartition moyenne du phosphore de 18 % en phase solide.



Graphique 2: répartition de nutriments suite à la séparation (phase solide humide 28,4 % MS en moyenne)

On peut augmenter le rendement massique moyen de la phase solide, lorsque celle-ci est plus humide. Les teneurs en azote ammoniacal et en potassium sont plus élevées dans cette phase. Pour l'azote organique et le phosphore, on observe le contraire : plus la teneur en matière sèche de la phase solide est faible, moins ces 2 éléments sont concentrés.

L'usage d'un séparateur à vis permet de réduire le volume de stockage de matières organiques liquides d'au maximum 15 %. Parallèlement, il va falloir gérer des volumes importants de phase solide, pour lesquels la législation en vigueur de la Région Wallonne (PGDA 3) oblige à les stocker pendant 3 mois sur une aire bétonnée étanche et, seulement après au champ, à condition que sa teneur en matière sèche soit supérieure à 25 %.

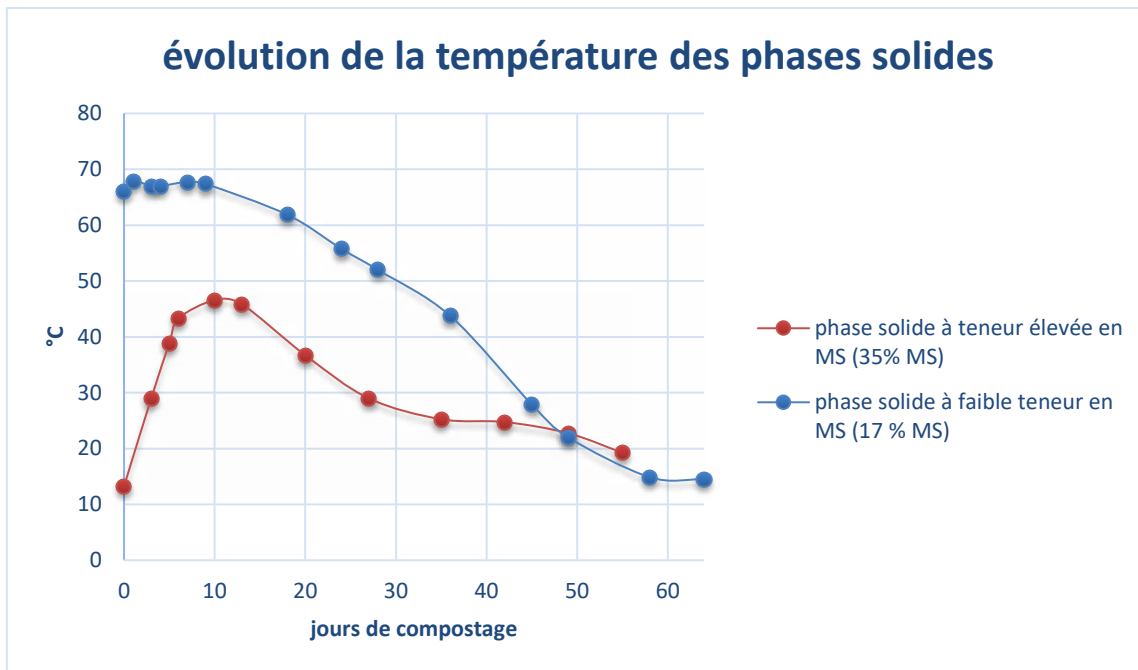
Le stockage de la phase solide au champ (compostage)

Afin de pouvoir recueillir des informations sur le stockage au champ, nous avons suivi, durant plusieurs semaines, des tas de phase solide à différentes teneurs en matière sèche ; de la phase solide sèche à 35 % MS et de la phase solide humide à 17 % MS. La phase solide est une matière qui commence immédiatement à monter en température et qui composte très facilement. Grâce à sa structure volumineuse et à sa faible densité, la phase solide stockée en tas est en conditions d'aérobiose en permanence (sans retournement de l'andain). Même durant les périodes avec beaucoup de précipitations, nous n'avons observé en aucun moment des pertes par des jus d'écoulement.



photo 5 et 6: phase solide stockée au champ – à gauche phase sèche (35 % MS) et à droite phase humide (17 % MS)

Suite au compostage de la phase solide, la consommation de carbone et les pertes d'eau vont de pair avec l'activité des organismes décomposeurs et le séchage du tas contribue à une diminution du volume du tas de 25 à 30 % et de 20 à 30 % de sa masse en 8 semaines. En fonction de la teneur en matière sèche de la matière initiale, le compostage se déroule différemment.



Graphique 3: compostage de la phase solide sèche et de la phase solide humide

Pendant les 10 premiers jours, la température de la phase solide sèche se rapproche de 70 °C. Après 2 semaines, la température diminue de manière régulière, d'environ 7 °C par semaine.

La température de la phase solide à faible teneur en matière sèche n'est pas montée jusqu'à 50 °C. Il a fallu une semaine avant qu'on voie un échauffement significatif du tas. Durant une semaine, la température reste à environ 45 °C, avant de diminuer de 20 °C en trois semaines.



Photo 7: phase solide à la fin du compostage

L'aspect de la phase solide change remarquablement pendant son compostage. Au bout de 10 semaines, un mycélium a parcouru tout le substrat, le rendant grumeleux. Le fond du tas était collant.

Analyses de la phase solide	Phase solide à teneur MS élevée		Phase solide à faible teneur en MS	
	Début stockage	Fin stockage	Début stockage	Fin stockage
% MS	35,3	51,9	17,3	17
N tot	7,34	13,65	3,89	4,89
N NH ₄	0,34	0,14	0,83	0,24
N / NH ₄	4,6 %	1,0 %	21,2 %	4,9 %
K ₂ O	4,74	9,04	2,48	2,57
P ₂ O ₅	2,38	4,6	1,34	2,36
Na ₂ O	1,51	3,38	0,49	0,5
MgO	3,63	7,48	1,07	1,75
CaO	6,19	13,76	2,29	3,59

Tableau 5: analyses des phases solides sèches et humides au début et à la fin du compostage

Les concentrations en nutriments de la phase solide augmentent fortement suite au compostage du substrat, ceci d'autant plus que sa teneur en matière sèche augmente.

La valorisation de la phase liquide

Les teneurs en nutriments de la phase liquide ne sont pas influencées par le réglage du séparateur. La phase liquide présente l'avantage d'être plus fluide que le lisier, ce qui lui ouvre une piste de valorisation de préférence en prairie (pâturée).

Analyses des différentes matières	lisier	phase liquide	phase solide
pH	7,1	6,95	7,8
	en % produit frais		
matière sèche	10,6	8,4	34,5
	en kg / T de produit frais		
N total	5,48	5,33	6,54
N-NH₄	1,54	2	0,87
% N-NH₄	28 %	38 %	13 %
K₂O	5,14	4,65	4,04
P₂O₅	1,86	1,9	1,93
Na₂O	1,21	1,23	0,97
MgO	2,02	2,17	3
CaO	2,7	3,21	5,3

Tableau 6: les nutriments des différentes phases

Les éléments solubles dans l'eau – l'azote ammoniacal, le sodium et le potassium – se concentrent plus dans la phase liquide. Contrairement au lisier brut, relativement épais dans l'exploitation concernée, la phase liquide épandue en prairie ne colle pas sur la végétation et pénètre plus vite dans le sol.

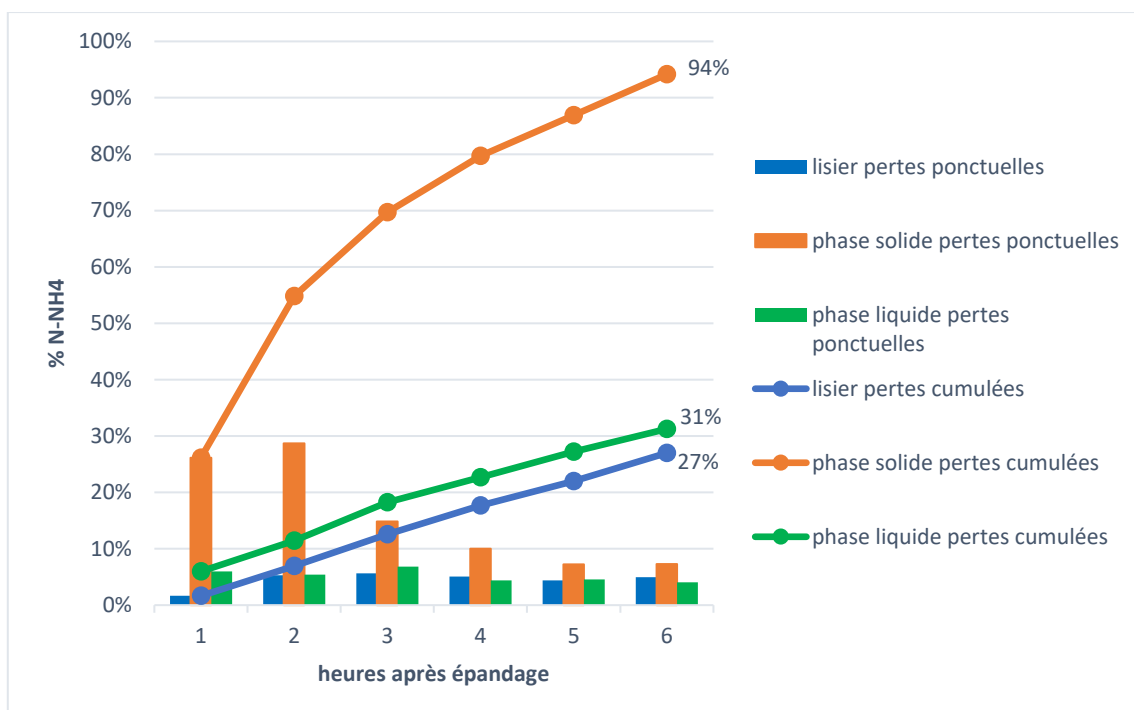
Les pertes ammoniacales par volatilisation

Afin de quantifier les pertes ammoniacales par volatilisation après épandage des différentes matières, nous avons réalisé des mesures. On a fixé les quantités de matières organiques à épandre à 80 kg N / ha, ce qui correspond à 20 T de lisier, 20 T de phase liquide et 16 T de phase solide fraîchement séparée / ha. Sur ces quantités épandues, nous avons réalisé des mesures.



photo 8: mesures des pertes ammoniacales par volatilisation

On a réalisé les mesures un jour où les conditions météorologiques étaient défavorables pendant les 6 heures de mesures: une journée ensoleillée (température de l'air 12 °C) sans précipitations (humidité relative de l'air 55 %) et très peu de vent (11 km/h).



Graphique 4: pertes ammoniacales par volatilisation (04/04/2017)

L'entièreté de l'ammoniac de la phase solide s'est volatilisée suite à l'épandage. Les pertes ammoniacales du lisier et de la phase liquide sont moins importantes.

Les pertes ponctuelles de la phase liquide sont importantes les 3 premières heures après l'épandage et diminuent de plus en plus en même temps que la phase liquide pénètre dans le sol. Les pertes ponctuelles du lisier ne diminuent pratiquement pas au cours de la période de mesure (jusqu'à 6 heures après l'épandage).

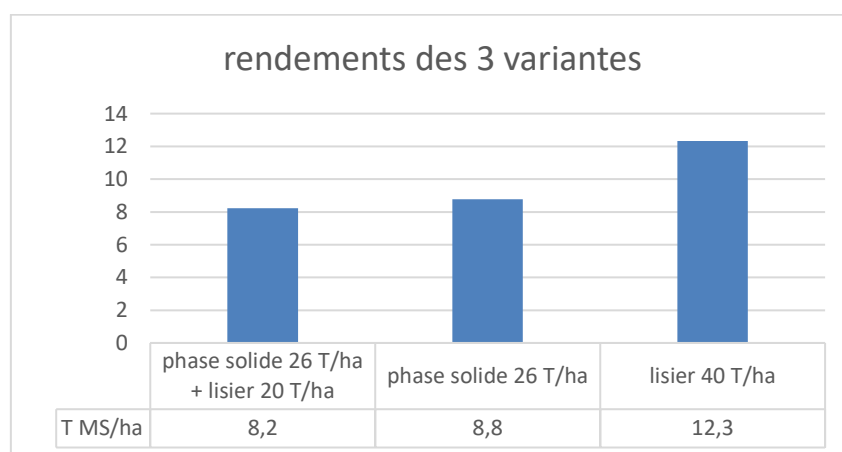
On peut conclure que la phase liquide, grâce à sa teneur moins élevée en matière sèche, est moins sujette aux pertes ammoniacales par volatilisation que le lisier brut. La phase solide par contre est susceptible de perdre l'entièreté de son ammoniac, ce qui souligne l'importance de l'épandre dans des conditions pluvieuses avec des températures basses et avec peu de vent ou bien de l'incorporer directement après épandage (en terre de culture).

La valorisation de la phase solide en culture de maïs

Dans la gestion de l'exploitation, la phase solide trouve un intérêt dans la fertilisation des cultures de maïs, surtout quand elles sont éloignées de la ferme. En transportant une matière sèche et concentrée en nutriments, on évite de transporter du lisier – moins riche, plus dilué et donc de l'eau – sur une grande distance.

Trois variantes de fertilisation ont été comparées :

phase solide 26 T/ha – phase solide 26 T/ha + lisier 20 T/ha – lisier 40 T/ha.



Graphique 5: rendements des différentes variantes de maïs ensilage

Les exportations d'une tonne de matière sèche sont de 13 unités N, 5 unités P₂O₅, 15 unités K₂O. Lorsque l'on se base sur un rendement de 10 T MS/ha, on exporte 130 u N, 50 u P₂O₅ et 150 u K₂O.

<u>Phase solide 7 jours</u>	Ntot	N efficace*	P ₂ O ₅	K ₂ O	Na ₂ O	MgO	CaO
Teneur moyenne kg /T matière fraîche	6,94	5,2	3	5,6	0,95	3,31	6,93

*On applique un coefficient d'efficacité de 0,75 pour l'azote de la phase solide.

Les besoins en phosphore de 10 T MS/ha de maïs ensilage sont couverts avec un apport de 17 T/ha de phase solide et ceux du potassium avec 27 T/ha. Seulement 19 T/ha couvrent les besoins azotés de 10 T MS/ha de maïs ensilage.

Ces valeurs sont à considérer comme des valeurs théoriques, puisque les teneurs en nutriments de la phase solide varient fortement en fonction des teneurs du lisier, de la teneur en MS de la phase solide et de son âge, donc de sa durée de stockage.

Valeur financière des différentes matières

Les caractéristiques de la phase solide évoluent assez rapidement après la séparation. La teneur en MS augmente et les nutriments se concentrent. En fonction du lisier séparé, de la teneur en MS initiale de la phase solide, de la durée et des conditions de stockage etc., la teneur en nutriments des phases évolue, ce qui influence leur valeur financière.

Les valeurs financières sont calculées avec les résultats moyens d'analyse de matière obtenus dans le cadre de ce centre de référence.

	phase solide de lisier		phase liquide de lisier		€/unité 2018
	prairie permanente	grande culture	prairie permanente	grande culture	
N tot	6,94x 0,75* x 0,8	6,94x 0,75* x 0,8	4,43 0,70** x 0,8	4,43 0,70** x 0,8	0,80 €
	€ 4,2	€ 4,2	€ 2,5	€ 2,5	
K₂O	5,6 x 0,56	5,6 x 0,5	4,53 x 0,5	4,53 x 0,5	0,50 €
	€ 3,1	€ 2,8	€ 2,3	€ 2,3	
P₂O₅	3,03 x 1,46	3,03 x 0,73	1,51 x 1,46	1,51 x 0,88	1,46 € prairie / 0,73 € culture
	€ 4,4	€ 2,2	€ 2,2	€ 1,1	
Na₂O	0,95 x 0,30	0,95 x 0,30	0,79 x 0,30	0,79 x 0,30	0,30 €
	€ 0,3	€ 0,3	€ 0,2	€ 0,2	
MgO	3,31 x 0,60	3,31 x 0,60	1,48 x 0,60	1,48 x 0,60	0,60 €
	€ 2,0	€ 2,0	€ 0,9	€ 0,9	
CaO	6,93 x 0,10	6,93 x 0,10	2,58 x 0,10	2,58 x 0,10	0,10 €
	€ 0,7	€ 0,7	€ 0,3	€ 0,3	
Total €/T	€ 14,7	€ 12,2	€ 8,4	€ 7,3	

Tableau 7: valeur financière des différentes matières fertilisantes (2018) (source Agra Ost – la valeur des engrais de ferme 2018)

*0,75: coefficient d'efficacité de la phase solide par rapport à un engrais chimique

** 0,70 : coefficient d'efficacité de la phase liquide par rapport à un engrais chimique

Pour la phase solide, on a défini un coefficient d'efficacité de 0,75 par rapport à un engrais chimique. Cette efficacité est la même que celle du fumier de bovin composté. Le coefficient d'efficacité de la phase liquide est de 0,70 comme celui du lisier de bovins.

Grâce à ses concentrations élevées en nutriments, la phase solide de lisier de bovin est une matière fertilisante dont la valeur économique est de 14,7 €/T en prairie permanente et 12,2 €/T en grande culture. La phase liquide quant à elle est moins concentrée en nutriments et sa valeur économique est donc inférieure à celle de la phase solide. Avec 8,4 €/T en prairie permanente et 7,3 €/T en grande culture, sa valeur financière se rapproche de celle du lisier dont la valeur financière pour la campagne 2018 a été fixée par Agra-Ost à 7,72 €/T en prairie et 6,4 €/T en grande culture.

José Wahlen

Pierre Luxen

Agra-Ost