

VALOR* un logiciel pour l'optimisation de l'utilisation des engrais de ferme à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle

B. Godden¹

Avec la collaboration de P. Luxen¹, R. Oger², E. Martin³, D. Buffet² et J.P. Destain⁴

Les effluents d'élevage, de véritables engrais de ferme

Dans nos systèmes agricoles, les effluents d'élevage sont encore trop souvent considérés exclusivement comme des amendements de qualité, certes reconnus, mais dont l'apport en éléments fertilisants n'est pas bien mesuré. Pourtant, cet apport est important puisque, par exemple, les bovins rejettent plus de 70 % de l'azote et du phosphore, et plus de 90 % du potassium qu'ils ingèrent.

Parmi les raisons expliquant cette lacune, on invoque régulièrement :

- une composition très variable des effluents : cette variabilité est liée aux espèces animales élevées, au type de spéculation et au type de stabulation. Toutefois, les compositions moyennes sont connues (tableau 9.1.) et il est par ailleurs toujours possible d'analyser les effluents de son exploitation ;
- une dynamique de libération de l'azote variable et liée à la teneur ammoniacale, au rapport carbone/azote (C/N), et aux conditions climatiques mais on peut par une analyse mesurer la fourniture en N minéral du sol et prévoir la libération future sur base de renseignements précis relatifs aux apports antérieurs de matières organiques ;
- une accessibilité au phosphore (P₂O₅) et au potassium (K₂O) moindre que celle des engrais minéraux en contenant mais le P₂O₅ et le K₂O de ces mêmes engrais minéraux servent surtout à alimenter le garde-manger du sol et c'est ce sol qui régule la fourniture en P₂O₅ et en K₂O. Il n'y a donc pas lieu de considérer de coefficient d'équivalence engrais organique/engrais minéral ;
- une performance du matériel d'épandage ne garantissant pas un résultat aussi homogène qu'avec celui utilisé pour les engrais minéraux mais ce n'est plus vrai pour un effluent comme le lisier, et pour composts et fumier l'homogénéité d'épandage avec le matériel actuel est bien supérieure à celle qu'on obtenait par le passé.

¹ Agra Ost

² CRA-W – Dpt Agriculture et Milieux naturels

³ CRA-W – Dpt Logistique

⁴ CRA-W – Direction Générale

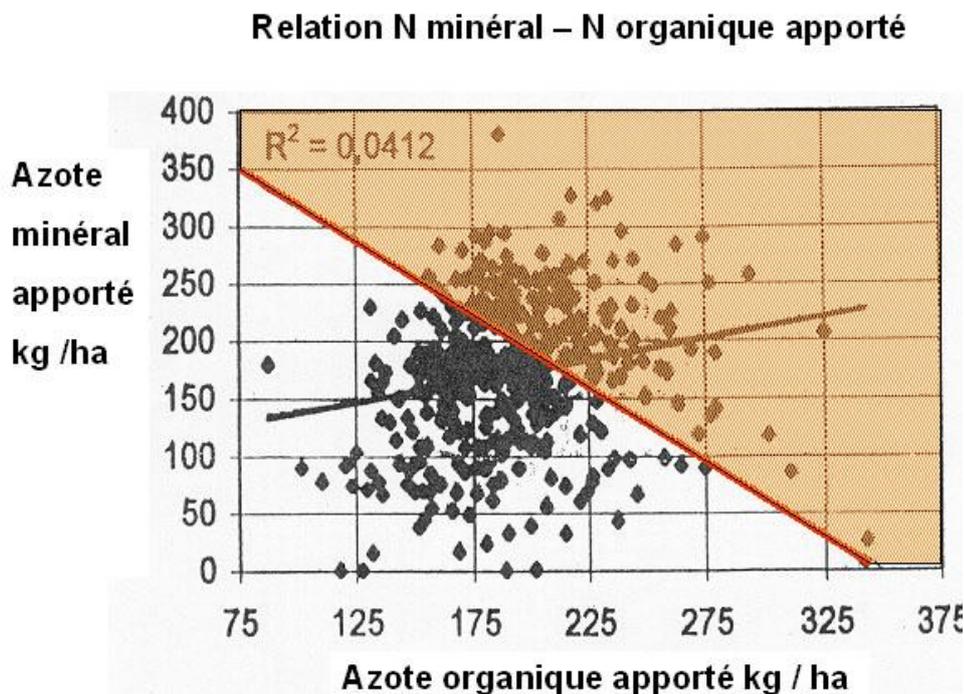
* réalisé avec le soutien du SPW DGO3

Il s'agit donc là de mauvaises raisons qui encore trop souvent jusqu'à présent ont entraîné un manque de confiance vis-à-vis des engrais de ferme et ont conduit par le passé à une absence de comptabilisation de leur valeur fertilisante (exemple figures 1. et 2.)**5.

Tableau 1. – Caractéristique des divers engrais de ferme.

Type d'engrais de ferme	Matière sèche %	N _{total} Kg/tonne	Rapport N- NH ₄ ⁺ /N _{total} %	C/N	P ₂ O ₅ kg/tonne	K ₂ O kg/tonne
Fumier mou (raclage)	15	5,9	30	15	2	5
Fumier pailleux	20	5,9	9	14	3	6
Fumier composté	30	6.5	5	13	3,7	9,0
Lisier bovin	10	4.5	40 à 60	8	1.7	5.5
Lisier de porcs	9	6	50 à 70	8	6	3
Fumier de poulets	40	27	5 à 30	8	22	21

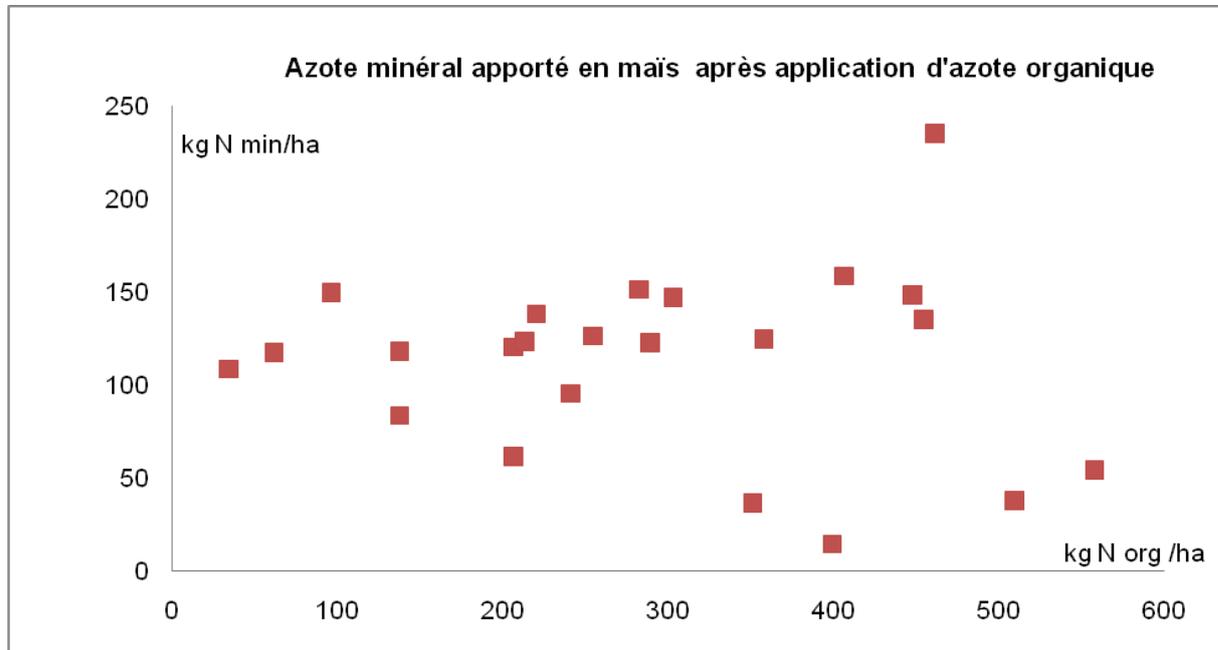
Figure 1. – Relation en apport d'azote minéral et azote organique dans les exploitations herbagères liégeoises (d'après D. Stilmant et al. (2002)).



** Études réalisées avant la mise en place du PGDA

Les exploitations qui se situent dans la partie supérieure droite se caractérisent par des apports élevés d'azote minéral alors qu'elles appliquent déjà des quantités importantes d'engrais de ferme.

Figure 2. – Relation entre apports fertilisants organique et minéral en culture de maïs.

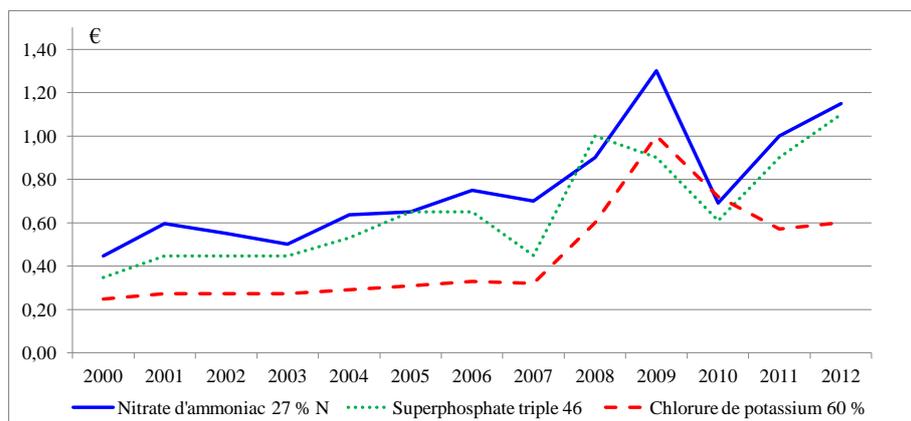


D'après les données de B. Romedenne, JP. Destain et M. Frankinet 2002.

Les apports d'azote minéral apparaissent une nouvelle fois indépendants des apports organiques.

A l'heure actuelle, non seulement le respect de la législation et des normes environnementales, mais encore et surtout le renchérissement très sensibles du coût des engrais minéraux imposent de considérer ces effluents d'élevage comme des engrais de ferme, de véritables engrais, qui ont constitué pendant des millénaires la principale source de matières fertilisantes (figure 3).

Figure 3. – Evolution du prix des engrais minéraux.



D'après les données d'Agra-Ost recueillies auprès des principaux fabricants opérants en Belgique.

Valor : un logiciel de gestion des engrais de ferme

Deux conditions sont essentielles pour mieux valoriser les engrais de ferme:

- bien quantifier et caractériser les productions réelles au niveau de l'exploitation agricole; ceci fiabilisera ultérieurement les renseignements sur les quantités réellement épandues.
- définir une répartition agronomiquement efficiente des différents engrais de ferme produits, sur le parcellaire de la ferme.

A cette fin Agra-Ost et le CRA-W ont développé le logiciel d'aide à la décision "**Valor**".

Les objectifs de Valor sont les suivants :

- déterminer les types d'engrais de ferme produits au niveau de l'exploitation, leurs quantités, ainsi que leurs compositions en éléments fertilisants N, P, K ;
- estimer les restitutions directes au pâturage ;
- émettre des propositions d'épandage des différents engrais de ferme produits, dans l'optique d'une meilleure valorisation des éléments fertilisants qu'ils contiennent, et en tenant compte de l'ensemble des contraintes ;
- valoriser économiquement les engrais de ferme dans les exploitations agricoles de Wallonie ;
- lever l'incertitude (N organique épandu) qui entache le conseil de fumure minérale donné par des logiciels d'aide à la décision ;
- harmoniser l'exploitation des résultats des travaux réalisés en Wallonie concernant l'efficacité des matières organiques.

Fonctionnement du logiciel : plusieurs étapes

Calcul des productions d'engrais de ferme

A partir de la description des cheptels, des hébergements et des présences en étable, le logiciel calcule les quantités des différents engrais de ferme produits, leur composition et leur valeur financière.

Exemple de production d'engrais de ferme (en tonnes), pour une situation où 20 veaux sont en étable paillée toute l'année, et 20 vaches laitières en stabulation paillée avec raclage fréquent, de novembre à mars (soit 5 mois en étable toute la journée), et en prairie d'avril à septembre.

STABULATION PAILLÉE				
		<u>Aire paillée:</u> Fumier pailleux	<u>Aire raclée</u> Fumier mou	Fosse Purin
20	Veaux de moins de 6 mois	44,8	-	-
STABULATION PAILLÉE AVEC RACLAGE FRÉQUENT				
20	Vaches laitières	63	72	18
Total		107,8	72	18

Le logiciel calcule les compositions (N, P,K) de chacune des aires de stockage, et leur valeur financière. A partir de la durée de pâturage, les restitutions directes en prairie par les pissats et bouses sont également calculées en fonction des types de bétail.

Outre la production par les animaux de l'exploitation, le logiciel intègre également les importations, exportations, dilutions et la transformation par compostage.

Calcul des besoins des cultures et des prairies en N, P et K

Les calculs des besoins globaux se font sur base des données du parcellaire :

- des superficies des cultures et des prairies ;
- des rendements escomptés des cultures (pour calculer les exportations prévues) ;
- du niveau de production des prairies, en tenant compte de la présence de légumineuses et du mode de gestion (nombre de passages des animaux au pâturage, nombre de coupes, ...) ;
- de l'enfouissement de sous-produits exportables comme les pailles ;
- des contraintes environnementales limitant les apports organiques (bord de ruisseau, MAE, zone de captage, etc) ;
- des arrières effets d'apports précédents (fumier pailleux à l'automne, compost venant de l'extérieur de l'exploitation, etc) ;
- etc.

Le logiciel calcule les besoins de chacune des parcelles, pour l'année pour laquelle le conseil est émis et permet de comparer cette proposition de gestion des engrais de ferme aux pratiques antérieure de l'année écoulée.

Tableau 2. – Exportations moyennes de quelques cultures (*).

Cultures	Rendement de référence (T/ha)	Besoins (kg/ha)		
		Azote	P ₂ O ₅	K ₂ O
Betterave sucrière		240	90	350
Froment d'hiver	10	300	75	135
Maïs	16	225	80	240
Pommes de terre	45	225	140	225
Prairie permanente de fauche	12	240	108	300

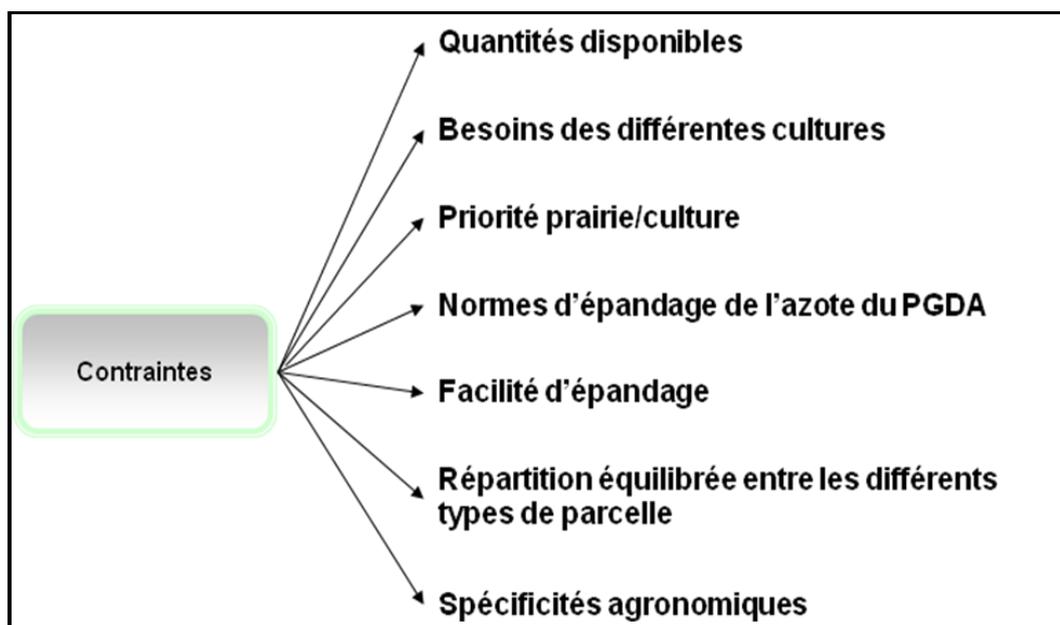
(*) Il s'agit d'exportations maximales ; lorsque les sous-produits des cultures sont enfouis dans le sol, les restitutions peuvent être élevées (40 kg de P₂O₅ et 190 kg de K₂O pour la betterave ; 15 kg de P₂O₅ et 80 kg de K₂O pour un froment).

Etablir un plan de répartition optimal des engrais de ferme (plan de fumure)

A partir des deux premières étapes le logiciel propose une répartition optimale des engrais de ferme disponibles : "Quel engrais de ferme sur quelle(s) prairie(s) ou culture(s), à quelle dose et à quel moment?".

Valor intègre à la fois l'ensemble des contraintes et des objectifs agronomiques et économiques.

Figure 4. – Contraintes prises en compte dans le logiciel Valor.

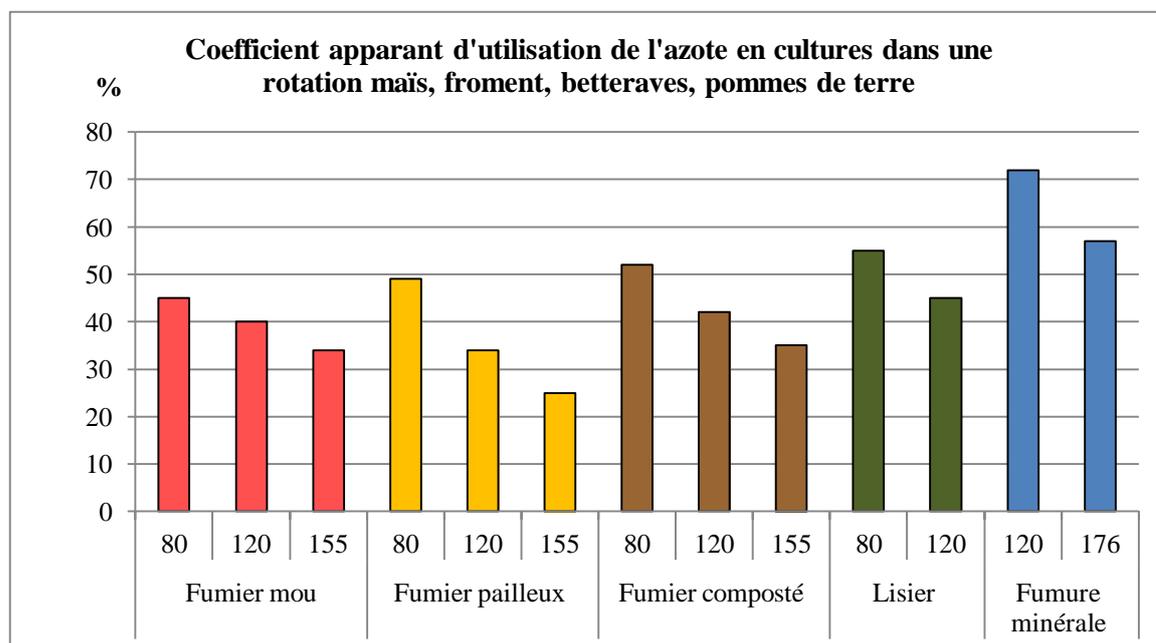


L'algorithme d'optimisation permet de répondre aux différentes contraintes tout en recherchant une efficacité maximale pour l'utilisation des éléments fertilisants disponibles en fonction des périodes d'épandage.

Optimalisation de l'azote apporté par les engrais de ferme

L'efficacité de l'azote des engrais de ferme varie très fortement selon la culture (ou prairie) pour laquelle ils vont être apportés, de même que pour une même culture selon la dose, le moment, et les conditions d'épandage.

Figure 5. – Utilisation de l'azote des engrais de ferme par les cultures en fonction de la dose apportée en cultures (Godden & al 2007).



Cette figure reprend les coefficients d'utilisation de l'azote (calculés sur base d'un témoin ne recevant aucun apport) des engrais de ferme en fonction de la quantité apportée exprimée en kg d'azote/ha et par an.

Dans cette figure, les apports moyens pour 2 ans, sont de 25, 40 et 52 T/ha pour les fumiers, et 35 et 55 T/ha pour les lisiers. A titre de comparaison, les coefficients d'utilisation de l'azote d'engrais minéraux sont également donnés.

Efficacité en fonction de la date

Les efficacités sont plus élevées pour des apports de printemps que pour les apports d'automne ou d'hiver (Godden & al 2008, Godden & al 2009).

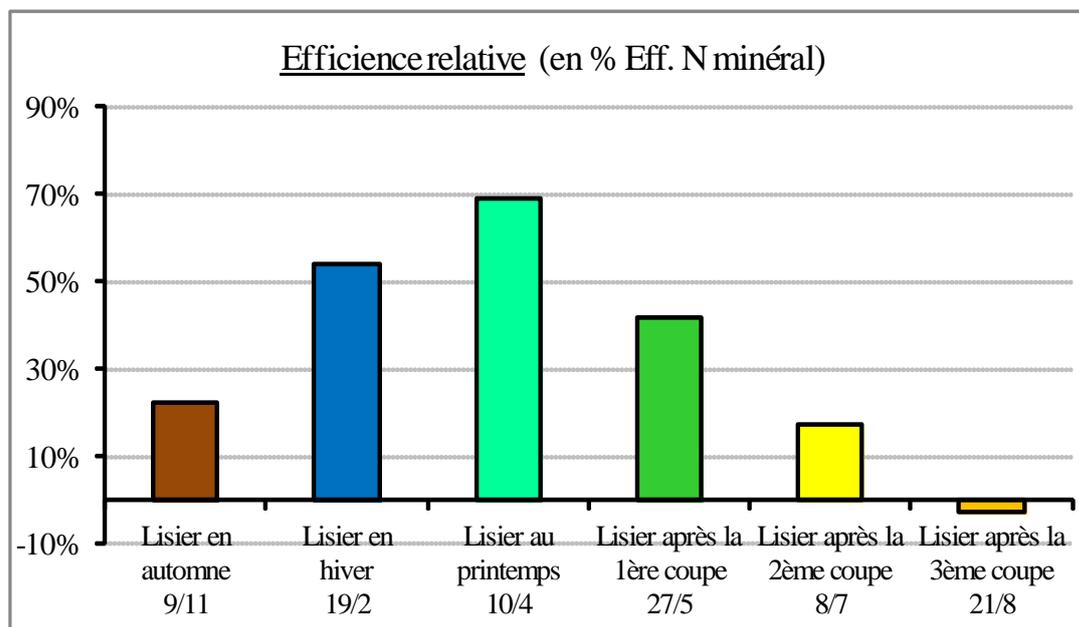
En cultures, la fourniture d'azote par le sol après une culture intermédiaire piège à nitrates (CIPAN) est limitée à ± 30 unités, quelle que soit la dose d'engrais de ferme apportée avant cette CIPAN. Pour des apports importants une grande part de l'azote sera dénitrifiée, perdue vers l'atmosphère.

Plusieurs essais menés ces dernières années ont montré que le coefficient équivalent engrais de l'azote* d'un même engrais de ferme peut varier de 70 à 15 % selon la culture (ou prairie) pour laquelle il sera apporté et selon la date d'épandage, et la quantité épandue.

Ainsi en prairie les résultats de l'essai "ERGU" d'Agra-Ost : installé pendant 5 ans dans la région de Saint Vith sont repris dans la figure 6.

*Rapport du coefficient apparent de l'engrais de ferme sur celui de l'engrais minéral.

Figure 6. –Détermination de la période optimale pour l'épandage de lisier en prairie permanente de fauche (essai ERGU Saint Vith).



L'efficience de l'azote du lisier varie de 0 à 10,6 kg d'herbe (kg matière sèche par kg d'azote total apporté sous forme de lisier). Elle est maximale pour l'apport réalisé au printemps où elle atteint 69 % de celle de l'azote minéral (15,5 kg MS/ kg N apporté), l'apport tardif se traduit par un effet négatif, inférieur au témoin sans apport.

Si on voulait considérer ce qui se passerait pour d'autres régions agricoles de Wallonie, il faudrait décaler les histogrammes vers la gauche; en effet le démarrage de la végétation est plus précoce en région limoneuse ou en Condroz.

On peut donc gagner ou perdre jusqu'à 70 % des valeurs fertilisante et financière de l'azote des engrais de ferme.

Montrer les gains réalisables par l'application des conseils donnés

Un tableau de synthèse montre les gains en azote, phosphore et potassium réalisables par l'application des conseils d'épandage des engrais de ferme, ainsi que le gain financier total réalisable.

Le tableau 4 illustre les gains réalisables pour une ferme du Condroz.

Ferme de 197 UGB dont 150 vaches laitières et de 123 ha : 32 ha de cultures dont maïs 22 ha, et 91 ha de prairies.

VALOR : Gains directs réalisables par la gestion optimale des engrais de ferme de l'exploitation						
	Azote (N)		Phosphore (P ₂ O ₅)		Potassium (K ₂ O)	
Besoins de l'exploitation (kg)	19.445		7.381		22.360	
Besoins après les épandages conseillés (kg)	15.189		2.851		14.601	
Non épandu (kg)	0		0		0	
Part des besoins en fertilisants qui peuvent être couverts par l'optimisation des engrais de ferme (kg et %)	4.256	22 %	4.530	61 %	7.759	35 %
Valeur financière (€) de la part des besoins en fertilisants couverts par l'optimisation des engrais de ferme Valeur financière totale	4.894		4.984		4.655 14.533 €	
Quantités d'éléments épargnés (kg) par rapport aux pratiques d'épandage actuelles	3.489		1.520		467	
Gains financiers (€) par rapport aux pratiques d'épandage actuelles	4.012		1.672		280	
Gain financier total (€)					5.965 €	

Réaliser des simulations

Le logiciel permet très facilement de réaliser des simulations afin de déterminer concrètement les conséquences de changements de pratique (par exemple compostage des fumiers, ...) ou d'augmentation de cheptel.

Il apparaît crucial de montrer avant toute modification de cheptel ou de type de stabulation comment seront valorisés les engrais de ferme produits.

Le logiciel permet aussi par les simulations d'évaluer les conséquences d'une modification de la réglementation, telle qu'une extension des zones vulnérables dans le cadre de la révision prochaine du PGDA, et donc d'une révision à la baisse des quantités d'engrais de ferme épandables, le Pays de Herve et d'Eupen pourrait être particulièrement concerné.

Conclusions

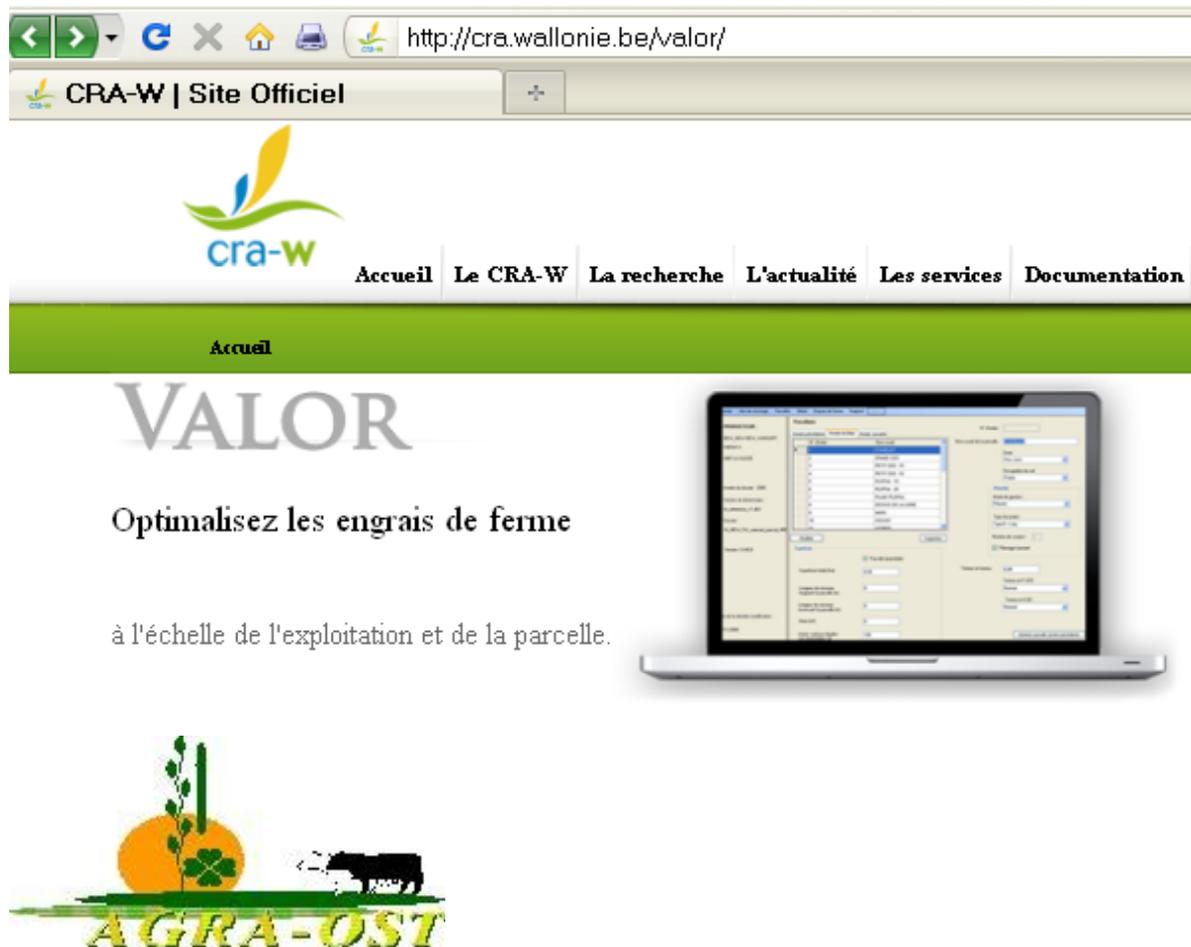
En cette période où la pression des coûts de production est toujours à la hausse, et où le prix des productions (céréales, sucre, lait, viande, ...) est sujet à des variations importantes, le logiciel VALOR permet de réduire de manière significative le coût de la fertilisation.

A ce bénéfice économique s'ajoutent les effets positifs sur l'environnement en limitant le stockage des éléments fertilisants dans le sol et les pertes qui peuvent en découler.

Disponibilité : site web

Toutes les informations utiles et nécessaires se retrouvent sur le site web: <http://valor.cra.wallonie.be> et auprès du coordinateur b.godden@cra.wallonie.be.

De nombreuses informations concernant l'utilisation des engrais de ferme notamment sont disponibles sur le site web d'Agra-Ost <http://www.agraost.be>.



The image shows a screenshot of a web browser displaying the CRA-W website. The browser's address bar shows the URL <http://cra.wallonie.be/valor/>. The website header includes the CRA-W logo and a navigation menu with the following items: Accueil, Le CRA-W, La recherche, L'actualité, Les services, and Documentation. Below the header, there is a green banner with the word "Accueil". The main content area features the word "VALOR" in large, bold letters, followed by the text "Optimalisez les engrais de ferme" and "à l'échelle de l'exploitation et de la parcelle." To the right of this text is an image of a laptop displaying a software interface with various data entry fields and tables. At the bottom left of the screenshot is the Agra-Ost logo, which includes a stylized plant, a cow, and the text "AGRA-OST".

Références

Romedenne B., J.P. Destain et M. Frankinet (2002)

Rapport de la Convention Région Wallonne, Mission d'étude sur l'adaptation du secteur agricole cominois aux exigences de la Directive Nitrates MRW DGA.

Godden B., J.P. Destain and P. Luxen (2007)

Efficiency and recovery of different cattle manure applied on arable crops in rotation
Proceedings of the 16 th International CIEC Symposium "Mineral versus organic fertilizers: conflict or synergism" pp 229-234.

Godden B., R. Lambert, P. Luxen et J.P. Destain (2008)

Les engrais de ferme, de plus en plus précieux.
Le Sillon Belge 8 août 2008

Godden B., J.P. Destain, P. Luxen et R. Lambert (2009)
Management of livestock waste for a sustainable agriculture
Colloque L'Europe de la fertilisation, Rennes 2009

Stimant D., P. Limbourg, L. Fabry, Ph. Lecomte, V. Decruyennaere et P. Luxen (2002)
Améliorer la gestion de l'azote dans les exploitations herbagères.
Gestion de l'Azote en prairies et qualité des eaux. Journée d'études Comité Nitrates et
Agra-Ost, 33-44.