



FERTIMANURE

Résumé à destination des **AGRICULTEURS**

Le projet FERTIMANURE

Le projet **FERTIMANURE** a pour objectif de proposer des **solutions innovantes** — technologies, produits finis et modèles économiques — pour répondre à un enjeu concret : **la gestion durable des effluents d'élevage**. Il vise à accompagner les agriculteurs dans les défis qu'ils rencontrent aujourd'hui.

Dans ce cadre, FERTIMANURE a conçu, intégré, testé et validé des **stratégies novatrices de valorisation des nutriments**, permettant de **récupérer et réutiliser efficacement** les éléments nutritifs et autres composés à valeur agronomique contenus dans le fumier. L'objectif final : produire des **engrais sûrs, fiables et compétitifs** sur le marché européen.

Pour en savoir plus, rendez-vous sur notre **site internet**.



DEFINITION DES ENGRAIS BIO-SOURCES

DEFINITION DES ENGRAIS BIO-SOURCES : Les engrais biosourcés sont des produits fertilisants ou un Les engrais biosourcés sont des produits fertilisants — ou des composants destinés à la fabrication d'engrais sur mesure — issus de ressources d'origine biologique, principalement dérivées de biomasse.

Dans le cadre du projet **FERTIMANURE**, ces engrais sont obtenus à partir de **traitements physiques, thermiques/thermochimiques, chimiques et/ou biologiques** appliqués au **fumier ou au digestat**. Ces procédés modifient la composition initiale en **concentrant certains éléments nutritifs** ou en **ajustant leurs proportions**, dans le but de produire des fertilisants :

- de meilleure qualité,
- plus facilement commercialisables,
- et apportant aux agriculteurs des **nutriments adaptés à leurs besoins**.

Dans le cadre du projet, 18 engrais bio-sourcés ont été produits et sont présentés dans ce résumé avec les informations sur leurs caractéristiques.

Outils FERTIMANURE

Dans le cadre du projet FERTIMANURE, 4 outils ont été produits.

L'outil „TAILOR-MADE SOIL-CROP NUTRITION“

L'outil "Tailor Made Nutrition" développé par FERTIMANURE transforme la fertilisation agricole en permettant la formulation d'engrais sur mesure. Il calcule le mélange optimal de fumier, d'engrais biosourcés et d'engrais minéraux en fonction des besoins spécifiques des sols et des cultures.

En intégrant des variables clés — telles que la fertilité du sol, les réglementations locales, et les coûts — l'outil fournit des prescriptions personnalisées et directement exploitables. Il optimise ainsi l'allocation des ressources nutritives, améliore la qualité des sols et soutient des pratiques agricoles durables.

Cet outil constitue une avancée majeure en agriculture de précision, en aidant les agriculteurs à produire efficacement tout en préservant l'environnement.

L'outil „DSS“

Développé sous Analytica by Lumina, l'outil DSS (Decision Support System) est une application autonome pensée pour les utilisateurs finaux, notamment les agriculteurs engagés dans une gestion durable du fumier.

Il permet de sélectionner les projets pilotes FERTIMANURE les plus adaptés, en intégrant des données clés telles que : la production de fumier; la capacité de traitement; les performances environnementales et les aspects économiques.

En facilitant une prise de décision éclairée, l'outil DSS représente une avancée majeure en matière de durabilité agricole, en soutenant l'optimisation de la production d'engrais biosourcés.

L'outil de modèle logistique

Le modèle logistique de FERTIMANURE analyse l'impact de l'adoption de stratégies de valorisation des nutriments dans les zones d'élevage à forte densité en Europe.

Basé sur le cadre MAM (Model for Agronomic Management), il évalue les effets des technologies innovantes de traitement du fumier, en offrant des alternatives durables aux engrais conventionnels.

Ce modèle prend en compte la composition spécifique des fumiers animaux et adapte leur application aux besoins des cultures, grâce à des pratiques telles que la séparation des fractions et le traitement biologique.

En facilitant la circulation de fumier traité entre exploitations, il : réduit les coûts logistiques et les charges pour les collectivités; garantit une fertilisation adaptée et respecte les contraintes agronomiques et réglementaires.

L'outil „FPR“

Cet outil permet de comparer facilement un produit aux exigences du Règlement (UE) 2019/1009, afin de valider sa conformité pour la mise sur le marché européen.

Selon ce règlement, un produit doit : Être composé de composants autorisés (CMC) et répondre aux exigences réglementaires basées sur la fonctionnalité du produit (PFC). L'outil permet d'évaluer ces deux critères pour garantir la conformité du produit.

Plus d'infos sur ces outils sur le site du projet FERTIMANURE en scannant le QR code !





ABBREVIATIONS

CMC	Catégories de matières constitutives
PFC	Catégories fonctionnelles de produits (Product function categories)
AS	Sulfate d'ammonium (Ammonium sulphate)
pH	Potentiel hydrogène
K	Potassium
P	Phosphore
N	Azote
Zn	Zink
C	Carbone
FPR	Règlement sur les produits fertilisants (Fertilizing Product Regulation)
S	Soufre

Définition des prix des produits

Les prix sont déterminés sur la base des résultats des projets et des études de marché, ils sont sujets à des fluctuations et servent d'exemples indicatifs de la tarification des produits. Cette approche s'aligne sur la méthode de tarification OPEX, qui était l'une des approches d'optimisation des coûts. Cependant, la plupart des produits ne sont actuellement pas viables pour couvrir les dépenses opérationnelles (OPEX) des projets pilotes à leurs niveaux de production actuels.



LISTE DES FERTILISANTS BIO-SOURCÉS

- **SULFATE D'AMMONIUM (NL-AS, BE-AS, FR-AS, ES-AS)**
- **ENGRAIS ORGANO-POTASSIQUE (K) LIQUIDE (NL-LK)**
- **AMENDEMENT ORGANIQUE DU SOL (NL-SC)**
- **ENGRAIS ORGANIQUE HUMIDE RICHE EN PHOSPHORE (P) (NL-WP)**
- **90 % ENGRAIS RICHES EN PHOSPHORE (P) ORGANIQUE SÉCHÉ (calculé) (NL-DP)**
- **CONCENTRÉ RICHE EN NUTRIMENTS (ES-NC)**
- **FRACTION SOLIDE BIODÉGRADABLE (ES-DSC)**
- **PHOSPHORE (CENDRES) (ES-PA)**
- **BIOSTIMULANTS À BASE D'ACIDES AMINÉS (ES-AA)**
- **PHOSPHATE D'AMMONIUM (DE-AP)**
- **NITRATE D'AMMONIUM (BE-AN)**
- **EAU D'AMMONIUM (BE-AW)**
- **BIOCHAR (DE-BC, FR-BC)**
- **ENGRAIS POTASSIQUE LIQUIDE (K) (FR - LK)**

SULFATE D'AMMONIUM (NL-AS, BE-AS, FR-AS, ES-AS)



RESUMÉ DU PRODUIT

Le sulfate d'ammonium est un engrais liquide riche en azote (ammonium) produit par une installation de stripping et d'épuration de l'azote. D'un point de vue agronomique, un engrais azoté ciblé est facile à appliquer directement dans le sol à l'aide d'un équipement d'injection ou mélangé à un autre engrais comme le fumier animal. D'un point de vue environnemental, un pH ciblé d'environ 4,5-5,5 est préférable pour réduire les émissions d'ammoniac lors de l'application. Il contient une forte concentration de S, ce qui limite principalement son potentiel d'application. D'un point de vue économique, il s'avère viable pour remplacer les engrais azotés fossiles, en particulier s'il est utilisé dans la région de production.

CMC - CMC 15 – MATIÈRES RÉCUPÉRÉES DE HAUTE PURETÉ

PFC - 1.C.I.b) ENGRAIS INORGANIQUE LIQUIDE À MACROÉLÉMENTS



INFORMATION PRODUIT

Pays :	Pays Bas, Belgique, France, Espagne	Principal composé chimique:	Sulfate d'ammonium
Type de fertilisant:	Fertilisant minéral	Forme du produit:	Liquide
Matière première :	Fumier de porc (ES, BE, FR)	Digestat (NL, FR)	
pH:	2.7-6.8		4.1-6.5
Densité (kg/L):	1.0-1.3		1-1.1
Matière sèche (g/kg):	154-451		263-383
Carbone organique (g/kg):	0.8-1		0.7-1.1
Total N (g/kg):	43-81.8		54-76.6
Total P (g/kg):	0.01		<0.03
Total K (g/kg):	0.5-0.9		<0.4



APPLICATION

Dose d'application:	Selon la culture, 140 kg N/ha pour les pommes de terre.
Fréquence d'application:	Selon la culture, généralement 1 à 2 semaines avant la date de semis.
Volume estimé (tonne/an)	n.d



PRIX

Fourchette de prix :	96,60 EUR/tonne
-----------------------------	-----------------



CULTURE

Cultures recommandées :	Herbe, maïs, pommes de terre et plantes racines en général
--------------------------------	--

AVANTAGES

- ✓ Le produit a une teneur en azote relativement élevée par rapport au fumier.
- ✓ Il est similaire aux engrais minéraux synthétiques. Il contient du S, qui peut être utile pour certaines cultures spécifiques.
- ✓ Le produit ne contient pas de pathogènes ni de métaux lourds, conformément aux lignes directrices relatives au CMC 15.

DEFIS A RELEVER

- x Le produit est un engrais liquide, volumineux, ce qui entraîne des coûts de transport et de stockage élevés, en particulier pour les longue distance.
- x Le produit peut être corrosif pour les équipements, en particulier s'il entre en contact avec des surfaces métalliques. Cela peut entraîner une défaillance de l'équipement, dont le remplacement ou la réparation peut s'avérer coûteux.

ENGRAIS ORGANO-POTASSIQUE (K) LIQUIDE (NL-LK)



RESUMÉ DU PRODUIT

L'engrais organo-potassique (K) liquide est relativement riche en K, pauvre en N, mais contient encore des quantités importantes de P et de matière organique/carbone. Il s'agit du flux résiduel d'une installation de décapage et d'épuration de l'azote, qui élimine une grande partie de l'azote. D'un point de vue agronomique, il peut être appliqué en complément du fumier animal ou d'engrais ciblés pour les cultures de betteraves et de racines. Sur le plan environnemental, le pH du produit est aussi élevé que celui du fumier animal et il doit donc être appliqué par injection pour minimiser les émissions d'ammoniac. D'un point de vue économique, le produit a une valeur en tant que produit parfait à utiliser à la ferme ou dans les environs directs.

CMC - CMC 5 – DIGESTAT AUTRE QU'ISSU DE CULTURES VÉGÉTALES

PFC - 3.B – AMENDEMENT INORGANIQUE DU SOL



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Pays Bas	Densité (kg/L)	1
Type de fertilisant:	Fertilisant minéral	Matière sèche (g/kg)	34-50
Principal composé chimique :	Carbonate de potassium	Carbone organique (g/kg)	11.9-19.5
Matériel d'entrée:	Lisier bovin	Total N (g/kg)	2.1-4.1
Forme du produit:	Liquide	Total P (g/kg)	0.3-0.6
pH	8.1-8.5	Total K (g/kg)	4.8-5.4



APPLICATION

Dose d'application:	Les doses dépendent du type de sol et de culture et s'ajoutent principalement à d'autres engrais de base. Au printemps, l'épandage de fumier animal apporte suffisamment de K, mais plus tard dans la saison, la demande en K de l'herbe peut être satisfaite par l'engrais K. Pour le maïs fourrager, la dose est un complément de K à d'autres engrais. Pour le maïs fourrager, la dose de K s'ajoute aux autres engrais. Pour les cultures arables, la demande se situe principalement au début de la période de végétation.
Fréquence d'application:	La fréquence peut être de plusieurs fois par an, en fonction de la culture.
Volume estimé (tonne/an)	1 575 tonnes par an pour une exploitation laitière familiale néerlandaise d'environ 60 vaches.



PRIX

Fourchette de prix:	4 EUR/tonne
----------------------------	-------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Herbe, maïs, pommes de terre et plantes racines en général
-------------------------------	--

AVANTAGES

- ✓ Bio-fertilisant intéressant pour la culture du maïs et de la pomme de terre, car relativement riche en K.
- ✓ Peut être injecté directement dans la zone racinaire (pas ou peu de travail du sol).
- ✓ Des technologies d'application à faibles émissions peuvent être utilisées

DEFIS A RELEVÉ

- x Peut être appliqué pendant toute la saison de croissance, à l'exception de la période de fermeture de la saison (aux Pays-Bas, après l'heure d'été).
- x Coût de transport élevé en raison du caractère volumineux des boues/liquides.
- x La concentration en K est relativement élevée, mais pas très élevée par rapport au P et à la matière organique.
- x Il devrait être appliqué par injection pour minimiser les émissions d'ammoniac (le pH du produit est élevé).

AMENDEMENT ORGANIQUE DU SOL (NL-SC)



RESUMÉ DU PRODUIT

L'amendement organique est très riche en matière organique et donc en carbone. Il contient en outre des macro, méso et micronutriments. Il s'agit de la fraction solide du fumier digéré séparé par une presse à vis. D'un point de vue agronomique, il peut être utilisé comme amendement du sol à la place du fumier, du compost ou du digestat. D'un point de vue environnemental, le pH du produit est relativement élevé et il est donc conseillé de l'incorporer au sol. D'un point de vue économique, le produit a une valeur élevée et peut être utilisé sur les marchés de consommation.

CMC - CMC 5 – DIGESTAT AUTRE QU'ISSU DE CULTURES VÉGÉTALES

PFC - 3.A – AMENDEMENT ORGANIQUE DU SOL



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Pays Bas	Densité (kg/L)	0.3-0.7
Type de fertilisant:	Amendement Organique	Matière sèche (g/kg)	176-344
Principal compose	Mélange	Carbone organique (g/kg)	165-296
Materiel d'entrée:	Lisier bovin	Total N (g/kg)	5.1-7.9
Forme du produit:	Solide	Total P (g/kg)	1.9-2.9
pH	7.9-8.9	Total K (g/kg)	4.5.-5.5



APPLICATION

Dose d'application:	Le produit est utilisé comme amendement du sol, qui est une application annuelle de base pour les matières organiques et les minéraux. Il convient aux prairies naturelles et au maïs fourrager, pour lequel il peut constituer la principale source de matière organique. L'application se fait par épandage large suivi d'une incorporation directe dans le sol. L'agriculteur dose 25 m3 par hectare ; en outre, un engrais liquide riche en K est appliqué en fonction des besoins en nutriments de la culture.
Fréquence d'application:	Principalement au début de la saison, mais peut être plus fréquente tant que cela est possible.
Volume estimé (tonne/an)	83 tonnes par an pour une exploitation laitière familiale néerlandaise d'environ 60 vaches.



PRIX

Fourchette de prix :	15,78 EUR/tonne pour une meilleure qualité du sol grâce à la matière organique, en plus de la valeur des minéraux inclus.
-----------------------------	---



CULTURES

Cultures recommandées:	Herbe, maïs, pommes de terre et cultures sarclées en général
-------------------------------	--

AVANTAGES

- ✓ Produit stable et inodore, à forte teneur en fibres et en carbone, destiné aux consommateurs comme terreau de repotage/jardinage et aux agriculteurs comme conditionneur de sol.
- ✓ Convient aux sols sableux ou limoneux.
- ✓ Le produit améliore la structure et la santé générale du sol (communauté microbienne renforcée).
- ✓ Le produit contient des nutriments organiques qui devraient se libérer lentement.
- ✓ Il peut trouver une destination en dehors de l'agriculture.

DEFIS A RELEVER

- x Le produit n'est pas vraiment souhaité par l'agriculture locale en raison de sa teneur élevée en P, ce qui limite les quantités d'application aux Pays-Bas, mais on s'attend à ce que les possibilités d'application augmentent.
- x Réduction des émissions d'ammoniac pendant le stockage et l'application, étant donné que le pH d'origine est élevé.
- x Le produit reste organiquement actif après la production et peut brasser pendant l'été.

ENGRAIS ORGANIQUE HUMIDE RICHE EN PHOSPHORE (P) (NL-WP)



RESUMÉ DU PRODUIT

L'engrais organique humide riche en phosphore (P) est relativement riche en P. Il contient en outre d'autres minéraux. Il s'agit de la boue précipitée passivement ou activement de la fraction liquide du fumier digéré séparé par une presse à vis. D'un point de vue agronomique, il peut être appliqué comme engrais organique P dans le cadre d'une fertilisation ciblée ou, en cas d'excédent de P, il peut être exporté vers d'autres exploitations ou régions. D'un point de vue environnemental, le pH du produit est relativement élevé et il est donc conseillé de l'incorporer au sol. Le produit a une valeur de remplacement des engrais P synthétiques.

CMC - CMC 5 – DIGESTAT AUTRE QU'ISSU DE CULTURES VÉGÉTALES

PFC - 3.A – AMENDEMENT ORGANIQUE DU SOL



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Pays Bas	Densité (kg/L)	1.0—1.5
Type de fertilisant:	Fertilisant minéral	Matière sèche (g/kg)	184-420
Principal compose chimique :	Phosphate de calcium et struvite (Mg(NH4)PO4)	Carbone organique (g/kg)	56-103
Materiel d'entrée:	Lisier de bovin	Total N (g/kg)	5.5-6.9
Forme du produit:	Liquide	Total P (g/kg)	3-3.2
pH	7.9-8.3	Total K (g/kg)	3.8-5.4



APPLICATION

Dose d'application:	A appliquer en complément et/ou en combinaison avec du fumier animal pauvre en P pour obtenir une fertilisation en P répondant aux besoins de la culture.
Fréquence d'application:	La fréquence d'application est liée au type de culture, en particulier dans le cas d'une fertilisation combinée avec du fumier animal.
Volume estimé (tonne/an)	9 tonnes par an pour une exploitation laitière familiale néerlandaise d'environ 60 vaches.



PRIX

Fourchette de prix :	13,56 EUR/tonne peut remplacer et doit être comparé aux engrais phosphatés couramment utilisés. Le produit a une valeur supplémentaire
-----------------------------	--



CULTURES

Cultures recommandées:	Herbe, maïs, pommes de terre et cultures sarclées en général
-------------------------------	--

AVANTAGES

✓ P récupéré, extrait du fumier, qui peut être transporté vers des régions où la demande en P est élevée. Produit concentré pour la fertilisation basale en N, P et K.	- x Produit intéressant si l'humidité et la teneur en P sont stables. - x Le produit est encore trop humide pour être transporté vers des zones à déficit en P. On ne sait pas exactement dans quelle mesure le produit est stable (en termes de biodégradation et de tendance à produire des moisissures). L'augmentation de la production à partir d'une petite exploitation agricole représente un défi important lorsqu'il s'agit de pénétrer des marchés plus importants.
--	--



90 % ENGRAIS RICHES EN PHOSPHORE (P) ORGANIQUE SÉCHÉ (calculé (NL-DP))



RESUMÉ DU PRODUIT

L'engrais organique séché à 90 % riche en phosphore (P) est relativement riche en P. Il contient en outre d'autres minéraux. Il s'agit de la boue précipitée passivement ou activement de la fraction liquide du fumier digéré séparé par une presse à vis. D'un point de vue agronomique, il peut être appliqué comme engrais organique P dans le cadre d'une fertilisation ciblée ou, en cas d'excédent de P, il peut être exporté vers d'autres exploitations ou régions. Sur le plan environnemental, le pH du produit est relativement élevé et il est donc conseillé de l'incorporer dans le sol. Le produit a une valeur de remplacement des engrais P synthétiques.

CMC - CMC 5 – DIGESTAT AUTRE QU'ISSU DE CULTURES VÉGÉTALES

PFC - 1.A./ ENGRAIS ORGANIQUE solide (N, P, K)



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Pays Bas	Densité (kg/L)	n.d
Type de fertilisant:	Fertilisant minéraux	Matière sèche (g/kg)	900
Principal compose chimique :	Phosphate de calcium	Carbone organique (g/kg)	245
Materiel d'entrée:	Lisier de bovin	Total N (g/kg)	18.1-18.7
Forme du produit:	Solide (version séchée)	Total P (g/kg)	8.9-9.7
pH	n.d	Total K (g/kg)	13.3-13.9



APPLICATION

Dose d'application:	A appliquer en complément et/ou en combinaison avec du fumier animal pauvre en P pour obtenir une fertilisation en P répondant aux besoins de la culture.
Fréquence d'application:	La fréquence d'application est liée au type de culture, en particulier dans le cas d'une fertilisation combinée avec du fumier animal.
Volume estimé (tonne/an)	9 tonnes par an pour une exploitation laitière familiale néerlandaise d'environ 60 vaches.



PRIX

Fourchette de prix :	82,90 EUR/tonne Peut remplacer et doit être comparé aux engrais phosphatés couramment utilisés. Le produit a une valeur supplémentaire dans d'autres minéraux.
----------------------	---



CULTURES

Cultures recommandées:	Herbe, maïs, pommes de terre et cultures sarclées en général
------------------------	--

AVANTAGES

✓ Riche en P et facile à transporter dans les zones déficitaires.
Le produit séché est moins volumineux et peut réduire les coûts de transport.
Le produit a un bon potentiel d'application, il est très stable et précieux.
Le volume de transport et donc le prix peuvent être réduits, ce qui permet une meilleure application.

DEFIS A RELEVER

x Le séchage d'un produit est un processus coûteux qui consomme beaucoup d'énergie.
Pour produire des granulés d'engrais de haute qualité sans poussière, il faut envisager le processus suivant pour une production au niveau de l'exploitation ou de la région.
Le P est moins rapidement disponible pour les cultures.



CONCENTRÉ RICHE EN NUTRIMENTS (ES-NC)



RESUMÉ DU PRODUIT

Le concentré riche en nutriments est un concentré liquide obtenu à partir de la fraction rejetée du traitement via des systèmes membranaires et de la concentration par congélation de la fraction liquide du lisier de porc. Ce processus permet de maximiser le potentiel de fertilisation d'un sous-produit qui, autrement, serait plutôt considéré comme un déchet. Ce produit peut être utilisé comme conditionneur de sol et contient de l'azote et du potassium.

CMC - CMC 10 – PRODUITS DÉRIVÉS AU SENS DU RÈGLEMENT (CE) N° 1069/2009

PFC - 3.B – AMENDEMENT INORGANIQUE DU SOL



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Espagne	Densité (kg/L)	1
Type de fertilisant:	Fertilisant minéral	Matière sèche (g/kg)	27.5-54.5
Principal composé chimique :	Carbonate de potassium	Carbone organique (g/kg)	11.6-16
Matériel d'entrée:	Lisier de porc brut	Total N (g/kg)	3.7-3.9
Forme du produit:	Liquide	Total P (g/kg)	0.4-0.7
pH	7.3-8.7	Total K (g/kg)	1.6-2.9



APPLICATION

Dose d'application:	Les doses dépendent du type de sol et de culture. Cependant, en ce qui concerne l'azote, l'application maximale pourrait être de 170 kg N/ha/an. En ce qui concerne le P, nous avons testé pour le ray-grass une dose de 115 kg P205/ha/an.
Fréquence d'application:	Une fois par an, avant le semis avec injection.
Volume estimé (tonne/an)	44,7 tonnes par an et par hectare (dosage à base d'azote)



PRIX

Fourchette de prix :	4 EUR/tonne
-----------------------------	-------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Blé, épinards, pommes de terre, maïs, tomates
-------------------------------	---

AVANTAGES

- ✓ Ce produit est très dilué pour être utilisé comme engrais.
- ✓ Toutefois, son utilisation par fertirrigation dans les champs avoisinants pourrait être possible et peu coûteuse, ce qui permettrait d'appliquer des volumes plus importants dans les zones vulnérables.

DEFIS A RELEVER

- x La teneur en éléments nutritifs de ce produit est relativement faible, ce qui affecte la rentabilité du transport et de l'application.
- x La concentration préliminaire de Zn est supérieure aux valeurs seuils fixées par la réglementation. Difficultés à trouver des catégories de FPR adaptées.

FRACTION SOLIDE BIODÉGRADABLE (ES-DSC)



RESUMÉ DU PRODUIT

La fraction solide biodéshydratée est un amendement organique dérivé de la fraction solide du lisier de porc ou du fumier de volaille. En fonction du fumier d'origine, le produit peut être riche en N, P et K, dont il a été démontré qu'ils sont lentement libérés et efficacement utilisés par les cultures testées. Il est également relativement riche en oligo-éléments. En tant que produit hautement organique, la fraction solide biodéshydratée présente un potentiel d'amélioration de la structure et de la santé générale du sol après son application. En outre, le processus de biodéshydratation permet d'assainir et de stabiliser partiellement la matière organique du fumier tout en éliminant la moitié de sa teneur en eau initiale, ce qui rend plus rentable son transport vers les champs de culture.

CMC - CMC 10 – PRODUITS DÉRIVÉS AU SENS DU RÈGLEMENT (CE) N° 1069/2009

PFC - 3.A – AMENDEMENT ORGANIQUE DU SOL



INFORMATION PRODUIT

Pays :	Espagne	Principal composé chimique:	Mixture
Type de fertilisant:	Amendement organique	Forme du produit:	Solide
Matière première :	Fraction solide du lisier de porc	Fumier de volaille	Fumier de volaille
pH:	7-7.4		8-9.2
Densité (kg/L)	0.4		0.4
Matière sèche (g/kg)	312-662		605-725
Carbone organique (g/kg)	154-332		291-332
Total N (g/kg)	7.7-15.3		18.5-25.5
Total P (g/kg)	1.9-3.5		2-2.5
Total K (g/kg)	3.4-6.6		16-16.2



APPLICATION

Dose d'application:	Bien qu'il s'agisse d'un amendement du sol, l'application maximale autorisée pour l'azote devrait être maintenue à 170 kg N /ha/an. En termes de P, le dosage testé pour le ray-grass était de 115 kg P205/ ha/an
Fréquence d'application:	Principalement au début de la saison, mais peut être plus fréquent aussi longtemps que cela s'avère pratique.
Volume estimé (tonne/an)	7,714,9 tonnes par an et par hectare (dosage à base d'azote)



PRIX

Fourchette de prix :	61 EUR/tonne
-----------------------------	--------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Wheat, spinach, potato, maize, tomato
-------------------------------	---------------------------------------

AVANTAGES

- ✓ Le résidu liquide issu du stripping est un lisier dont l'azote ammoniacal a été retiré. Il s'agit d'un engrais organique faiblement azoté, ce qui le rend moins contraignant vis-à-vis de la directive nitrates.
- ✓ Cependant, il est riche en eau, ce qui augmente les coûts de transport pour une faible teneur en potassium. Il est souvent séché par des procédés biologiques, ce qui peut réduire son coût.
- ✓ Sur le plan agronomique :
- ✓ Il est très riche en matière organique, assaini et partiellement stabilisé.
- ✓ Il contribue à améliorer la structure du sol, à stimuler la vie microbienne, et offre une libération lente des nutriments.
- ✓ Il est riche en carbone (C) et en phosphore (P).
- ✓ Dans les régions avec une demande en phosphore, ce produit est intéressant pour enrichir le sol en carbone et renforcer sa fertilité à long terme.

DEFIS A RELEVER

- x Concentration préliminaire de Zn supérieure aux valeurs seuils établies dans la réglementation Perte significative d'azote sous forme d'ammoniac tout au long du processus
- x Difficultés à trouver des catégories adaptées au FPR



PHOSPHORE (CENDRES) (ES-PA)



RESUMÉ DU PRODUIT

Des cendres riches en phosphore sont obtenues par la combustion d'amendements organiques biodéshydratés. Les amendements organiques dérivés du fumier sont granulés et traités thermiquement dans des chaudières à biomasse conventionnelles pour obtenir des cendres très riches en P et en K, ainsi que d'autres micronutriments intéressants. L'intégration d'une unité de récupération d'énergie peut s'avérer essentielle pour améliorer la rentabilité de la stratégie de gestion du fumier dans une exploitation agricole, tout en obtenant des cendres qui ont le potentiel de remplacer, dans une certaine mesure, les éléments nutritifs provenant de sources minérales.

CMC - CMC 13 – MATIÈRES ISSUES DE L'OXYDATION THERMIQUE ET DÉRIVÉS
PFC - PFC1Cia)ii) ENGRAIS INORGANIQUE SOLIDE À MACROÉLÉMENTS



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Espagne	Densité (kg/L)	n.d
Type de fertilisant:	Fertilisant minéral	Matière sèche (g/kg)	1000
Principal compose chimique :	Phosphate de calcium	Carbone organique (g/kg)	n.d
Materiel d'entrée:	Lisier de porc brut	Total N (g/kg)	n.d
Forme du produit:	Solide	Total P (g/kg)	57.4-75.4
pH	11.9	Total K (g/kg)	75.4



APPLICATION

Dose d'application:	Les doses dépendent du type de sol et de culture. En termes de P, nous avons testé pour le ray-grass une dose de 115 kg P205/ ha.
Fréquence d'application:	Principalement au début de la saison, mais peut être plus souvent tant que c'est pratique.
Volume estimé (tonne/an)	0,76 tonnes par an et par hectare (dosage basé sur le phosphore).



PRIX

Fourchette de prix :	150 EUR/tonne
-----------------------------	---------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Blé, épinards, pommes de terre, maïs, tomates
-------------------------------	---

AVANTAGES

- ✓ Intéressant pour l'industrie des engrais, qui a l'habitude de remplacer les roches de P par des cendres provenant de boues communales mono-incinérées et de sous-produits animaux.
- ✓ Produit riche en P et en K. La demande du marché en P étant élevée, l'extraction et les éventuelles étapes de précipitation augmenteraient la qualité du produit et très probablement sa valeur sur le marché en raison de la pureté du produit et de sa disponibilité - coût de production.
- ✓ Libération préliminaire importante de P lors de l'application dans le sol.

DEFIS A RELEVÉ

- x Effet de concentration des métaux lourds pendant la combustion : concentration de Zn et de cuivre supérieure aux valeurs seuils fixées par la réglementation.
- x Transformation en un faible volume de produit (0,13 % du lisier d'origine valorisé).

BIOSTIMULANTS À BASE D'ACIDES AMINÉS (ES-AA)



RESUMÉ DU PRODUIT

Les biostimulants à base d'acides aminés sont obtenus après l'hydrolyse enzymatique de microalgues (*Scenedesmus* spp.) cultivées sur le perméat recyclé obtenu par le traitement membranaire de la fraction liquide du lisier de porc. Après un prétraitement par microfiltration de la fraction liquide du lisier de porc, l'unité membranaire d'osmose inverse permet de récupérer une eau recyclée de haute qualité qui présente les caractéristiques adéquates (aspects de sécurité et de qualité) pour son utilisation en tant que milieu de culture pour les algues.

CMC - CMC 1 – SUBSTANCES ET MÉLANGES À BASE DE MATIÈRES VIERGES

PFC - 6B. – *Non microbial biostimulant*



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Espagne	Densité (kg/L)	1
Type de fertilisant:	Bio-stimulant	Matière sèche (g/kg)	65.3-65.5
Principal compose chimique :	Mixture	Carbone organique (g/kg)	25-25.4
Materiel d'entrée:	Lisier de porc brut	Total N (g/kg)	4.2-4.8
Forme du produit:	Solide	Total P (g/kg)	40.8-41
pH	7.5-7.9	Total K (g/kg)	1.1-1.3



APPLICATION

Dose d'application:	Ce produit peut améliorer l'absorption des nutriments par les plantes et leur résistance aux conditions de stress. Les doses dépendent de l'espèce cultivée. Compte tenu de sa teneur en acides aminés, une dose de 150-200 L/ha (biostimulant dilué à 1:40-1:100, en fonction de son pourcentage d'acides aminés libres) peut être appliquée pour les cultures de tomates, de laitues et d'épinards, par exemple.
Fréquence d'application:	La fréquence peut varier en fonction de l'espèce végétale. Pour certaines cultures comme la tomate, la laitue et l'épinard, il est fortement recommandé d'appliquer le biostimulant directement sur les feuilles, en effectuant 3 à 5 applications foliaires tout au long des stades phénologiques de la culture.
Volume estimé (tonne/an)	5-8 litres de biostimulant sans dilution par an et par hectare



PRIX

Fourchette de prix :	200 EUR/tonne
-----------------------------	---------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Blé, épinards, pommes de terre, maïs, tomates
-------------------------------	---

AVANTAGES

- ✓ Produit très apprécié sur le marché. Il devrait améliorer la santé des sols et des plantes, ainsi que la mobilité des éléments nutritifs dans les sols.
- ✓ Produit de grande valeur car le biostimulant peut atteindre des prix plus élevés que les engrais conventionnels.
- ✓ Intérêt potentiel futur pour les marchés de niche.

DEFIS A RELEVER

- × Transformation en un faible volume de produit (0,04 % du lisier d'origine valorisé).
- × Nécessité d'un contrôle intensif du processus de culture des microalgues.
- × Faible teneur en acides aminés libres par rapport aux produits commerciaux (5 fois moins).



FERTIMANURE

PHOSPHATE D'AMMONIUM (DE-AP)



RESUMÉ DU PRODUIT

Le phosphate d'ammonium provient du gaz de pyrolyse, dans le cadre d'un processus innovant qui récupère l'azote dérivé du fumier de bovins, amplifiant ainsi son importance pour l'environnement et l'agriculture. Cet engrais à la composition riche en nutriments, caractérisé par un équilibre optimal entre N et P, promet de revigorer la croissance des cultures et d'augmenter la productivité agricole.

CMC - CMC 15 – MATIÈRES RÉCUPÉRÉES DE HAUTE PURETÉ

PFC - 1.C.I.a) ENGRAIS INORGANIQUE À MACROÉLÉMENTS



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Germany	Densité (kg/L)	1.5-2.1
Type de fertilisant:	Mineral fertiliser	Matière sèche (g/kg)	990
Principal compose chimique :	Ammonium phosphate	Carbone organique (g/kg)	n.a
Materiel d'entrée:	Cattle dung	Total N (g/kg)	122
Forme du produit:	Solid	Total P (g/kg)	198
pH	4.0	Total K (g/kg)	n.a



APPLICATION

Dose d'application:	259 kg/ha
Fréquence d'application:	Une fois par cycle de culture (maïs)
Volume estimé (tonne/an)	150 tonnes/an



PRIX

Fourchette de prix :	150 EUR/tonne
-----------------------------	---------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Ray-grass, maïs
-------------------------------	-----------------

AVANTAGES

- ✓ Produit dont le potentiel commercial et la valeur sont très élevés.
- ✓ Il peut fournir des éléments nutritifs facilement disponibles tout en améliorant la structure du sol.
- ✓ Le produit est riche en minéraux N et P. Comme il cible deux éléments nutritifs essentiels (N et P), il peut avoir une valeur plus élevée que d'autres dérivés de l'ammonium.
- ✓ Il peut être utilisé par l'industrie des engrais comme un produit intéressant, en particulier en période de prix élevés de l'énergie pour la production d'ammoniac.
- ✓ Facile à exporter.

DEFIS A RELEVER

- × Le processus de pyrolyse, qui génère les gaz contenant de l'ammoniac, peut être énergivore.
- × Trouver un équilibre entre la consommation d'énergie et les avantages environnementaux de la production de DE-AP est un défi.
- × L'adaptation du processus de synthèse pour une production à grande échelle tout en maintenant la qualité et l'efficacité peut constituer un défi logistique.



NITRATE D'AMMONIUM (BE-AN)



RESUMÉ DU PRODUIT

Dans l'unité de décapage (stripping) et de lavage de l'ammoniac, l'ammoniac contenu dans la fraction liquide du lisier de porc est décapé par un flux de ventilation d'air. En augmentant le pH (en ajoutant du NaOH) et la température de la fraction liquide, la volatilisation du NH₃ est induite. Après avoir évalué les différents paramètres opérationnels, la réduction de la teneur en NH₃ dans la colonne de stripping a été atteinte entre 10 et 60 %. Le NH₃ éliminé se retrouve dans la phase gazeuse d'une boucle de ventilation fermée qui est envoyée dans une colonne de lavage où de l'acide nitrique est ajouté comme sorbant, ce qui permet d'obtenir du BE-AN.

CMC - CMC 15 – MATIÈRES RÉCUPÉRÉES DE HAUTE PURETÉ

PFC - 1.C.I.b) ENGRAIS INORGANIQUE À MACROÉLÉMENTS



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Belgique	Densité (kg/L)	1.2-1.4
Type de fertilisant:	Fertilisant minéral	Matière sèche (g/kg)	327.6-454
Principal compose chimique :	Ammonium nitrate	Carbone organique (g/kg)	<1
Materiel d'entrée:	Exploitations porcines décentralisées avec installations de traitement chimique centralisées	Total N (g/kg)	126.7-179.5
Forme du produit:	Liquide	Total P (g/kg)	0.05-0.07
pH	5.4-6.6	Total K (g/kg)	0.4-0.7



APPLICATION

Dose d'application:	Selon la culture, 140 kg N/ha pour les pommes de terre.
Fréquence d'application:	En fonction de la culture, généralement 1 à 2 semaines avant la date de semis.
Volume estimé (tonne/an)	En fonction de la culture et de la teneur en N du produit, 0,91 tonne/an/ha pour les pommes de terre avec un besoin de 140 kg N/ha et une teneur en N du produit de 153,1 g/kg.



PRIX

Fourchette de prix :	199 EUR/tonne
-----------------------------	---------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Pommes de terre, maïs, épinards
-------------------------------	---------------------------------

AVANTAGES

✓ Teneur élevée en azote et absence de sulfate supplémentaire.
Produit très apprécié sur le marché. Peut atteindre des concentrations élevées d'azote par rapport à d'autres sels d'ammonium, en raison de l'introduction de nitrate. Contient de l'azote sous deux formes différentes : l'ammonium et le nitrate. Produit bien dosé - intéressant pour les agriculteurs

DEFIS A RELEVÉ

x L'engrais doit être soigneusement stocké dans un endroit frais et sec, à l'écart des sources d'inflammation, afin d'éviter les explosions.



EAU D'AMMONIUM (BE-AW)



RESUMÉ DU PRODUIT

Le stripping du NH_3 est une technique utilisée pour convertir l'ammonium aqueux (NH_4^+) en NH_3 gazeux, ce qui implique d'ajuster le pH et la température, produisant des sous-produits tels que le sulfate d'ammonium et le nitrate d'ammonium. Une autre méthode de stripping du NH_3 consiste à évaporer la fraction liquide du digestat, ce qui a pour effet de transformer le NH_4^+ soluble dans l'eau en NH_3 gazeux, qui est ensuite récupéré par condensation pour former de l'eau ammoniacale. Ce processus implique l'acidification et l'évaporation de la fraction liquide du digestat, suivies de la récupération du NH_3 par le biais d'une unité de lavage de stripping, produisant de l'eau ammoniacale.

CMC - CMC 15 – MATIÈRES RÉCUPÉRÉES DE HAUTE PURETÉ

PFC - 1.C.I.b) ENGRAIS INORGANIQUE À MACROÉLÉMENTS



INFORMATION PRODUIT

Pays:	Belgique	Densité (kg/L)	1.1
Type de fertilisant:	Engrais minéraux	Matière sèche (g/kg)	n.d
Principal composé chimique :	Hydroxyde d'ammonium et bicarbonate d'ammonium	Carbone organique (g/kg)	0.6
Matériel d'entrée:	Fermes porcines décentralisées avec installations de traitement chimique centralisées	Total N (g/kg)	130.3-186.1
Forme du produit:	Liquide	Total P (g/kg)	0.02-0.04
pH	9.5-11.1	Total K (g/kg)	0.7-1.12



APPLICATION

Dose d'application:	Selon la culture, 200 kg N/ha pour la laitue.
Fréquence d'application:	En fonction de la culture, généralement 1 à 2 semaines avant le semis.
Volume estimé (tonne/an)	En fonction de la culture et de la teneur en N du produit, 1,26 tonne/ha/an pour la laitue avec une demande de 200 kg N/ha et une teneur en N du produit de 158,2 g/kg.



PRIX

Fourchette de prix :	205,95 EUR/tonne
-----------------------------	------------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Laitue, maïs
-------------------------------	--------------

AVANTAGES

- ✓ Produit intéressant puisque la production d'ammoniac est à prix coûtant.
- ✓ Teneur élevée en azote et facilement disponible pour les plantes.
- ✓ Ne contient pas de pathogènes ni de métaux lourds, conformément aux lignes directrices du CMC 15.

DEFIS A RELEVÉ

- x Une application excessive d'eau ammoniacale peut entraîner la toxicité des plantes.
- x L'ammoniac est très volatil et peut facilement s'échapper dans l'air, en particulier dans des conditions chaudes et sèches.
- x L'eau ammoniacale est très alcaline et une utilisation excessive peut entraîner une augmentation du pH du sol, ce qui peut nuire à la croissance des plantes.





RESUMÉ DU PRODUIT

Le biochar dérivé du fumier animal n'est pas seulement un amendement du sol respectueux de l'environnement, c'est aussi une source précieuse de nutriments essentiels. Le potassium et le phosphore, éléments vitaux pour la croissance des plantes, sont efficacement capturés dans le biochar au cours du processus de pyrolyse. Cette caractéristique unique permet à ces nutriments d'être lentement libérés dans le sol, offrant ainsi aux plantes une source d'alimentation durable. Le biochar est produit en convertissant les déchets animaux en un matériau stable et riche en carbone grâce à un processus de pyrolyse contrôlé. Il constitue un outil puissant pour améliorer la qualité et la fertilité des sols, tout en répondant aux problèmes de gestion des déchets et de séquestration du carbone.

CMC - CMC 14 – MATIÈRES ISSUES DE PROCÉDÉS DE GAZÉIFICATION OU DE PYROLYSE

PFC - 3.A – AMENDEMENT ORGANIQUE DU SOL



INFORMATION PRODUIT

Pays :	Allemagne, France	Principal composé chimique:	Mixture
Type de fertilisant:	Amendement organique	Forme du produit:	Solide
Matières premières :	Fumier de volaille	Digestat solide	Fumier de bovins
pH:	11.2 - 12.8	9.9 - 10.7	12.3
Densité (kg/L)	0.2	0.1 - 0.2	0.4 - 0.6
Matière sèche (g/kg)	959 - 999	954 - 957	994 - 998
Carbone organique (g/kg)	500 - 900	575 - 668	269 - 517
Total N (g/kg)	21.1 - 29.5	13.5 - 18.3	8.6 - 11.6
Total P (g/kg)	22.5 - 27.1	15.2 - 20.3	27.8 - 33.0
Total K (g/kg)	66.7 - 86.7	27.9 - 50.0	71.6 - 118.0



APPLICATION

Dose d'application:	Grandes cultures - 2 à 5 t/ha ; horticulture (mélange avec le milieu de culture) - jusqu'à 35 % (p/p) ; vignobles - jusqu'à 6 t/ha ; sylviculture - jusqu'à 5 t/ha.
Fréquence d'application:	Selon la culture.
Volume estimé (tonne/an)	Selon la culture.



PRIX

Fourchette de prix :	169,21 EUR/tonne
-----------------------------	------------------



CULTURES

Cultures recommandées:	Ray-grass, pommes de terre
-------------------------------	----------------------------

AVANTAGES

- ✓ Amendement organique à teneur stable en carbone. Résultats intéressants concernant la biodisponibilité du phosphore.
- ✓ Améliore la structure du sol, la capacité de rétention d'eau et la santé (amélioration de la communauté microbienne dans les sols).
- ✓ Potentiel de stockage du carbone dans les sols. Si la région a une demande nette de P, il s'agit d'un produit intéressant car il peut augmenter la teneur en carbone du sol.

DEFIS A RELEVÉ

- x Niche de marché applicable - l'horticulture. Les agriculteurs et les professionnels de l'agriculture peuvent ne pas être familiarisés avec les avantages et les meilleures pratiques de l'utilisation du biochar.
- x La qualité des produits de biochar varie en fonction des matières premières et des méthodes de production. La normalisation de la production et le contrôle de la qualité peuvent s'avérer difficiles, ce qui fait que les agriculteurs ont du mal à choisir le biochar qui répond à leurs besoins.
- x L'intégration du biochar dans l'agriculture peut s'avérer difficile en raison des préoccupations liées au coût et aux changements dans les techniques agricoles. Surmonter ces obstacles et démontrer les avantages économiques à long terme du biochar sont des défis majeurs pour promouvoir son adoption dans le secteur.



ENGRAIS POTASSIQUE LIQUIDE (K) (FR - LK)



RESUMÉ DU PRODUIT

Résidu liquide du stripping, c'est un lisier épuré de son azote ammoniacal. C'est un engrais organique qui a l'avantage d'apporter peu de quantité d'azote, et donc d'être moins contraint par la directive nitrate. En revanche, il contient beaucoup d'eau (selon la matière première utilisée lors du stripping) ce qui engendre des coûts de transport importants pour une faible concentration en potassium.

CMC - CMC 5 – DIGESTAT AUTRE QU'ISSU DE CULTURES VÉGÉTALES

PFC - 3.B – AMENDEMENT INORGANIQUE DU SOL



INFORMATION PRODUIT

Pays:	France	Densité (kg/L)	1-1.02
Type de fertilisant:	Fertilisant minéral	Matière sèche (g/kg)	16.3-34.1
Principal composé chimique :	Carbonate de potassium et chlorure de potassium	Carbone organique (g/kg)	2.3-14.1
Matériau d'entrée:	Fumier de porc	Total N (g/kg)	0.9-3
Forme du produit:	Liquide	Total P (g/kg)	0.01-0.5
pH	8.7-13.1	Total K (g/kg)	1.6-2.9



APPLICATION

Dose d'application:	Les doses dépendent du type de sol et de culture et s'ajoutent principalement à d'autres engrais de base. Au printemps, l'épandage de fumier animal apporte suffisamment de K, mais plus tard dans la saison, la demande en K de l'herbe peut être satisfaite par l'engrais K. Pour le maïs fourrager, la dose est un complément de K aux autres engrais. Pour le maïs fourrager, la dose de K s'ajoute aux autres engrais. Pour les cultures arables, la demande se situe principalement au début de la période de végétation.
Fréquence d'application:	Elle peut être fréquente plusieurs fois par an, en fonction de la culture.
Volume estimé (tonne/an)	1.5



PRIX

Fourchette de prix :	4 EUR/tonne
	Peut remplacer les engrais potassiques synthétiques et doit être comparé à



CULTURES

Cultures recommandées:	Bettrave sucrière
-------------------------------	-------------------

AVANTAGES

✓ Riche en K et en matière organique. Produit intéressant pour la culture du maïs et de la pomme de terre.

DEFIS A RELEVÉ

- x Coût de transport élevé.
- x Doit être utilisé comme effluent initial avec un plan d'épandage.
- x Dépend fortement de la concentration initiale en K.
- x Il s'agit plutôt d'un sous-produit, avec des teneurs en éléments nutritifs relativement faibles.





FERTIMANURE
www.fertimanure.eu



@fertimanure



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE

Liberté Égalité Fraternité



Ce projet a reçu un financement du programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union européenne dans le cadre de la convention de subvention n° 862849.