



Du digestat et du compost à la place des engrais minéraux

Jacques G. Fuchs (jacques.fuchs@fibl.org)

Du digestat et du compost à la place des engrais minéraux

- › Introduction
- › Caractéristiques générales des engrais de recyclage
- › Teneurs en éléments fertilisants des engrais de recyclage
- › Valeur financière des engrais de recyclage
- › Comparaison engrais minéraux / engrais de recyclage
- › Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio
- › Recommandations pour l'utilisateur d'engrais de recyclage
- › Conclusions

Introduction



Introduction

- › Enjeux de la planète
 - › Durabilité du système (problème: crise climatique)
 - › Sauvegarder les ressources (économiser, recycler)
 - › Défi énergétique (économiser et développer les énergies renouvelables)
- › Enjeux de l'agriculture
 - › Sauvegarder/améliorer la fertilité des sols
 - › Renforcer la santé des plantes
 - › Mettre en place une agriculture durable
- › Problématique engrais minéraux
 - › Disponibilité (gisements de phosphore pas inépuisables)
 - › Energivores (azote produit par synthèse chimique)

Caractéristiques générales des engrais de recyclage



Caractéristiques générales des engrais de recyclage

- › Engrais de recyclage: pas seulement des engrais
 - › Apport d'éléments nutritifs (macro et oligo-éléments)
 - › Apport de matière organique stable (suivant les produits)
 - › Amélioration de la structure du sol
 - › Meilleure infiltration et rétention de l'eau
 - › Réduction de l'érosion
 - › Effet sur le pH du sol
 - › Activation de la biologie du sol
 - › Protection des plantes contre les maladies

Caractéristiques générales des engrais de recyclage

- › Principales caractéristiques des digestats liquides
 - › Très riches en ammonium
 - › Salinité relativement élevée
 - › Valeur pH relativement élevée: risque important de pertes d'ammoniac lors de son épandage
 - › Pas d'apport d'humus stable dans le sol
 - › Qualitativement: comparable avec du lisier
- › Utilisation des digestats liquides
 - › Seulement épandre dans des périodes pendant lesquelles les plantes peuvent assimiler l'azote
 - › Très bon effet fertilisant à court terme (si appliqué correctement)
 - › Apport aussi de substrat pour les microorganismes du sol
 - › En cas d'apports trop importants: risques pour la structure du sol

Caractéristiques générales des engrais de recyclage

- › Principales caractéristiques des digestats solides
 - › Matériel pas encore stabilisé, processus biologiques encore en cours
 - › Riches en ammonium (avant post-traitement comme séchage)
 - › Salinité relativement élevée
 - › Relativement phytotoxiques (avant post-traitement)
 - › Qualitativement: comparable avec du fumier
- › Utilisation des digestats solides
 - › Seulement épandre dans des périodes pendant lesquelles les plantes peuvent assimiler l'azote
 - › Bon effet fertilisant à court terme (avant post-traitement)
 - › Apport aussi de substrat pour les microorganismes du sol
 - › Effet moyen sur l'amélioration à long terme du taux d'humus du sol et de sa structure

Caractéristiques générales des engrais de recyclage

- › Principales caractéristiques des composts
 - › Matériel relativement stabilisé, processus +/- terminé
 - › Relativement pauvre en azote minéral
 - › Bien compatible avec les plantes (suivant degré de maturité)
 - › Matière organique relativement stable
- › Utilisation des composts
 - › Peut être épandu +/- pendant toute l'année (mais pas sur la neige)
 - › Effet fertilisant à court terme relativement modéré
 - › Bon effet à moyen / long terme sur la teneur en humus du sol et sur sa structure
 - › Particulièrement au printemps: attention aux immobilisations d'azote (choix de la qualité des composts employés)

Teneurs en éléments fertilisants des engrais de recyclage



Teneurs en éléments fertilisants des engrais de recyclage

› Médiannes des teneurs en fertilisants par m³

		Compost	Digestat solide	Fumier méthanisé	Digestat liquide Kompostogas	Digestat liquide agricole	Lisier méthanisé
poinds spéc.		0.60	0.42	0.42	1.00	1.00	1.00
MS	[% MF]	54.5	43.9	26.4	14.2	4.5	5.0
MO	[% MS]	21.9	23.8	22.8	7.0	2.9	3.3
Salinité	g KCl _{eq} /kg MF	2.8	2.5	3.7	12.0	11.3	12.3
Valeur pH	-	7.8	7.8	8.3	8.0	7.6	8.0
NO ₃ -N	[g N/m ³]	43.7	1.4	7.3	7.0	1.0	0.1
NO ₂ -N	[g N/m ³]	0.5	1.3	-	-	-	-
NH ₄ -N	[g N/m ³]	19	248	569	1705	1782	1550
N _{min}	[g N/m ³]	101	247	569	1705	1782	1561
NO ₃ -N/N _{min}	[%]	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
N _{tot}	[kg /m ³]	4.5	2.6	2.2	5.0	3.6	3.4
P ₂ O ₅	[kg /m ³]	2.1	1.2	1.6	1.9	1.2	1.3
K ₂ O	[kg /m ³]	4.2	2.1	1.7	4.5	3.1	3.6
Ca	[kg /m ³]	15.8	8.4	1.6	5.3	1.4	1.5
Mg	[kg /m ³]	1.8	0.8	0.4	1.0	0.3	0.4
S	[kg /m ³]	0.6	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3

Valeurs provenant de la banque de données CVIS 2013-2019

Teneurs en éléments fertilisants des engrais de recyclage

- › Quantités d'engrais de recyclage nécessaires pour 1 ha de blé [en m³]
 - › Norme de fumure par ha: N=140, P₂O₅=60, K₂O=100, Mg=15
 - › N considéré pour bilan:
 - › compost: 10%
 - › digestat solide: 20%
 - › digestat liquide : N_{min} + 25% N_{org}

Besoins théoriques en engrais de recyclage par ha				
		Compost	Digestat solide	Digestat liquide
N	[m ³ /ha]	314.6	270.6	55.1
P ₂ O ₅	[m ³ /ha]	29.1	50.3	31.5
K ₂ O	[m ³ /ha]	23.8	48.1	22.0
Mg	[m ³ /ha]	8.5	18.6	15.5

Valeur financière des engrais de recyclage



Valeur financière des engrais de recyclage

Calcul pour 30 m ³ /ha	Compost			Digestat solide			Digestat liquide		
	Teneur	Valeur	Valeur	Teneur	Valeur	Valeur	Teneur	Valeur	Valeur
	[kg/m ³]	[F/m ³]	[F/ha]	[kg/m ³]	[F/m ³]	[F/ha]	[kg/m ³]	[F/m ³]	[F/ha]
Ntot	4,5			2,6			5,0		
Nbilan	0,45	0,72	21,63	0,52	0,84	25,15	2,54	4,11	123,44
P2O5	2,1	3,19	95,72	1,2	1,85	55,50	1,9	2,95	88,59
K2O	4,2	3,78	113,46	2,1	1,87	56,15	1,5	4,09	122,57
Ca	15,8	1,58	47,40	8,4	0,84	25,2	5,3	0,53	15,90
Mg	1,8	1,81	54,29	0,8	0,82	21,72	1,0	0,99	29,66
Valeur fertilisants dispo.		11,08	332,49		6,22	186,72		12,67	380,16
Matière organique		5,00	150,00		5,00	150,00		-	-
<u>Valeur brute</u>		<u>16,08</u>	<u>482,49</u>		<u>11,22</u>	<u>336,72</u>		<u>12,67</u>	<u>380,16</u>
Coûts d'épandage		-6,50	-195,0		-6,50	-195,0		-6,50	-195,0
<u>Valeur nette</u>		<u>9,58</u>	<u>287,49</u>		<u>4,72</u>	<u>141,72</u>		<u>6,17</u>	<u>185,16</u>

Coûts des engrais conventionnels en février 2016

Comparaison engrais minéraux / engrais de recyclage



Comparaison engrais minéraux / engrais de recyclage

	Engrais de recyclage	Engrais minéraux et organiques du commerce
Points positifs	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration fertilité du sol • Amélioration de sa rétention en eau • Effets suppressifs des maladies • Apports aussi d'oligo-éléments • Bon engrais de base, complet • Sauvegarde des ressources en recyclant les éléments naturels 	<ul style="list-style-type: none"> • Bon marché (exceptés engrais biologiques) • Concentrés • Important choix de compositions • Faciles et rapides à épandre
Points négatifs	<ul style="list-style-type: none"> • Relativement peu concentré en éléments fertilisants • Teneur en azote disponible faible (excepté digestat liquide) • Epandage relativement coûteux et dépendant des conditions météorologiques (peut être problématique surtout au printemps) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas durables, car limités (ex, phosphore) ou très coûteux en énergie (ex. azote) • Pas d'effets positifs (voir effets négatifs) sur la biologie du sol, sa structure ou sur la santé des plantes • Écologiquement problématiques

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio



Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

- › Utilisation de digestat liquide dans une culture de céleri-pomme en plein champ (projet OFEN, réalisation FiBL)
 - › Base pour le calcul de la fertilisation : 180 kg N/ha
 - › Digestat liquide d'une installation de type Kompogas (thermophile)
 - › Apport du digestat liquide en 1, 2 ou 3 fois (total 58 m³/ha)
 - › Fertilisation du témoin :
 - › Poudre de plume (N_{tot}: 12%, N_{disp}: 8,4%) («Biorga engrais azoté»)
 - › Fumier de poulet (N_{tot}: 3,5%, P₂O₅: 4%, K₂O: 2%) (Vivasol)
 - › Patentkali[®] (K₂O: 30%, Mg: 6%)
- › Par variantes 4 répétitions à 14,4 m²

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

- › Utilisation de digestat liquide dans une culture de céleri-pomme en plein champ (projet OFEN, réalisation FiBL)
 - › La composition en fertilisants du digestat liquide correspond relativement bien aux besoins de la plante, avec une teneur en phosphore légèrement élevée (pourrait être un facteur limitant pour Suisse-Bilan).
 - › Rendement en céleri-pomme au moins aussi bon en quantité et en qualité que le témoin
 - › Aucun effet négatif du digestat liquide sur le sol ou les plantes n'a été observé.
 - › Aucun lessivage de l'azote n'a pu être mis en évidence (mesures de la salinité et du N_{\min} dans les couches de sol 0-30 cm et 30-60 cm).
 - › Recommandation : apport du digestat en 2 fois minimum
- › http://www.biophyt.ch/documents/2017_Gaergut_Sellerie_BFE_Bericht.pdf

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

› Utilisation de digestat liquide dans une culture de céleri-pomme en plein champ (projet OFEN, réalisation FiBL)

Comparaison des coûts pour la fertilisation d'une culture de céleri-pomme biologique (en CHF)

Engrais	Quantité apportée par ha en t resp. m ³	Prix de l'engrais par t resp. m ³	Coûts d'épandage par ha	Coûts de l'engrais par ha, épandage compris	Rendement moyen en t par ha	Coûts de l'engrais par tonne de céleri-pomme
Digestat liquide ¹	60	0	420	420	18.4	23
	60	12	420	1140	18.4	62
Engrais témoins dans l'essai						
Fumier de poule	1.75	579	91	1104		
Patentkali	0.883	540.5	91	568		
Biorga N	1.414	1060	182	1681		
total			291.4	3353	16.4	204
Biorga Cuma ²	2.2	830	273	2099	18.4 ³	114 ³
Nitrate d'ammonium (production conventionnelle)	0.58	379	273	436		

¹ prix de l'engrais au délivré au bord du champ ; calcul réalisé avec un prix pour l'agriculteur de 0 CHF par m³ (frais de transport et de filtration pris en charge par le producteur de digestat liquide) ou de 12 CHF par m³ (prise en charge des coûts de transport et de filtration par l'agriculteur)

² dans la pratique, aucun apport de P et K n'est généralement effectué. La plupart du temps, Biorga Cuma est utilisé pour les cultures en pleins champs, car cet engrais est meilleur marché que Biorga N. Celui-ci est épandu en trois apports.

³ Calcul effectué en considérant la même quantité de récolte de céleri-pomme qu'avec le digestat liquide.

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

- › Utilisation de digestat liquide dans des cultures de tomates en serres (projet OFAG, réalisation FiBL/Agroscope)
 - › Digestat testé : digestat liquide provenant d'installations de type Kompogas (thermophiles)
 - › Essais en bacs de 25 litres dans 4 sols
 - › Essais en sol (serre expérimentale d'Agroscope à Conthey)

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

- › Utilisation de digestat liquide dans des cultures de tomates en serres (projet OFAG, réalisation FiBL/Agroscope)
 - › Possibilités techniques pour l'emploi du digestat liquide dans les serres de production :
 - › Petits tunnels : la distribution manuelle avec des bacs et des tuyaux est possible sans problèmes.
 - › Serres de production : apport par fertigation
 - › Danger d'obstruction des goutteurs si le digestat n'est pas pré-filtré (diluer le digestat avec de l'eau (50/50)).
 - › Goutteurs type T-Tape ne conviennent pas (trop d'obstruction).
 - › Goutteurs de types UniRam et NetaFim : OK (après pré-filtrage du matériel de fermentation à 0,1 mm).
 - › Les filtres nécessitent un nettoyage régulier: un système de filtre autonettoyant (système ARKAL SPIN KLIN) est en cours de test.

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

- › Utilisation de digestat liquide dans des cultures de tomates en serres (projet OFAG, réalisation FiBL/Agroscope)
 - › Rendement des tomates : aucune différence significative entre les différentes méthodes de fertilisation
 - › Caractéristiques des plantes (SPAD, phénologie, croissance, ...) : aucune différence entre le contrôle et la fertilisation
 - › Qualité du fruit produit (sucre, texture, jutosité, goût): aucune différence entre les méthodes testées
 - › Essai mâches après tomates (sans fertilisation supplémentaire) : tendancielle production plus élevée dans variantes avec digestat liquide : effet positif à moyen terme du digestat liquide ?

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

- › Utilisation de digestat liquide dans des cultures de tomates en serres (projet OFAG, réalisation FiBL/Agroscope)
 - › Effets du digestat liquide sur la physique du sol :
 - › Pas d'influence sur la capacité de rétention en eau du sol
 - › Pas d'influence sur la stabilité des agrégats du sol
 - › Effets du digestat liquide sur la biologie du sol :
 - › Pas d'influence sur l'activité biologique du sol (FDA)
 - › Influence sur la réceptivité du sol aux maladies :
 - › Le digestat liquide semble réduire le développement de la maladie causée par *Pythium ultimum*.
 - › Le digestat liquide semble augmenter légèrement le développement de la maladie causée par *Rhizoctonia solani*.
 - › Des recherches plus approfondies sur ce sujet sont nécessaires (grande variabilité des résultats).

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

- › Utilisation de digestat liquide dans des cultures de tomates en serres (projet OFAG, réalisation FiBL/Agroscope)
 - › Aspects économiques pour la production bio

Stratégie de <u>fertigation</u>	2018 - 2019		2019 - 2020	
	Quantité d'engrais (kg/ha ou l/ha)	Coûts (CHF/ha)	Quantité d'engrais (kg/ha ou l/ha)	Coûts (CHF/ha)
M1 <u>Engrais bio liq. BiorgaNK (6% N)¹</u>	2'283	4'566	2'985	5'969
M2 et M3 <u>Digestat liq. (0.3% N)²</u>	26'620	532	35'791	716

¹Biorga NK: engrais liquide de Hauert HBG Dünger AG, Dorfstrasse 12, 3257 Grossaffoltern, 2 CHF/litre (prix moyen)

²Coût de digestat estimé à 20.-fr le m³ (10.- CHF/m³ pour le produit digestat avec la livraison sur site ainsi que 10.- CHF /m³ pour les frais de préparation du produit (filtration) ainsi que des frais inhérents à la distribution du produit par les systèmes gouttes à gouttes sur site)

Exemple emploi de digestat liquide en maraîchage bio

› Utilisation de digestat liquide dans des cultures de tomates en serres (projet OFAG, réalisation FiBL/Agroscope)

› Rapport complet (en français):

http://www.biophyt.ch/documents/2020_BLW_BioGreenHouse_rapport.pdf

Recommandations pour l'utilisateur d'engrais de recyclage



Recommandations pour l'utilisateur d'engrais de recyclage

- › Choix du produit selon les buts recherchés
 - › Digestats: effets fertilisants à court terme (surtout digestat liquide)
 - › Composts: effets sur la fertilité du sol à moyen terme et la santé des plantes
- › Épandage que quand les conditions du champ le permettent
- › Bien doser les apports
- › Digestats liquides: plusieurs apports modérés plutôt qu'un apport important
- › Financièrement intéressant surtout pour les producteurs bio, pour autant que la qualité des produits soit irréprochable (entre autres matières étrangères indésirables)

Conclusions



Conclusions

- › Les engrais de recyclages peuvent remplacer une grande partie des engrais minéraux
 - › Composts et digestats solides: fertilisation de base des cultures
 - › Digestat liquide: fertilisation azotée aussi en cours de culture
- › Contrairement aux engrais minéraux, les engrais de recyclage ne sont pas que des engrais, mais aussi des améliorateurs de la fertilité des sols et de la santé des plantes.
- › Fertilisation azotée plus problématique (surtout avec composts)
- › Succès possible que si la qualité des produits est irréprochable et que le produit choisi et sa stratégie d'application soient adaptés aux cultures et aux buts recherchés
- › Combinaison de produits est possible (par exemple digestat liquide au printemps et compost en automne)
- › Financièrement très intéressant surtout pour les agriculteurs bio

Composts et digestats:

Des auxiliaires de choix pour le cultivateur!

www.fibl.org

www.biophyt.ch



Remerciements à l'OFAG et à l'OFEN pour le financement des projets sur l'utilisation des digestats liquides, ainsi qu'aux maraîchers et installations de méthanisation participants à ces projets

FiBL

www.fibl.org

Du digestat et du compost à la place des engrais minéraux - jf, 03.12.2020