



Le compostage, pratique d'avenir

Auteurs : Fabien Potier, Pascal Vauthier, division industrie et agriculture,
agence de l'eau Rhin-Meuse
Editeur : Agence de l'eau Rhin-Meuse
Octobre 1997
60 exemplaires
100 francs
© 1997 - Agence de l'eau Rhin-Meuse
Tous droits réservés

R É S U M É

Les diagnostics préalables aux opérations «Ferti-Mieux» mettent en évidence des balances azotées très excédentaires dans des exploitations de polyculture élevage, liées à une mauvaise gestion du fumier. Celui-ci comme le lisier, doit être considéré comme un déchet partiellement polluant. A l'inverse, le compost de fumier, largement utilisé chez les agrobiologistes, présente de nombreux avantages.

■ **La mise en oeuvre de la technique de compostage nécessite un fumier suffisamment pailleux (6 kg/j par animal au minimum), et un matériel adapté (composteuse, retourneur d'andains...).** Par contre, la gestion des épandages du compost, grâce à la diminution du volume de produit transformé, permet de faire gagner du temps à l'agriculteur.

■ **Le compost offre plus de possibilités de valorisations que le fumier.**

Grâce à sa granulométrie plus fine, à l'absence de nuisance olfactive et à l'absence de graines de mauvaises herbes détruites lors du processus de compostage, le compost est facile d'emploi. La largeur d'épandage est plus grande et la répartition au sol plus homogène. Toutefois, l'épandage en couverture de céréales est une technique encore mal maîtrisée, et son emploi en inter-culture n'est pas souhaitable car la minéralisation de l'azote peut avoir lieu à contre temps.

■ **L'épandage sur prairies est la meilleure valorisation du compost.**

Cela permet de délocaliser les apports de fumier des cultures vers les prairies, souvent sous-fertilisées et ceci sans effet défavorable sur l'appétence de l'herbe et la qualité du lait.

■ **Ce n'est pas le compost par lui-même qui est moins polluant que le fumier, mais la gestion différente qui en est faite.** Transformer les fumiers frais en fumiers compostés, et délocaliser leur épandage des surfaces cultivées en maïs vers les prairies, induit d'une diminution de la pollution azotée d'un coefficient deux à six suivant les années.

S O M M A I R E

INTRODUCTION	7
1. PROCESSUS DU COMPOSTAGE DES DÉJECTIONS ANIMALES	9
1.1. Qu'est-ce-que le compostage ?	9
1.2. Transformations de la matière	10
1.3. Quels fumiers peut-on composter ?	10
2. PRATIQUES ACTUELLES DU COMPOSTAGE DES EFFLUENTS D'ÉLEVAGE	11
2.1. Les techniques de compostage	11
2.2. L'épandage	11
3. INTÉRÊTS ET LIMITES DU COMPOSTAGE	12
3.1. Coûts de compostage et d'épandage	12
3.2. Facteur temps	12
4. UTILISATIONS POSSIBLES ET VALEUR FERTILISANTE DU COMPOST	14
4.1. Utilisé sur sol nu	14
4.2. Utilisé en couverture sur céréales	14
4.3. Utilisé sur prairie	14
4.4. Valeur fertilisante	14
5. IMPACT DU COMPOST SUR LA QUALITÉ DE L'EAU	15
5.1. Risques pendant le compostage	15
5.2. Risques au champs	15
CONCLUSION	17
BIBLIOGRAPHIE	19



LE COMPOSTAGE, PRATIQUE D'AVENIR

INTRODUCTION

Les diagnostics préalables aux opérations "Ferti-Mieux" mettent en évidence des balances azotées très excédentaires dans des exploitations de polyculture élevage, liées à une mauvaise gestion du fumier. Celui-ci est généralement épandu à forte dose avec un retour fréquent sur les mêmes parcelles sans prise en compte de sa valeur fertilisante dans le calcul de fertilisation. Le fumier, comme le lisier, est traité en déchet polluant.

A l'inverse, le compost fumier, largement utilisé chez les agrobiologistes, a la réputation d'être un produit "noble" présentant de nombreuses qualités. Ces agriculteurs estiment en effet que le fumier ainsi transformé est plus souple d'emploi et beaucoup mieux valorisable.

La présente note se propose de faire le point sur la technique de compostage, l'intérêt et les limites de cette pratique pour les agriculteurs et les conséquences sur la qualité de l'eau.

NB: Cette synthèse est issue du rapport intitulé "Comment limiter la pollution par les nitrates en compostant les fumiers" effectué par Aurélie PETIT (B.T.S. gestion et maîtrise de l'eau au L.A. de Metz) dans le cadre de son stage de fin d'année à l'Agence de l'Eau Rhin Meuse.

1. PROCESSUS DU COMPOSTAGE DES DÉJECTIONS ANIMALES

1.1. Qu'est-ce que le compostage ?

Le compostage peut être défini comme un procédé biologique contrôlé de conversion et de valorisation des substrats organiques en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques" (MUSTIN, 1987). Dans la pratique, le compostage est l'opération qui consiste à faire fermenter des déchets organiques en présence d'oxygène de l'air.

Cette technique peut être utilisée pour valoriser de nombreux déchets : restes de collectivités, boues de station d'épuration, sous-produits agro-alimentaires et ligneux, résidus d'abattoirs, et déjections animales.

Le compostage consiste à disposer le fumier des bovins dans des conditions aérobies. Pour ce faire, il faut le retourner et le brasser, afin de le ventiler. Le fumier entre en fermentation. Des micro-organismes (bactéries, champignons, actinomycètes¹ ...) se développent et font monter la température jusqu'à 70°C environ. En quelques semaines, le fumier se transforme en un produit désodorisé, de couleur foncée et granuleux. Il a changé de composition chimique et a diminué de 40 à 60% en volume. La poursuite du compostage conduit à du terreau.

Le compost est un produit différent du fumier. Le tableau ci-dessous présente ces différences. Le fumier de dépôt n'est pas un compost : il a évolué sous l'effet de fermentations anaérobies.

	FUMIER	COMPOST
ASPECT	tas pailleux	tas de terreau
COULEUR	jaunâtre	brun-roux
ODEUR	forte et désagréable	«sous-bois»
COMPOSITION CHIMIQUE	matières organiques fraîches	matières organiques humifiées
CONSISTANCE	hétérogène, en blocs	granuleux, homogène

D'après MANTEAUX, 1995

¹ Les actinomycètes sont des champignons unicellulaires

LES PRINCIPAUX PARAMÈTRES INFLUANT LE PROCESSUS SONT :

- l'aération du fumier (demande forte en oxygène en début de processus),
- la structure du fumier (4 kg de paille par animal et par jour pour des bovins viandes, 7-8 kg pour des vaches laitières),
- le rapport C/N (masse de carbone / masse d'azote), avec une valeur optimale en début de compostage de 25-30,
- l'humidité (la teneur optimum du compost se situe autour de 60 %).

1.2. Transformations de la matière

(GODDEN, 1994 ; LE HOUEROU, 1993 ; TARANT, HESTROFFER, 1995)

En quelques semaines, plus de la moitié des matériaux d'origine a changé de composition, et la quantité globale de produit diminue. La constitution chimique évolue en fonction de la nature du fumier de départ, du temps, et des conditions climatiques, notamment la pluviométrie.

D'une manière générale :

- le taux de matières organiques diminue, (dégagement de CO₂, NH₃, N₂O, N₂ ...),
- les teneurs en phosphore (P₂O₅), potasse (K₂O), calcium (CaO) et magnésium (MgO). augmentent en relation avec la diminution en masse du compost,
- l'azote qui était sous forme organique et ammoniacale, donne un produit organique bactérien (la masse microbienne), polymérisé et stable, contrairement à la matière organique du fumier facilement minéralisable. Cela permet d'établir l'hypothèse d'une cinétique de minéralisation différente selon les produits : plus rapide pour les fumiers frais, différée de plusieurs semaines ou mois pour des fumiers compostés.

1.3. Quels fumiers peut-on composter ?

Tous les fumiers ne sont pas compostables. Pour que la transformation de ceux-ci soit aisée, il faut un apport de 6 à 8 kg de paille par jour et par UGB (Unité Gros Bovin) dans les bâtiments où sont produits ces fumiers. Cela signifie que des techniques d'élevages particulières doivent être mises en place :

- en logettes, le fumier obtenu est du fumier mou, avec un maximum de 4 kg de paille par jour et par vache laitière. Dans ces conditions, le compostage est difficile voire impossible si ce fumier n'est pas mélangé avec du fumier plus pailleux.
- la pente paillée permet d'obtenir des fumiers pailleux qui seront d'autant plus faciles à composter que la fréquence de raclage avoisine deux semaines.
- en semi-paillé la litière accumulée sur la partie couchage est apte au compostage (C/N = 25-30) mais la partie raclée, sous forme de lisier ou de fumier mou, doit être mélangée à la partie curée pour être transformée dans de bonnes conditions.
- la litière accumulée donne le meilleur résultat. En effet, le paillage est suffisant dès le départ et la paille est bien mélangée aux déjections par le piétinement des animaux.

2. PRATIQUES ACTUELLES DU COMPOSTAGE DES EFFLUENTS

2.1. Les techniques de compostage

(DRIEUX, 1993)

Pour composter le fumier, il existe des techniques simples mais peu adaptées tel que le retournement avec le chargeur ou mise en andain avec l'épandeur à fumier. Les solutions les plus employées et donnant les meilleurs résultats sont :

LE RETOURNEUR D'ANDAINS

Le fumier doit être installé en un tas long, (3 ou 4 mètres de large et 2 mètres de haut) sur lequel passe le retourneur d'andains. Cet appareil peut revenir plusieurs fois sur le tas, car le retournement est simple. Il permet d'obtenir en quelques semaines un compost à granulométrie fine, de bel aspect. Il présente deux contraintes techniques :

- la vitesse d'avancement du tracteur doit être très lente, au moins pour le premier passage.
- il nécessite un tracteur d'une puissance relativement importante.

Son coût s'élève à 65 000 francs environ. Il existe une machine équipée d'un moteur auxiliaire qui la rend autonome pour la vitesse d'avancement. Son prix avoisine les 250 000 francs.

LA COMPOSTEUSE

C'est une machine qu'utilisent les espaces verts par exemple pour composter. Elle prend l'andain et le fait ressortir de l'autre côté. Il est possible de l'adapter aussi pour une utilisation agricole. Sa capacité de retournement est de 1600 mètres cubes en trois heures. Son coût est élevé, supérieur à 400 000 francs.

2.2. L'épandage

(ZIEGLER, HEDUIT, 1991)

On épand le compost avec un épandeur à fumier. La remorque est équipée d'un fond mobile et d'un hérisson déchiqueteur horizontal ou vertical. Ce matériel permet généralement un épandage sur la largeur de la remorque. Quelques constructeurs proposent des disques ou "tables d'épandage", qui assurent une largeur d'épandage, de 10 à 12 mètres.

Les épandeurs à fumier classiques présentent souvent une répartition très irrégulière avec une "dose" bien plus élevée sur l'axe d'avancement. La largeur ne dépasse pas 2,5 mètres avec des hérissons horizontaux. Les hérissons verticaux augmentent la largeur d'épandage jusqu'à 4 à 8 mètres, et améliorent sensiblement l'homogénéité de la répartition.

Le compost, grâce à sa granulométrie plus fine donne un épandage beaucoup plus homogène que le fumier. Les caractéristiques physiques des composts facilitent le réglage des épandeurs et les épandages à faibles doses (ITAB, 1995).

Devant l'intérêt croissant porté à cette technique, les constructeurs perfectionnent de plus en plus leurs matériels et leur qualité d'épandage et, dans le cadre du PMPOA, de nombreux éleveurs achètent des épandeurs surbaissés à hérissons verticaux.

3. INTERETS ET LIMITES DU COMPOSTAGE

3.1. Coûts de compostage et d'épandage

(TARANT, HESTROFFER, 1995)

Les prix moyens et coûts d'utilisation d'une composteuse sont délicats à avancer : ce matériel est encore peu utilisé, les références en matière d'entretien sont diverses, et les prix risquent d'être révisés à la baisse si les achats sont plus nombreux. Actuellement, le prix de ce matériel peut aller de 65 000 francs pour un retourneur d'andains simple à 400 000 francs pour une composteuse perfectionnée.

En considérant un amortissement sur 7 ans de 65 000 francs, le remisage et l'entretien, un retourneur d'andains coûterait globalement 10 000 francs par an. Pour obtenir le coût réel du chantier, il faut ajouter l'énergie dépensée et le temps passé. Il est évident que plus l'utilisation de la machine est importante, plus le coût du chantier va diminuer. Si la machine est utilisée en commun, le coût du mètre cube de fumier traité baissera.

Il est possible d'avoir une autre approche en comparant ces coûts avec ceux du fumier : le compostage a un coût légèrement supérieur au fumier. Cette différence à l'avenir s'inversera dans la mesure où une meilleure gestion des épandages des fumiers (et des lisiers) devient indispensable pour la maîtrise des pollutions d'origine agricole. En effet, la valorisation de ces fumiers à des doses plus faibles se traduit par des épandages sur des parcelles éloignées. Le compostage à la ferme permet alors de réduire de manière significative le coût de transport des éléments fertilisants.

3.2. Facteur temps

Dans les esprits des agriculteurs, le compostage fait perdre du temps. Pourtant, les comparaisons sont toujours en faveur du compost.

Le compostage peut se diviser en plusieurs étapes :

- 1- vidange du fumier et création des tas
- 2- retournement des andains, et retroussement si nécessaire
- 3- reprise du compost
- 4- transport
- 5- épandage

Par rapport au fumier, on perd du temps sur les étapes 1, 2 et 3, mais on en gagne sur le transport et l'épandage, puisque le volume à traiter a diminué de moitié.

Le Lycée Agricole de Courcelles-Chaussy a recueilli des données pendant deux ans chez un agriculteur biologique, M. DELATTE, qui composte avec un retourneur d'andains. Le tableau ci-dessous présente les résultats de 1995, pour 793 tonnes de fumier.

TEMPS NÉCESSAIRES POUR CHAQUE ÉTAPE DU COMPOSTAGE

	Vidange + création des tas	Retourne- ment des andains	Redresse- ment des tas	Reprise	Epandage	Temps total	Quantité à épandre (tonnes)
Compost	53h30	16h30	4h30	21h00	44h00	139h30	317
Fumier de dépôt	53h30			43h00	96h00	192h30	634
Fumier frais	50h30				120h00	170h00	793

SOURCE : TARANT, HESTROFFER, 1995

Notons que le temps de transport n'a pas été pris en compte, et qu'il aurait été en faveur du compostage.

Nous pouvons donc conclure que le compostage des fumiers ne fait pas perdre de temps aux agriculteurs.

En fonction de leur équipement, cela peut leur permettre d'en gagner et d'étaler dans le temps le chantier d'épandage.

4. UTILISATIONS POSSIBLES ET VALEUR FERTILISANTE DU COMPOST

4.1. Utilisé sur sol nu

Les nombreux essais menés ne montrent aucun avantage agronomique à épandre du compost au lieu d'un fumier non composté avant céréales ou maïs.

4.2. Utilisé en couverture sur céréales

(TARANT, HESTROFFER, 1995; DRIEUX, 1993)

Un essai est mené depuis 1993 au Lycée Agricole de Courcelles-Chaussy (57) sur l'épandage de fumier composté en culture. Il présente là encore un avantage sur le fumier : l'élévation de température détruit les mauvaises herbes qu'il contient. Les deux années d'expérimentation ont montré que si l'apport de compost est fait avant le tallage du blé, il est bien valorisé. Par contre, s'il est fait après, il a une incidence sur le rendement, à cause de la gêne mécanique du passage.

4.3. Utilisé sur prairie

Vue les dates d'épandage et les doses (20 tonnes par hectare) pratiquées sur prairies, le compost est bien décomposé lors de la fauche, contrairement au fumier, qui forme des "mottes". Il ne pose pas de problème d'appétence pour le troupeau et, selon le BTPL, l'apport de compost n'a jamais occasionné de contamination de l'élevage ou du lait dans les conditions habituelles d'élevage.

Un essai effectué au Lycée Agricole de Courcelles-Chaussy (57) le confirme en montrant que la population de *Clostridium butyrique* croît en début de processus, puis diminue. Si le fumier n'est remué qu'une seule fois, seuls les pathogènes se trouvant au centre du tas subiront la montée de température.

4.4. Valeur fertilisante

Selon de nombreuses expérimentations menées par l'ITCF lorraine, la chambre d'agriculture des Vosges et l'INRA de Mirecourt, la valeur fertilisante d'un épandage de compost de 20 tonnes par hectare apporte 50 à 60 unités d'azote par hectare. Cependant, sur prairie, un effet dépressif a pu parfois être constaté la première et la deuxième année d'épandage.

² = écrasement des céréales par les roues du tracteur et de l'épandeur

5. IMPACT DU COMPOST SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

5.1. Risques pendant le compostage

Les quantités de jus écoulés des composts peuvent varier de presque rien à plus de 100 litres par mètre cube de produit. Ces pertes semblent varier en fonction du niveau de paillage du fumier de départ, de la hauteur de pluie reçue pendant le stockage, de la présence de bâche ou non. Les dépôts de fumier perdent moins de jus par percolation sous les tas : ils sont plus compacts et la pluie ruisselle.

Plus un fumier est pailleux, moins il perd de jus. Le bâchage peut avoir un impact négatif comme positif : s'il pleut beaucoup, il protège le tas ; s'il ne pleut pas, il limite les échanges gazeux et fait se condenser l'évaporation sur ses parois : le volume de jus en est augmenté.

La "qualité" de ces jus varie elle aussi. Elle se situe autour d'un gramme par litre d'azote total, sans dépasser 2,5 g/l. L'azote ammoniacal y est majoritaire.

Dans certains cas, la technique utilisée consiste en une plate-forme à compostage bétonnée couverte (société Agrivair, 88800 VITTEL). Cette technique permet de ne pas générer de jus mais l'investissement est conséquent puisqu'il faut prévoir pour 100 UGB :

- une plate-forme bétonnée de 600 m² (120 000 F)
- une couverture de 600 m² (150 000 F)

Ces investissements étant très lourds, il faut évaluer en amont les réels risques de pollution des eaux.

5.2. Risques au champ

D'après les études réalisées, nous pouvons dire :

- la comparaison entre la minéralisation du fumier frais et du compost ne permet pas de vérifier qu'ils ont une minéralisation différée,
- dans les conditions d'un essai réalisé par l'INRA de Mirecourt (88) en 1991, l'apport de fumier composté sur sol nu avant maïs n'a pas permis de diminuer la pollution azotée. Les stocks d'azote minéral accumulés dans le sol après récolte montrent en effet que les traitements "fumier frais" et "compost" présentent dans cet essai les mêmes risques de lessivage hivernal :

COMPARAISONS DE DIFFÉRENTS TYPES DE FUMURES SUR MAÏS

Traitements	Date d'apport	Apports en kg N/ha	Rendement en tonnes de matière sèche/ha	Exportations à la récolte en kg N/ha	N total minéral restant après récolte au 1/10*
Témoin		0	8,7	77	44
Fumier frais	27/03	320	9,3	78	63
Compost	27/03	335	10,1	86	61
Ammonitrate	22/04	180	12,5	155	134

SOURCE : LE HOUEROU, 1993

* Il s'agit de l'azote minéral total présent dans des «profils azote» du sol, réalisés sur 80 cm de profondeur. Les résultats obtenus après récolte montrent l'azote restant dans le sol, et donc lessivable.

Enfin, selon les conclusions d'un essai mené par l'INRA en 1991, on peut affirmer sans risque que le compost sur prairie n'engendre pas de présence supplémentaire d'azote dans le sol et présente peu de risque de pollution : 35 tonnes épandues sur un hectare de prairies issues de 50 tonnes de fumier frais ont des conséquences bien moindres que 40 tonnes de fumier frais épandues sur maïs.

La comparaison de l'effet des apports organiques entre prairies (compost) et maïs (fumier frais) sur les lixiviations azotées a donné les résultats suivants:

- en 1991-1992 : 182 kg de N-NO₃/ha sous maïs et 31 kg de N-NO₃/ha sous prairie permanente ;
- en 1992-1993 : 63 kg de N-NO₃/ha sous maïs et 29 kg de N-NO₃/ha sous prairie permanente

Ainsi transformer les fumiers frais en fumiers compostés, et les délocaliser des surfaces en maïs vers les prairies, induit des pertes azotées vers les eaux souterraines de deux à six fois plus faibles suivant les années.

LE COMPOSTAGE, PRATIQUE D'AVENIR

CONCLUSION

Le compostage consiste à mettre les fumiers dans des conditions particulières d'aération pour obtenir un produit plus facile à employer.

La mise en oeuvre de la technique de compostage nécessite :

- ❁ un fumier suffisamment pailleux (6 kg/j par animal au minimum), ou bien éventuellement, une incorporation supplémentaire de paille,
- ❁ du matériel adapté (composteuse, retourneur d'andains,...), qu'il est préférable d'acheter en système collectif; vus le coût du matériel et sa faible utilisation en terme d'heure de travail,
- ❁ une gestion différente des épandages, qui grâce à la diminution du volume de produit transformé, permet de faire gagner du temps à l'agriculteur.

Le compost offre plus de possibilités de valorisations que le fumier. Il est plus facile à gérer grâce à sa granulométrie plus fine, à sa désodorisation et à l'absence des graines de mauvaises herbes. L'épandage du compost est de meilleure qualité que celui du fumier : il ne forme pas de mottes, la largeur d'épandage est plus grande, et la répartition au sol plus homogène. Toutefois, l'épandage en couverture de céréales est une technique encore mal maîtrisée, et son emploi en inter culture n'est pas souhaitable, car la minéralisation de l'azote peut avoir lieu à contre temps.

La meilleure valorisation du compost est son épandage sur prairies. Cela permet de délocaliser les apports de fumier sur cultures, vers les prairies, souvent sous-fertilisées. On évite ainsi les situations à risques. Le compost, contrairement au fumier, peut être épandu à moins de cent mètres des habitations sans enfouissement et permet également un rapide retour des animaux sur les prairies.

De fait, les exploitations "sans herbe" à forte dominance de maïs n'ont a priori aucun intérêt agronomique à pratiquer le compostage.

Ce n'est pas le compost lui-même qui pollue moins que le fumier, mais la gestion différente qui en est faite. En contre partie, certaines habitudes sont remises en cause :

- ❁ un paillage suffisant qui peut nécessiter l'achat de paille,
- ❁ une gestion différente et économe de l'emploi du temps,
- ❁ l'épandage sur prairies. Cette technique, réalisable dans les exploitations où les surfaces en herbes sont accessibles, permet en outre de réduire fortement les pertes d'azote imputables aux matières organiques.

REMARQUE FINALE :

Dans le cadre du PMPOA, les exploitations doivent réaliser des ouvrages de stockage des déjections solides et des effluents liquides. Les investissements sont d'autant plus lourds que les fumiers produits sur l'exploitation sont "mous".

Il est donc intéressant de produire du fumier de litière accumulé, ce qui limite les dépenses de stockage pour ce type de fumier. De plus, il est possible de stocker le fumier de litière accumulé directement au champ après un temps de séjour de deux mois minimum sous les animaux.

Ce fumier peut être alors directement composté au champ (pour des problèmes de portances ou de reprises, il peut être souhaitable de construire une plate-forme bétonnée).



B I B L I O G R A P H I E

BENOIT M. ;

1992 ; Evolution de la qualité de l'eau lixiviée suite aux changements de pratiques agricoles - Cas de la lixiviation nitrrique sous monoculture de maïs avec fertilisation organique et minérale ; UGET 13 : la gestion des effluents d'élevage ; RED journée transfrontalière de l'environnement, Luxembourg. ☼

CASSET C. ;

1994 ; Le compostage du fumier permet-il un stockage en bout de champ plus respectueux de l'environnement ? ; Chambre d'Agriculture du Calvados - Agronomie - Environnement. ☼

Chambre d'Agriculture de la Moselle ;

1995 ; Audit des risques de pollution azotée pour une opération Ferti-Mieux dans la zone de Sierck-Les-Bains ; pages 14-19. ☼

Chambre d'Agriculture des Vosges, INRA SAD Mirecourt ;

1993, 1994, 1995 ; Apport de compost sur prairie permanente - Impact sur la production prairiale. ☼

Comité de pilotage FERTI'ILL ;

1995 ; Gestion des déjections animales et risque de pollution diffuse sur la zone de FERTI'ILL - Principaux résultats. ☼

DRIEUX T. ;

1993 ; Le compostage à la ferme, approche technique et agronomique ; Mémoire de fin d'études - ENSA Rennes. ☼

DRIEUX T. ;

1994 ; Le compostage, une voie de valorisation des engrais de ferme ; Fourrages ; n°140 ; pages 543-550. ☼

GODDEN B. ;

1994 ; Le compostage : processus et principaux paramètres ; compte rendu de réunion du 11/10/1994. ☼

GUERRY M.A., HESTROFFER P. ;

1994 ; Le compostage à la ferme ; Lycée Agricole de Courcelles-Chaussy.

HACALA S., TILLIE M., CAPDEVILLE J. ;

1994 ; Connaissance qualitative et quantitative des engrais de ferme de bovins - Intérêt pour la fertilisation ; Fourrages ; n°139 ; pages 255-263. ☼

ITAB ;

1995 ; Guide des matières organiques ; pages 83-103.

LE HOUEROU B. ;

1993 ; Le compostage des fumiers de bovins, une des pratiques pour protéger l'eau ; Congrès GEMAS/COMIFER ; 16-18/12/93 ; Matières organiques et agriculture. ☼

LE HOUEROU B. ;

1993 ; Les dépôts de fumier au champ : pertes en azote par percolation des jus sous les tas ; Dossier RED, UGET 13 ;

La gestion des effluents d'élevage. ☼

LE HOUEROU B. ;

1993 ; Minéralisation de l'azote des déjections animales sous différents systèmes de cultures. ☼

LE HOUEROU B. ;

1995 ; Compostage des fumiers dans les exploitations et réduction des excédents d'azote organique à l'échelle des bassins d'alimentation ; contribution au rapport AGREV Volet 2 ; à paraître. ☼

LIMBOURG P. ;

1992 ; Une alternative intéressante à la fumure minérale sur prairie : l'apport de fumier composté ; Fourrages ; n° hors série l'extensification en production fourragère ; pages 100-101.

Lycée Agricole de Courcelles-Chaussy ;

1995 ; Du fumier au compost, à vous de choisir... ; Journée d'information sur la valorisation du fumier.

MANTEAUX N. ;

1995 ; Le compostage des fumiers de bovins ; Chambre d'Agriculture du Calvados. ☼

MUSTIN M. ;

1987 ; Le compost, gestion de la matière organique ; pages 117-122.

TARANT S., HESTROFFER P. ;

1995 ; Le compostage des fumiers de ferme ; Lycée Agricole de Courcelles-Chaussy. ☼

TEILHARD DE CHARDIN ;

1990 ; Gestion des déjections de bovins et pollution par les nitrates, diversité des pratiques dans les élevages du plateau lorrain ; Etudes et recherches sur les systèmes agraires de développement. ☼

ZIEGLER D., HEDUIT M. ;

1991 ; Engrais de ferme, valeur fertilisante, gestion, environnement ; ITCF, ITP, ITEB ; 35 pages. ☼

