

COMPOSTAGE SANS RETOURNEMENT D'UN MÉLANGE LITIÈRES DE POULETTES REPRO ET LISIERS DE POULES REPRO EN PRESENCE DE L'INOCULUM BACTÉRIEN BACTIVOR®

Pénaud Jean, Berraute Yannick

G.B.P. ENVIRONNEMENT, 7, rue Philippe LEBON 37000 TOURS

RÉSUMÉ

Cette étude avait pour but de tester s'il était possible de composter, sans nuisance pour l'environnement, un mélange fumier de volailles lisier de poules. La proportion de lisier devait être supérieure à 40 % de façon à répondre aux proportions de fumiers et lisiers produites habituellement dans les stations d'accoupage. Afin de permettre l'exportation du produit final, il était indispensable que ce dernier réponde soit à la norme amendement organique (NFU 44051), soit à celle engrais organique (NFU 42001).

Un mélange comprenant 57 % de fumier et 43 % de lisier a été mis en andain sous un bâtiment ventilé après inoculation avec le complexe bactérien BACTIVOR®. Le Bactivor® en solution aqueuse : 5 à 8 litres pour 10 tonnes de mélange à composter, a été apporté au fur et à mesure de la vidange de la remorque mélangeuse : 36 tonnes sont ainsi mises en compostage. Des échantillons ont été prélevés à J0 pour établir les statuts chimiques et bactériologiques du mélange. D'autres prélèvements ont été effectués à J+52 et J+127. La température interne de l'andain a été suivie pendant 50 jours grâce à 2 sondes enregistreuses placées à 30 et 60 cm de la surface. Deux autres séries de mesures ont été menées en 7 points et à 3 profondeurs grâce à une sonde à thermocouple.

Le suivi chimique a montré qu'à J+127 la matière sèche atteignait 69,1 %, soit une augmentation de plus de 50 % par rapport à J0, ce qui correspond à une élimination d'eau d'environ 7 tonnes. Pendant le même temps le pourcentage d'azote ammoniacal passait de 54 à 24 %, alors que la variation de la teneur en N_T était inférieure à 12 %. La M.O était de 78,7 % sur sec, donc très élevée. Les températures, en tout point de l'andain étaient comprises entre 45 et 60°C et se maintenaient jusqu'à la fin de l'essai (J+127) sans retournement. Le mélange à J0 bactériologiquement très contaminé y compris par *salmonella* et *listeria* était totalement hygiénisé dès J+52. Seules quelques spores ($<10^2$ UFC/g) de type anaérobie sulfito-réducteurs ont été retrouvées. Très peu de nuisances olfactives ont été perçues : NH_3 indécélable à plus de 50 cm du tas dans la phase de compostage et 1 m lors du transfert. Le produit final obtenu répondait à la norme NFU 42001 : engrais organique

ABSTRACT

This study shows that it is possible to compost, a mixture of poultry manure and hens slurry, without harmful effects on the environment. The proportion of slurry must be higher than 40% to fulfil requirements of the stations of hatchery. To be exported, the end-product must answer one of the standards of fertilizer (NFU 44051) or organic manure (NFU 42001).

A mixture including 57 % of manure and 43 % of slurry is put in wind-row, under a ventilated building after inoculation with a bacterial complex BACTIVOR®. This product in aqueous solution : 5 to 8 liters for 10 tons of mixture to compost, is progressively brought during the unloading of the mixing trailer. 36 tons are thus put in composting. Samples are taken on day 0 to establish the chemical and bacteriological status of mixture. Other samplings are made on day 52 and 127. The internal temperature of the wind-row is followed during 50 days thanks to two recording probes located at 30 and 60 cm under the surface. Temperatures have been recorded twice, in 7 points and 3 depths with a thermocouple probe. The chemical follow-up shows that on day 127, the dry matter reaches 69,1 %, an increase of more than 50 % compared to day 0, this corresponds to an elimination of approximately 7 tons of water. During same time, the percentage of ammoniacal nitrogen decreases from 54 % to 24 %, whereas the N_T content is lower than 12 %. The organic matter is 78,7 % on dryness, therefore very high. Temperatures inside the wind-row lie between 45 and 60°C and remain until the end of the test (day 127), without reversal. On day 0, the mixture was very contaminated, including salmonella and listeria. On day 52, the mixture was completely sanitized, less than 10^2 UFC/g of sulfite reducing anaerobe are found. Odours are reduced : Undetectable NH_3 at more than 50 m of the heap during composting, and at 2 m during the transfer. the end-product conforms to NFU 42001 standard: organic manure.

INTRODUCTION

Les inquiétudes suscitées par le possible développement de la grippe aviaire en Europe ont ravivé par contre-coup les exigences sur la propreté bactériologique des effluents stockés, *a fortiori* transportés. Le compostage peut être une réponse à ce problème pour ses propriétés d'hygiénisation du produit final et par sa structure chimique non polluante du fait de la réorganisation des structures organiques. Or le compostage est une technique aérobique qui impose périodiquement des apports d'oxygène, soit par retournement, soit par insufflation d'air. Ces interventions en désorganisant complètement la structure complexe et transitoire des produits en transformation sont génératrices de nuisances parfois importantes, odeurs et dissémination de particules, ce qui impose l'installation d'une véritable plate-forme industrielle dont les coûts annihilent souvent l'intérêt du recourt à une telle méthodologie. Pour les stations d'accoupage, le même problème se pose pour les déchets de couvoir. Dans une étude menée avec l'ITAVI, nous avons montré que grâce à l'apport de l'inoculum bactérien spécifique BACTIVOR® de type aérobie-anaérobie facultatif, le co-compostage des déchets de couvoir avec des litières de volailles était réalisable sans retournement tout en limitant au maximum les nuisances, en assurant l'hygiénisation et le compostage des différents intrants. Parmi les autres déchets, le lisier de poules pose le problème de son élimination. Il était donc particulièrement intéressant de tester l'action de l'inoculum BACTIVOR® lors du compostage d'un mélange fumier de volailles lisier de poules. L'objectif de cette étude était de tester les taux possibles d'incorporation du lisier de poules en évitant l'écoulement gravitaire du lisier pendant la phase initiale de compostage, de vérifier la possibilité du compostage sans apport d'oxygène et l'hygiénisation du milieu.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Mise en place du mélange

Le fumier de poulettes a comme support des copeaux de bois blanc. Ces fumiers, après curage, sont entreposés à l'abri dans un hangar ventilé. Les lisiers sont prélevés directement dans la fosse d'un bâtiment en activité. Pour répondre au cahier des charges de cet établissement, il serait souhaitable de constituer un mélange contenant un minimum de 40 % de lisier en poids. Deux difficultés devaient être résolues en ce début d'essai : effectuer un mélange de qualité contenant suffisamment de lisier et constituer un andain qui corresponde au moins à une semaine de production des effluents. Pour réaliser cet essai, nous disposions d'un bâtiment clos et ventilé par un bardage bois sur les 4 cotés. La surface disponible était de 200 m², le sol était bétonné. Un épandeur à

fumier de grande capacité (>10 tonnes) muni d'un fond mouvant servait de mélangeuse. Le remplissage était assuré par un tractopelle muni d'un godet de 1m³. Dans un premier temps le poids du fumier remplissant le godet était mesuré à 400 kg et le volume du même poids de lisier était repéré sur le godet. Pour constituer l'andain 7 remorques ont été utiles. Les proportions du mélange lisier fumier ont évolué au fur et à mesure de l'avancée du travail. Partant d'un mélange initial 2/3 fumier, 1/3 lisier nous avons pu atteindre un mélange contenant chaque constituant à poids égal. Au final l'andain avait un poids de 36 tonnes avec une proportion moyenne de lisier de 43 %. Chaque remorque est vidée grâce au système d'épandage avec hérissons horizontaux, ce qui permettait d'avoir un andain non tassé de 1,80 à 2 m de hauteur pour une largeur au pied de 6 à 7 mètres. L'andain était de forme arrondie. Une dose de BACTIVOR® en solution dans 5 litres d'eau de source était appliquée sur le mélange lisier litière à l'aide d'un pulvérisateur manuel au fur et à mesure du déchargement de chaque remorque. L'apport bactérien était de 10⁶ UFC/kg de mélange à composter. Une fois l'andain terminé, une dernière pulvérisation était effectuée sur l'ensemble de sa surface extérieure. Trois types de paramètres ont été suivis au cours de cet essai : l'évolution chimique du mélange, l'évolution de son statut microbiologique et l'évolution des températures.

1.2. Contrôles chimiques et microbiologiques

Afin de pouvoir suivre l'évolution chimique du mélange fumier lisier lors de la phase de compostage, un échantillon moyen était constitué à trois moments de son évolution. Lors de la constitution, il était prélevé en début, milieu et fin de vidange 2 kg de mélange lors du déchargement de chaque remorque mélangeuse. Les échantillons prélevés sont rassemblés en un seul, et mélangés avec une pelle directement sur le sol préalablement balayé. Le tas est ensuite divisé en 2 parts égales sur lesquelles un échantillon de 2 kg sera prélevé, l'un servant à l'analyse chimique, l'autre à l'analyse bactériologique. Les paramètres chimiques suivis sont : MS, MM, MO, N_T, NH₃, P₂O₅ et K₂O. Les paramètres microbiologiques étudiés sont : Flore Mésophile Aérobie Totale (FMAT), entérobactéries, coliformes totaux, E. coli, anaérobies sulfito-réducteurs formes sporulées et végétatives, salmonelle, listeria, levures et moisissures.

1.3. Contrôles de température

Après réalisation complète, l'andain a été équipé de 2 sondes à thermocouples programmées pour un enregistrement en continu. Ces sondes ont été identifiées 2 et 7. Le temps entre 2 mesures était de 1 minute. Pour des raisons de disponibilité du matériel, les sondes ont été mises en place 4 jours après

constitution des andains. La sonde 7 était placée à une profondeur de 30 cm par rapport à la paroi et à 80 cm du sommet de l'andain. La sonde 2 était placée plus profondément : 60 cm soit à égale distance de la paroi et du cœur de l'andain et à la même distance du sommet que la sonde 7. La distance entre les deux sondes était d'environ 10 m. Toujours pour des raisons de disponibilité du matériel, ces sondes ont été laissées en place pendant 43 jours pour la n°7 et 50 jours pour la n°2. De façon à avoir une cartographie plus complète des températures dans les diverses zones de l'andain, les températures ont été relevées à l'aide d'une sonde canne de 1,5 m de long, en 7 points différents matérialisés sur les côtés de l'andain. Les températures ont été relevées en chaque point pour 3 profondeurs : 20 cm, 60 cm et 120 cm. Le cœur de l'andain était ainsi ausculté. Ces mesures ont été effectuées à J+16 et J+56.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Evolution chimique du mélange

Il était impossible dans cet essai de suivre l'évolution de la matière sèche pendant les 52 premiers jours car le mode de prélèvement des échantillons pendant la phase de constitution des andains favorisait la collecte des particules les plus sèches qui étaient éjectées à plus de 1 mètre de la remorque mélangeuse alors que les particules plus chargées en eau tombaient au pied de la remorque. La matière sèche à J₀ était de 53 %. L'échantillon prélevé à 52 jours était beaucoup plus représentatif de la valeur matière sèche, le prélèvement étant effectué par carottage jusqu'au cœur de l'andain. L'ensemble du produit recueilli représentait les diverses strates du tas. Entre le 52^{ème} et le 127^{ème} jour, instant de la reprise du tas, le taux de matière sèche était passé de 45,8 % à 69,1 % ce qui représente une perte en eau d'environ 7 tonnes. Pour un poids initial de 36 tonnes et pour éviter des problèmes de reprise en eau, il est recommandé de constituer les andains sous une structure couverte. Les taux des matières minérales et organiques en fin d'essai montraient que malgré une période de compostage longue (127 jours) la matière organique était conservée : 78,7 %, ce qui confère au produit final un grand intérêt comme amendement organique. Le mélange lisier fumier est naturellement riche en azote et particulièrement en azote ammoniacal. Dans cet essai le pourcentage d'azote ammoniacal obtenu *in fine* est de 24 % alors qu'il était encore de 54 % à 57 jours. Dans le même temps l'azote total ne varie que dans de faibles proportions, inférieures à 10 % ce qui est conforme aux résultats obtenus avec d'autres intrants. Pendant les 127 jours du compostage, il était impossible de détecter des vapeurs ammoniacales à plus de 30 cm de la surface du tas. A J+127 l'éventration de l'andain dégage une grande quantité de vapeur d'eau, de faibles quantités d'ammoniac

indécelables à plus de 1 m. Aucune autre odeur putride n'a été décelée.

2.2. Evolution de la température des andains

A l'ouverture de l'andain, il apparaît que les deux sondes étaient placées dans des zones à forte teneur en matière sèche. Cette observation permet de comprendre la cinétique des températures pendant la période d'enregistrement. La lecture des deux sondes enregistreuses après leur extraction du tas montrait un léger retard de 72 heures de la montée en température pour la sonde 2 placée la plus en profondeur. La sonde n°7 atteint 60°C dès sa mise en place. Pendant les 43 jours suivants et en l'absence de tout apport d'air par retournement ou insufflation, la température subissait une très légère décroissance pour atteindre 51°C au moment où elle était retirée. La température enregistrée par la sonde n°2 atteint 56°C et présentait la même cinétique que la n°7 mais la décroissance observée pendant les 50 jours est limitée à 5°C. Pour les 2 sondes, le temps passé avec une température supérieure à 50°C était de 1 000 heures. Celui inférieur à 50°C était de 53 heures pour chaque sonde, soit 5 % du temps d'enregistrement. Ce maintien d'une température élevée au sein de l'andain était obtenue alors que la température extérieure n'avait jamais excédée 15°C et était très souvent négative. L'examen approfondi des courbes d'enregistrement montrait des ondulations en relation avec les variations du temps. Celles de la sonde n°2 étaient toujours décalées de quelques jours par rapport à la sonde n°7, la plus superficielle. Les températures enregistrées manuellement avec la sonde canne confirmaient parfaitement celles des sondes enregistreuses. Ainsi à J+16 toutes les mesures à 30 et 60 cm de profondeur étaient supérieures à 55°C. A 120 cm les températures étaient légèrement plus basses, la moyenne se situant à 52°C. Pour les sondes *in situ* on notait une baisse légère et régulière des températures : 7°C pour celle placée à 30 cm et 5 °C pour celle à 60 cm. Le temps passé dans la plage de températures 55-60 °C atteignait, pour chaque sonde 23 % du temps de présence des sondes. Lors de l'ouverture de l'andain à J+127 les températures prises en plus de 30 points étaient toutes supérieures à 45°C et certains points situés à 40 cm de la surface étaient encore à 65°C.

2.3. Evolution bactériologique du mélange

Les analyses bactériologiques ont été réalisées sur des prélèvements effectués aux mêmes moments que ceux destinés à la chimie, à J₀, J52 et J127 (voir tableau 1). L'échantillon prélevé à J₀ faisait apparaître une contamination très importante. La FMAT dépassait 10⁷ UFC/g, les entérobactéries étaient à 10⁴ UFC/g comme les coliformes totaux et les staphylocoques. Les sporulés anaérobies étaient autour de 10⁵ UFC/g. *Clostridium perfringens* atteignait 2,3.10⁴ UFC/g.

L'échantillon était également contaminé par *salmonella* et *listéria*. Sur l'échantillon prélevé à J+52 la FMAT était ramenée autour de 3.10^5 UFC/g alors qu'il aurait été plus logique de trouver une valeur plus élevée puisque ce prélèvement a un taux de matière sèche inférieur à celui de J0. Les autres germes aérobies ont été éliminés du milieu. Aucun n'était détectable par les méthodes de référence requises par les normes NFU 44051 et 42001. *Salmonella* et *listéria* n'ont pas été retrouvées. Pour les germes anaérobies, il apparaissait une différence entre les anaérobies sulfito-réducteurs qui voyaient leur concentration chuter d'un minimum de 3 log mais avec une concentration résiduelle comprise entre $0,3.10^2$ et 4.10^2 UFC/g. alors que *Clostridium perfringens* n'était plus décelable, ce qui traduisait une chute de plus de 4 log. Ces constatations concernant le nettoyage du milieu à composter sont très importantes car jamais les températures enregistrées n'ont atteint 70°C. Elles se sont maintenues entre 60 et 50°C. Il est également important de constater que l'hygiénisation des composts ainsi traités était obtenue bien avant l'obtention d'un véritable compost au plan chimique. Les résultats à J+127 étaient identiques à ceux de J+52. Ceci montrait que les spores ne peuvent profiter d'une baisse des températures à l'intérieur des andains pour germer et passer à l'état végétatif même si la température de 70°C, température réputée indispensable à l'hygiénisation, n'était pas atteinte.

CONCLUSION

Cette étude qui faisait suite à celles réalisées directement sur les litières in situ et sur le co-compostage des déchets de couvoirs confirme que le co-compostage des lisiers et des fumiers de poules en utilisant le complexe bactérien Bactivor®, et sans retournements permettait de composter ces divers effluents. Malgré les imperfections importantes du mélange réalisé, liées à l'emploi d'un matériel peu adapté, le compostage du mélange fumier de volailles lisier de poules a été obtenu sur une période de 127 jours, sans avoir recourt à un ou plusieurs retournements afin d'assurer le renouvellement en oxygène comme le demandent les compostages traditionnels. Avec un apport en poids de 43 % de lisier à 7 % de M.S, il n'y a pas eu de ruissellement de lisier, le mélange restant stable. Avec des matériels adaptés il paraît donc parfaitement possible d'atteindre un taux d'incorporation de 50 % de lisier à condition d'avoir un support fumier suffisamment sec, titrant au minimum 75 % de matière sèche. Pendant toute la période de compostage, les températures se maintenaient entre 50 et 60°C, ce qui fait que le temps passé à ces niveaux de température se situait autour de 1000 heures pour les 45 jours d'enregistrement. L'hygiénisation était obtenue rapidement (<J+52) et ce, bien que dans cet andain les températures n'aient jamais atteint 70°C. D'autres mécanismes

interviennent donc. Soit le nombre d'heures passées au dessus de 50°C intervient dans le sens quantité de chaleur produite, soit des inter-relations directes s'exercent entre la flore de contamination et celle apportée comme inoculum. Cette question fera l'objet de travaux que nous mènerons en complément de ce travail. Cette technique de compostage de mise en œuvre simple et sans incidence négative sur l'environnement permet d'obtenir un produit final de type compost qui peut être exporté puisqu'il correspond à la norme NFU 42001 : engrais organique (voir tableau 2).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aubert C., 2006. Sciences et techniques avicoles, 56 : 10 – 15.
- Le Douarin P, 2006. Réussir aviculture, 118 : 25 – 27.
- Guinebert E., Pénaud J., 2005. 6^{èmes} Journées de la Recherche Avicole, 122-125.

Tableau 1. Evolution du statut microbiologique (U.F.C./g) du mélange fumiers de volailles lisiers de poule

	J 0	J52	J 127
Flore mésophile aérobie totale	$2,7.10^7$	3.10^5	9.10^5
Entérobactéries	$1,2.10^4$	<10	<10
Coliformes Totaux	$6,9.10^3$	<10	<10
Coliformes thermotolérants	$4,6.10^3$	<10	<10
Staphylocoques	1.10^4	<10	<10
E. coli	$3,9.10^3$	<10	<10
Anaérobies sulfite réducteur sporulés	$1,6.10^5$	$0,6.10^2$	7.10^2
Anaérobies sulfite réducteur végétatifs	$2,3.10^4$	2.10^2	$2,8.10^2$
Clostridium perfringens	$2,3.10^4$	<10	<10
Salmonelles	+	Abs.	Abs.
Listeria	+	Abs.	Abs.
Œufs d'helminthe	Abs.	Abs.	Abs.

Tableau 2. Situation du produit obtenu par rapport à la norme engrais organique

Norme NFU 42001	Compost fumiers et lisier de volailles	Conformité
N+P ₂ O ₅ ≥7%	8,16	Conforme
N ou P ₂ O ₅ ou K ₂ O≥3%	P ₂ O ₅ =3%	Conforme
N>2%	2,66	Conforme
K ₂ O>2%	2,50	Conforme
N organique≥1% sur brut	2,66	Conforme