



Maîtrise du compostage de fumier de volailles à la ferme : mélange initial, retournements, couvertures*

Paul ROBIN⁽¹⁾, Claude AUBERT⁽²⁾, Delphine BLINE⁽²⁾,
Gaëlle TRICOT⁽²⁾, Vivien VACHER⁽¹⁾

(1) I.N.R.A. Sol et Agronomie, 65 rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes cedex

(2) I.T.A.V.I., Zoopôle Beaucemaine, BP 37, 2240 Ploufragan

* Article publié aux 4^e Journées de la Recherche Avicole (Nantes, 27 au 29 mars 2001)

RESUME

Selon le procédé de compostage d'un fumier de volailles, une quantité variable de matière sèche et d'eau est perdue sous forme gazeuse. Inversement, le fumier peut être enrichi de façon à produire un amendement carboné. Ces avantages disparaissent si les intempéries modifient le procédé. L'objectif de ce travail était de caractériser quelques moyens permettant de maîtriser le procédé à la ferme tout en limitant les émissions de gaz azotés polluants (ammoniac et protoxyde d'azote). Pour cela nous avons comparé plusieurs procédés de compostage, conduits sur 1 à 2 m³ de compost, en conditions contrôlées. Les facteurs étudiés étaient l'ajout d'eau, de déchets ligneux ou d'additifs ainsi que la fréquence de retournement. Les résultats montrent le rôle décroissant de l'eau, de l'aération, des déchets ligneux et de l'additif. Nous en déduisons l'importance de protéger le tas des précipitations si l'on veut maîtriser le procédé et proposons des valeurs de diffusion gazeuse minimale pour la confection de couvertures adaptées au procédé. .

SUMMARY

Control of poultry manure composting on the farm: initial mixture, turnings, cover sheets

Depending on the composting process of poultry manure, more or less dry matter and water is lost as gaseous emissions. Conversely, the manure can be enriched with carbon and produce an organic amendment. These advantages disappear when the process is modified by heavy rainfalls. Our objective in this paper was to characterise techniques that allow the process control on the farm while reducing ammonia and nitrous oxide emissions. We compared several composting processes, using 1 to 2 m³ compost in controlled conditions. The varying techniques were the addition of water, green wastes or additives, and the turning frequency. Results show the decreasing role of water content, aeration, green waste, and additives. We conclude that it is important to protect the heap against rainfalls in order to control the process, and we recommend a set of minimum gaseous diffusions for protection cover sheets.

Introduction

Le compostage des matières organiques issues de l'élevage permet de les stabiliser avant épandage et d'apporter aux sols un effluent éventuellement enrichi en carbone. Le choix du procédé dépend de l'objectif prioritaire : maximisation de la perte en eau ou en matière sèche, minimisation de la perte d'azote, hygiénisation, incorporation de carbone, fertilisation du sol, etc. Dans tous les cas, il est souhai-

table de maîtriser la nature des gaz émis en sorte de minimiser l'émission de polluants atmosphériques et de favoriser le recyclage des constituants initiaux.

Une aération minimale du tas est requise pour permettre la transformation aérobie des matières organiques qui constitue la base du procédé de compostage.

La couverture des tas de compost permet de limiter l'émission de gaz polluants et d'odeurs désagréables et protège le tas contre une humec-

tation excessive par la pluie. Elle favorise en ce sens la maîtrise du procédé. Cependant l'étanchéité excessive de la couverture va perturber le procédé par l'accumulation des gaz produits et la limitation de l'entrée d'oxygène. La diffusion gazeuse est donc une caractéristique essentielle des couvertures de tas de compost si l'on souhaite maîtriser à la fois la transformation des matières organiques et l'émission de gaz polluants.

Des travaux antérieurs nous ont per-

mis d'identifier des « procédés-type » de compostage des fumiers de volaille (Aubert et Guiziou, 1996). Nous avons privilégié les transformations de l'azote du fait de son impact sur l'environnement (eutrophisation des eaux, pluies acides, gaz à effet serre). Nous avons caractérisé l'émission de gaz azotés polluants de ces procédés (Tricot et al, 2000, Morand et al, 1999a, 1999b). L'objectif de cette étude est d'apporter un moyen supplémentaire de maîtrise du compostage à travers le choix d'une couverture adaptée au procédé, caractérisée par sa diffusion gazeuse et son étanchéité à l'eau.

1. Matériel et méthode

Trois expérimentations ont été réalisées en conditions contrôlées. Les fumiers de volaille ont été de deux types, humide ou sec à base de paille broyée pour être représentatifs de la diversité des conduites de litière en fonction notamment du mode d'abreuvement des animaux (abreuvement traditionnel ou par pipette avec récupérateur).

Tableau 1 : *procédés de compostage caractérisés (détails dans Blin, 1998 et Tricot, 1999).*

Numéro	Descriptif
1	Fumier 75 % mat. sèche - témoin sans eau ni retournement
2	Fumier 75 % mat. sèche - témoin sans eau ni retournement (répétition de 1, autre bande)
3	Fumier 50 % mat. sèche - témoin sans eau ni retournement
4	Fumier 30 % mat. sèche - 2 retournements
5	Fumier 75 % mat. sèche - ajout eau - 2 retournements
6	Fumier 75 % mat. sèche - ajout eau - additif yucca (dose normale) - 2 retournements
7	Fumier 75 % mat. sèche - ajout eau - additif yucca (dose forte) - 2 retournements
8	Fumier 50 % mat. sèche - ajout eau - additif microbien (SX volailles) - sans retournement
9	Fumier 75 % mat. sèche - ajout eau et déchets ligneux grossiers - 2 retournements
10	Fumier 75 % mat. sèche - ajout eau et déchets ligneux fins - 2 retournements
11	Fumier 75 % mat. sèche - ajout eau et déchets ligneux fins - 1 retournement

Les procédés ont varié par l'ajout initial d'eau, de déchets ligneux, d'additifs (microbien ou végétal), et par la fréquence de retournement (tableau 1).

Les enceintes de mesure étaient quatre cellules identiques de 8 m³ (3,6 m²) permettant de composter 1 à 2 m³ de fumier de volaille. Elles ont été conduites durant six ou douze semaines dans un local climatisé. Les enceintes étaient ventilées naturellement par les effets de densité, générés par les productions de chaleur sensible et de vapeur d'eau des tas, complétées au besoin par un faible apport de chauffage. Nous avons choisi des régimes climatiques permanents (températures extérieures et d'ambiance constantes) car nous ne disposions pas d'une modélisation du compostage qui permette de prendre en compte les effets de l'ambiance sur les régulations biologiques internes au tas et souhaitions néanmoins pouvoir reproduire ce fonctionnement à l'identique.

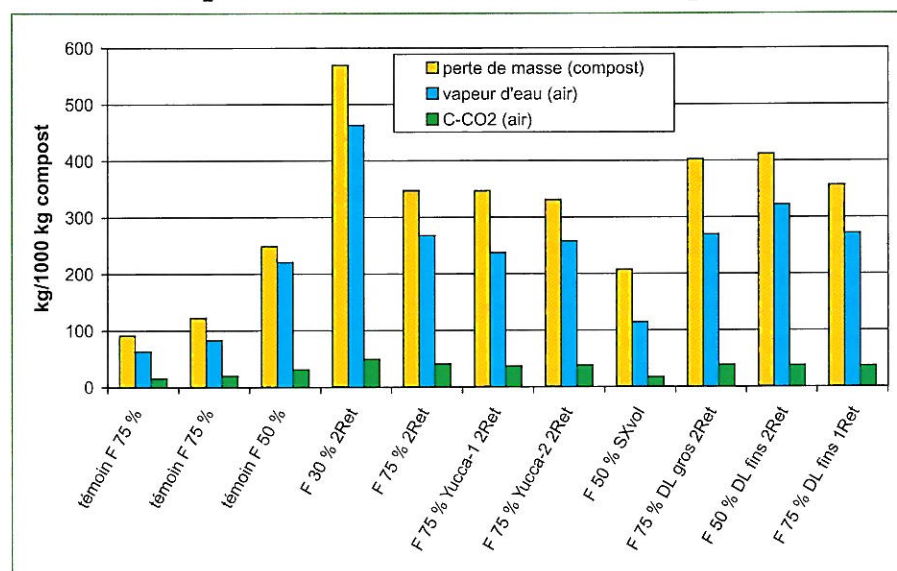
Les pesées ont été effectuées sur une bascule (Metler), à chaque manipulation (début, fin, retournements). Les mesures de température et d'hygrométrie ont été effectuées par des psychromètres équipés de thermocouples de type K (ThermoElectric). Les débits d'air ont été mesurés en continu par des anémomètres fil chaud (TSI, 8450) et contrôlés manuellement par un anémomètre à hélice (Airflow, LCA 6000). Les débits, température et hygrométrie ont été contrôlés numériquement par la vérification des lois de ventilation par effets de densité (débit en fonction de la géométrie d'ouvrants et de l'écart de température virtuelle ; Souloumiac et Itier, 1989) et par la fermeture du bilan d'eau. Les mesures en continu ont été réalisées toutes les minutes, moyennées et mémorisées toutes les 30 minutes sur une centrale d'acquisition (AOIP, SA70). Les mesures de gaz (NH₃ et N₂O) ont été réalisées sur l'air toutes les deux minutes environ durant une demi-heure après prélèvement automatique dans les cellules et l'air extérieur et soufflage vers l'analyseur dans des tuyaux polyamide réchauffés par circuit d'eau chaude (environ 40°C). L'air prélevé a été analysé par un analy-

seur de gaz photoacoustique de détection par infra-rouge (Brüel & Kjaer). Les concentrations en ammoniac et oxide nitreux (NO_x) ont été contrôlées par des tubes colorimétriques (Draeger). Les concentrations en CO₂ ont été mesurées par un capteur infra-rouge (Edimbourg) et contrôlées par tubes Draeger. La moyenne a été calculée sur une période de quelques minutes où la concentration était stabilisée. La précision de l'échantillonnage du tas est contrôlée par la conservation des éléments non-volatiles (analyses de matières minérales, P, K) et nous avons été amené à corriger le taux de matière sèche lorsque ces trois analyses indiquaient un défaut manifeste de conservation aux retournements. La précision des mesures de flux de gaz azotés est contrôlée par le défaut de bilan de l'azote (hypothèse d'émission d'azote moléculaire positive ou nulle). La précision des mesures de flux de vapeur d'eau est contrôlée par l'excès de bilan d'eau (hypothèse de production d'eau métabolique positive ou nulle). Les données manquantes de flux de CO₂ ont été reconstituées sur la base de l'équivalence énergétique (0,163 l CO₂/W ; CIGR, 1984). Plus de détails sur le dispositif expérimental et les calculs de flux de gaz et de chaleur sont donnés dans Robin et al (1997).

2. Résultats et discussion

Les pertes de masse sont rapportées à 1000 kg de compost, après mélange avec l'eau ou les déchets ligneux. Les pertes sont constituées majoritairement d'eau (Figure 1) et de dioxyde de carbone. La perte est d'abord influencée par la teneur initiale en eau (témoins 75 % et témoin 50 %). Ensuite l'aération du tas joue un rôle important. Cela explique d'une part le rôle des retournements (entretien de la porosité) d'autre part l'influence des déchets ligneux (maintien de la porosité libre à l'air entre deux retournements). A l'inverse le tas F 50 % SXvol était très humide et non retourné ce qui a limité fortement la porosité libre à l'air et par conséquent l'évaporation d'eau, malgré le doublement de la durée de compostage (12 semaines).

Figure 1 : perte de masse des composts selon le procédé ; les émissions de carbone et d'eau sont celles mesurées sur le renouvellement d'air, la perte totale est mesurée sur le compost.



Les déchets ligneux ont un second rôle, à savoir d'augmenter la quantité de carbone disponible pour la production de l'énergie nécessaire à l'évaporation d'eau. L'effet des additifs (Yucca-1 et Yucca-2) sur la perte de masse est négligeable par rapport à l'ajout d'eau ou de déchets ligneux. Cependant la très forte perte de masse par le fumier humide retourné (F 30 % 2Ret.) peut être due à la présence d'une flore microbienne déjà adaptée au substrat et à l'humidité initiale du compost.

Si l'on compare maintenant la matière organique finale à celle du fumier initial, on constate une augmentation seulement dans le cas du mélange avec des déchets ligneux fins et une diminution plus forte lors des retournements avec ajout d'eau.

Les émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote sont exprimées pour l'ensemble du compost en pourcentage de l'azote initial (Figure 2). On constate tout d'abord une forte variabilité tant de la perte globale d'azote que de l'émission d'ammoniac. L'émission de protoxyde d'azote est peu influencée par le procédé et faible (0,1 à 1,5 % de l'azote initial). Elle se produit lors de la mise en tas et aux retournements. On en déduit qu'elle résulte d'une aération excessive et qu'il est possible de la maintenir inférieure à 1% de l'azote initial. L'émission d'ammoniac maximale est observée dans le cas du fumier humide retourné, elle dépasse 50 % de la

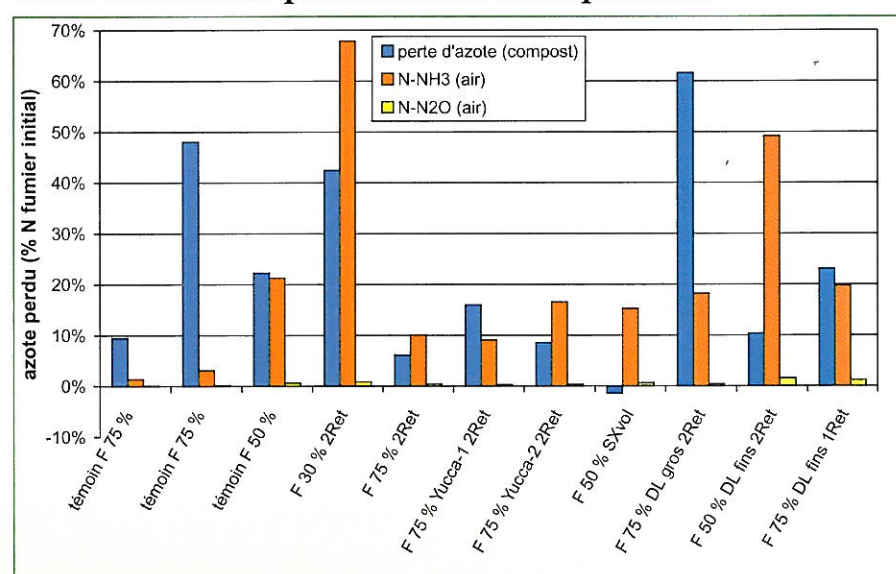
teneur en azote initial. Le pourcentage exact est difficile à exprimer du fait de l'incertitude sur les concentrations en azote révélée par les forts écarts entre perte d'azote du tas et total des émissions gazeuses. Or ce tas est également celui qui a le plus perdu d'eau. Le moyen le plus simple de réduire l'émission d'ammoniac d'un tel fumier est de réduire la porosité du tas par tassement lors de la mise en tas et après retournements. De même lors de l'incorporation de déchets ligneux, il convient d'éviter une trop forte porosité du tas (tassement, faible granulométrie des déchets ou apport d'eau) si l'on souhaite réduire l'émis-

sion d'ammoniac. Dans notre cas, les déchets ligneux n'ont pas permis une réorganisation de l'azote ammoniacal suffisamment rapide pour limiter l'émission à moins de 10 % de l'azote initial. L'émission d'ammoniac semble influencée par l'additif à base de Yucca (F75 % 2Ret ; F75 % Yucca-1 2Ret) mais l'augmentation forte de la dose n'a pas permis de maintenir l'émission d'ammoniac à moins de 10% de la teneur initiale (F75 % Yucca-1 2Ret ; F75 % Yucca-2 2Ret).

Les bâches servent surtout à protéger le compost de la pluie. L'évaporation minimale que nous avons observée varie de 0,5 à 3 kg eau/(jour.1 000 kg compost), la moyenne de 5 à 10 et le maximum atteint 24 kg eau/(jour.1 000 kg compost). L'étanchéité à la pluie doit donc être adaptée aux conditions climatiques de la période de compostage en sorte que les précipitations ne remplissent pas la porosité libre à l'air en dépassant l'évaporation du tas.

La diffusion gazeuse doit être forte lorsque l'on souhaite maximiser la perte d'eau et de matière sèche et faible lorsque l'on souhaite limiter l'émission des gaz et conserver l'humidité du tas. Nous avons estimé la diffusion gazeuse maximale en nous basant sur les débits d'évaporation et la teneur en eau à saturation d'un air à 15°C. Dans ces conditions, le débit d'air minimum sortant du tas varie de 1 à 10 m³/(h.1 000 kg

Figure 2 : perte d'azote des composts selon le procédé ; les forts écarts entre les valeurs mesurées sur le solide et sur l'air conduisent à une certaine prudence dans l'interprétation.



compost) et le débit maximum (après retournement) varie de 20 à 240 m³/(h.1 000 kg compost). Nous avons estimé la diffusion gazeuse minimale en considérant que le besoin d'oxygène était voisin de l'émission de dioxyde de carbone. Dans ces conditions, le débit d'air minimum nécessaire au tas varie de 0,2 à 1,4 m³/(h.1 000 kg compost).

Conclusions

Le mélange initial du tas de compost permet d'adapter la teneur en

eau, la porosité et la teneur en carbone à l'objectif du compostage. Une teneur en eau supérieure à 50 % est nécessaire à la transformation rapide du fumier tandis qu'une teneur en eau excessive réduit la fraction de porosité libre à l'air. L'apport de substrat carboné est nécessaire à l'accroissement de la quantité de matière organique de l'effluent. La maîtrise de la porosité libre à l'air peut s'avérer indispensable à la maîtrise de l'émission d'ammoniac. L'émission de protoxyde d'azote est faible et peut être rendue négligeable (< 1 % N initial) en limitant le nombre de

retournements. La couverture d'un tas de compost permet l'oxygénation du tas si l'air peut diffuser à un débit de 1,4 m³/(h.1 000 kg compost). Elle permet d'évacuer l'eau du tas avec un débit d'air de 20 à 240 m³/(h.1 000 kg compost) selon l'intensité du procédé de compostage mis en œuvre.

Références bibliographiques

Aubert C., Guiziou F., 1996. Journée Nationale Volailles de Chair, ITAVI, Rennes, 11p.
Bline D., 1998. Ammoniac en aviculture : étude en bâtiments et lors du compostage du fumier. Mémoire ENITA Bordeaux, 108 p.
CIGR, 1984. La climatisation des bâtiments d'élevage. Rapport du groupe de travail trad. B. De la Farge, 50 p.

Morand Ph., Yulipriyanto H., Baron S., Robin P., 1999a. Int. Composting Symp., Halifax/ Dartmouth, Nova Scotia, Canada, 39-40.
Morand P., Yulipriyanto H., Hassini A., Robin P., 1999b. Int. Conf. Biogenic Emissions of Greenhouse Gases Caused by Arable and Animal Agriculture-Processes, Stuttgart, Germany.
Robin P., Souloumiac D., Oliveira P.A.V., Kermarrec C., 1997. Maîtrise des émissions gazeuses et de l'état

final des litières en élevage de porcs intensif. Rapport d'étape contrat B.E.P. n°95/12-014, 100 p.
Souloumiac D., Itier B., 1989. C.R.Acad. Sci., série 11, Tome 308 n-3, 269-274.
Tricot G., 1999. Maîtrise des émissions azotées lors du compostage de fumier de volailles. Mémoire ESA Angers, 90 p.
Tricot G., Aubert C., Robin P., Bline D., 2000. Sc. & Techn. Avicoles, 31, 25-31.

Mieux vaut prévenir que guérir!

avec

BIOSUPER®

■ Exclusivement minéral ■

BIOSUPER neutralise l'ammoniac, l'humidité, améliore l'ambiance et assainit.

Dossier technique et adresses des magasins BIOSUPER les plus proches sur simple demande à :
GRANDE PAROISSE SPÉCIALITÉS - 10, RUE D'AGUESSEAU - 44000 NANTES
Tél : 02 40 35 07 80 - Fax : 02 40 89 31 53