

## Kompoststall für Mastschweine

### Gesamturteil mehrheitlich positiv!

Robert Kaufmann, Christian Hartmann, Daniel Maurer und Martin Schlatter, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Diese Ausführungen beruhen hauptsächlich auf den Ergebnissen eines FAT-eigenen Versuches. Sie werden ergänzt durch Angaben aus der Literatur, wo es für die Gesamtbeurteilung notwendig ist. Beim Kompoststallsystem handelt es sich um eine neue Haltungsart für Mastschweine. Der überwiegende Teil des Tierbereichs besteht aus einem Tiefstreubett – meist Sägemehl –,

welches regelmässig umgearbeitet wird. Damit ein neues Tierhaltungssystem mit den herkömmlichen Verfahren konkurrieren kann, muss es betriebs- und arbeitswirtschaftlich ebenbürtig sein. Darüber hinaus soll es heute erhöhten Umwelt- und Tierschutzanforderungen genügen. Folgende Vorteile des Kompoststalles gegenüber den verbreiteten Haltungssystemen (Teil- und Vollspal-

tenboden) haben sich bestätigt: Vollständige Güllefreiheit, Massenreduktion im Tiefstreubett durch die Wasserverdunstung, Geruchsreduktion, Endprodukt mit hohem TS-Gehalt erleichtert den Transport, höheres Wohlbefinden der Tiere, geringere Ansprüche an das Winterstallklima wegen warmer Bodenverhältnisse. Das System eignet sich für die Umnutzung bestehender Gebäude.

Ein Hauptnachteil ist die ungenügende Stickstoffeffizienz. Während des Kompostierprozesses emittieren bedeutende Mengen an Stickstoff. Diese Verluste werden nicht kompensiert durch die gegenüber Gülleensystemen geringeren Lager- und Ausbringverluste sowie das bescheidenere Ausschwemmrisiko. Eher unsicher ist die Funktion des Systems in Kombination mit Flüs-

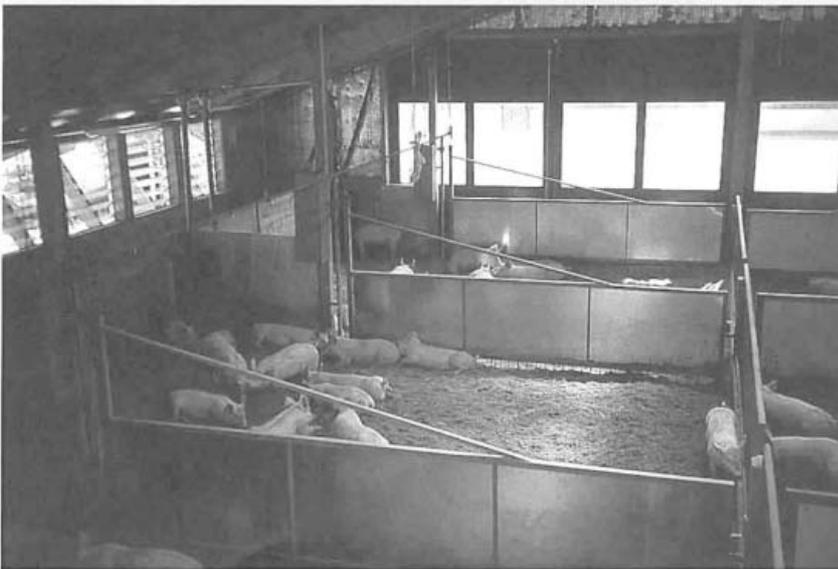


Abb. 1. Versuchs-Kompoststall der FAT. Im mittleren Bereich befinden sich die Sägemehlflächen, je zwei Buchten aneinanderstossend. Links sind die Festflächen mit Fütterungseinrichtungen und der Bedienungsgang sichtbar.

Inhalt	Seite
Problemstellung	2
Konstruktionshinweise	3
Betrieb	6
Material- und Nährstoffflüsse	9
Auswirkungen auf das Tier	10
Arbeitswirtschaft	12
Wirtschaftlichkeit	12
Gesamtwertung	14
Literatur	15

ces pertes ne sont pas compensées par les moindres pertes lors du stockage et de l'épandage, ni par le plus faible risque de décantation. Le fonctionnement du système avec une alimentation liquide est plutôt incertain, ce qui risque de freiner son application dans la pratique. Le stress provoqué par la chaleur en été peut être maîtrisé par un système de douche.

Un autre problème crucial du système a pu être résolu par une mise au point conséquente du procédé: la charge de travail liée à l'entretien de la litière. Une répartition régulière de la litière fortement souillée sur toute la surface est en effet nécessaire pour assurer et stimuler les processus de biofermentation aérobie de la litière profonde, selon le principe d'un compostage en couche mince. L'installation d'un système pratique de parois de séparation mobiles (fig. 1) et l'optimisation du cycle de travail ont permis de réduire significativement la charge de travail.

Des enseignements importants ont pu être tirés en ce qui concerne le matériau de base: la sciure est supérieure à la paille et aux copeaux; une profondeur de litière de 50 cm est suffisante; la consommation de sciure oscille entre 1 et 1,5 kg par kg d'accroissement.

Sur la base de tous les enseignements tirés, un système de porcherie sur litière biomâtrisée «Module FAT 200» est proposé pour 200 porcs à l'engrais. Les box sont différenciés entre pré-engraissement et finition. L'étude comparative montre que le système de litière biomâtrisée permet, selon le type de construction choisi, des économies allant jusqu'à Fr. 28.- par place d'engraissement et par année par rapport au système de référence (caillebotis partiel).

## Problématique

Dans les grandes exploitations, les porcs à l'engrais sont actuellement le plus souvent tenus dans des bâtiments à ventilation forcée, sur des systèmes en caillebotis partiel ou intégral. A partir des années septante, les exigences en matière de systèmes plus respectueux des animaux, plus favorables en matière de protection des eaux et plus économiques au niveau de la construction ont conduit à une évolution vers la recherche de systèmes de détention alternatifs. Les porcheries d'engraissement à front ouvert (Jakob 1987) et la porcherie sur compost en font partie. L'idée de base que ces systèmes ont en commun est de créer, par une combinaison judicieuse d'une litière profonde avec des éléments de construction, un microclimat adapté aux besoins des animaux ainsi que de permettre le comportement et l'occupation conformes à l'espèce. Les exigences au niveau de l'enveloppe du bâtiment sont faibles (peu isolée et ventilée naturellement), ce qui économise des coûts de construction.

L'appréciation générale des nouveaux systèmes de ce type doit reposer sur des bases technico-économiques, sur des connaissances en matière de technique des procédés, et sur des données fondées en termes d'éthologie et d'écologie. Pour l'appréciation des porcheries en litière biomâtrisée, ces données étaient encore peu palpables en matière de technique des procédés, d'économie du travail et de flux d'éléments nutritifs.

Des résultats intermédiaires concernant nos essais sur litière biomâtrisée ont déjà été publiés dans le rapport FAT N° 450 (Kaufmann 1994).

d'un matériau à granulation fine, en principe de la sciure, plus rarement de la paille hachée. Selon les besoins, cette surface peut être complétée par des aires complémentaires en dur ou des aires de sortie. Un entretien mécanique régulier de la litière favorise les processus de fermentation aérobie du matériau organique, dans l'esprit d'un compostage en couche mince (compostage in-situ) avec le dégagement d'énergie ou de chaleur correspondant. L'énergie nécessaire au processus microbiologique est principalement fournie par les apports réguliers de selles et d'urine. La sciure convient particulièrement bien comme matériau de base pour la litière, du fait de ses propriétés physiques (fort pouvoir d'absorption, biodégradabilité relativement faible).

## Dispositif d'essai

Le but principal de l'essai était d'améliorer le procédé dans l'optique d'une réduction des besoins en travail et en matériel ainsi que d'une simplification de la technique. Ont été étudiés: l'influence du type et de la profondeur de la litière, la fréquence des remuages et le type des machines utilisées. D'autre part, il s'agissait de réunir des expériences en matière d'exploitation d'un tel système dans un bâtiment peu isolé avec ventilation statique, ainsi que de réunir des données technico-économiques et d'améliorer les connaissances relatives à la compatibilité environnementale et au comportement des animaux.

Une porcherie d'essai a été construite à la FAT en hiver 1992: une enveloppe simple, peu isolée, avec ventilation statique par le faite. Les essais ont ainsi pu être conduits dans les conditions de la pratique, avec tout d'abord huit, puis six box de 20 et resp. 17 porcs.

Les essais ont duré trois ans et demi, subdivisés en quatre phases d'essai. Les trois premières phases ont servi à tester différents facteurs d'influence isolés: type d'appareils, type de litière, profondeur de litière, forme des box. La quatrième phase a servi principalement à vérifier l'aptitude à la pratique des box optimisés techniquement, en recourant à des intensités variables de travail de la litière.

## Description du système

Dans son concept de base, la litière biomâtrisée prévoit une litière profonde dans le secteur d'activité principale des porcs. Cette litière est composée

## Construction

### Concept de base

Pour la construction dans son ensemble – structure des box, surface disponible, configuration des séparations, enveloppe du bâtiment – il faut tenir prioritairement compte de la possibilité d'entretien de la litière compostée avec des moyens mécaniques. Durant ce travail, les animaux doivent pouvoir être tenus dans un endroit séparé du box, de façon à ce que la voie soit libre pour les machines utilisées.

Le travail mécanique de la litière (remuage) doit pouvoir se faire sans machines spéciales, soit sur la base de l'attelage du tracteur, par exemple équipé d'un chargeur frontal ainsi que d'engins usuels pour le travail du sol. D'autre part, le bâtiment doit simplement, sans climatisation artificielle, permettre de maintenir une température minimale en hiver, aux alentours de zéro degré, la chaleur nécessaire aux animaux étant dégagée par la litière.

Le concept de base implique d'aller jusqu'au bout dans l'option sans lisier, ce qui signifie que toutes les aires d'exercice doivent être aménagées à l'intérieur du bâtiment. Des aires d'exercice extérieures sont néanmoins possibles en principe, ainsi que l'on peut le constater en pratique. Nous n'avons toutefois pas pu réunir d'expériences avec une telle configuration.

### Structure des box

Le box optimisé se compose d'une surface quadrangulaire de sciure – longueur des côtés en fonction des dimensions des séparations basculantes – et d'une surface en dur jouxtant le couloir de service (fig. 2). La surface en dur sert, outre au séjour des animaux pendant le travail de la litière, comme emplacement pour le dispositif d'alimentation (par exemple nourrisseuses) et – surtout durant la saison chaude – comme aire de repos. Ainsi, pendant la durée du remuage, les porcs ont libre accès à l'aliment et à l'eau. En adaptant la surface en conséquence, il y aurait ici la place pour des huttes de repos, dans l'esprit du système Nürtinger.

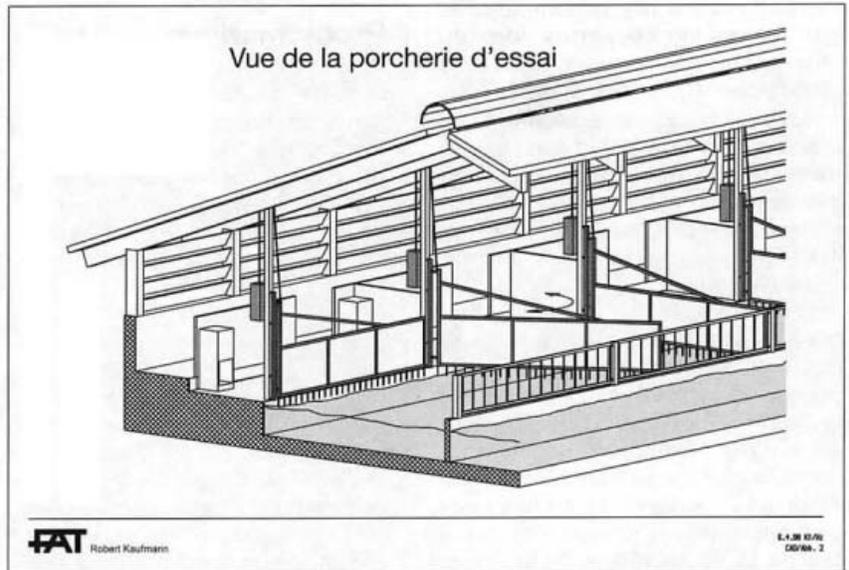


Fig. 2: Le box idéal se compose d'une surface quadrangulaire recouverte de sciure – la longueur du côté correspond à la longueur de la séparation mobile entre les box – et d'une surface en dur jouxtant le couloir de service, sur laquelle on dispose les dispositifs d'alimentation. Pendant le travail de la litière, les animaux sont confinés sur les surfaces en dur.

### Besoin en surface

Le système impose les limites suivantes au niveau du dimensionnement des surfaces: la surface en litière biomaitrisée doit être suffisamment grande pour éviter une trop forte charge en matière fécales. La surface en dur doit être suffisamment spacieuse pour y concentrer les porcs durant le travail de la litière, sans être trop grande (minimisation de la charge de travail pour le nettoyage de l'aire). Les recommandations de surface qui suivent sont à considérer comme des valeurs de compromis, telles qu'elles sont usuelles dans l'engraissement porcin avec des animaux dont les besoins en surface évoluent avec la taille.

Surface en dur: l'option retenue pour notre essai –  $0,35 \text{ m}^2/\text{porc}$  – s'est avérée adaptée (fig. 3). L'aire n'était pratiquement pas souillée, offrait suffisamment de place pendant le travail de la litière et servait également d'aire de repos en saison chaude. Le temps de séjour durant le travail de la litière dépend de l'intensité de ce travail, de la taille de l'exploitation et de la routine du personnel. Il représente au moins une demi-heure par passage. Pour cette raison, il est judicieux de se baser sur les surfaces minimales exigées pour le transport des animaux –

$200 \text{ kg}$  de poids vif/ $\text{m}^2$  – pour dimensionner cette surface.

Surface de litière biomaitrisée: les limites naturelles du processus biologique de fermentation de la litière sont déterminantes. En moyenne, la densité des animaux ne doit pas dépasser  $60 \text{ kg}$  de poids vif par  $\text{m}^2$  (fig. 3). Si la densité est durablement plus élevée, l'apport de liquide des matières fécales et surtout de l'urine dépasse la capacité d'évaporation du processus microbiologique. Celui-ci peut dès lors être perturbé de façon durable, la litière devenant détrempée et sale.

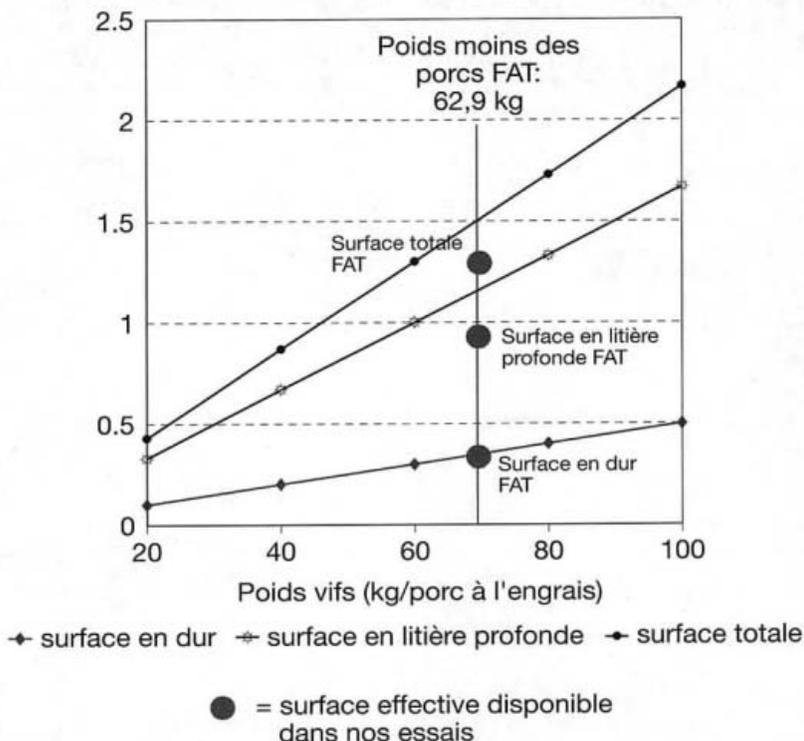
Des situations de densité critiques peuvent survenir particulièrement en fin d'engraissement. Il est alors possible d'intervenir en réduisant la taille du groupe, ce qui est normalement le cas en fin d'engraissement du fait des ventes progressives.

### Séparations mobiles

Les séparations mobiles des box représentent le cœur du système. Il s'agit de déplacer provisoirement les porcs hors du périmètre d'intervention des machines de travail de la litière, sans modifier la composition des lots. C'est la raison pour laquelle le concept des box et de leurs séparations bas-

## Besoins en surface dans une porcherie en litière biomâtrisée

Besoins en surface (m<sup>2</sup>/animal)



FAT Robert Kaufmann

2.4.98 Kf/Rh  
FAT96\_1.prs

Fig. 3: Les lignes correspondent au besoin en surface théoriquement optimal en fonction du poids vif. Avec des animaux en croissance et des box de dimensions fixes, ces valeurs ne peuvent pas toujours être respectées. Dans nos essais, la surface en dur s'est avérée en moyenne de dimensions optimales, en revanche, la surface de litière était plutôt sous-dimensionnée.

culantes a subi des améliorations régulières au fil des essais.

Le système utilisé dans la quatrième phase des essais a fait ses preuves dans la pratique (fig. 4). Des contre-poids facilitent le relevage des portails, ce qui permet de les manœuvrer au-dessus de la surface de litière profonde, qui n'est pas plate.

Les séparations mobiles entre les box seront de préférence conçues comme des parois opaques. Ceci permet de supprimer les luttes hiérarchiques à travers les barreaux, particulièrement

fréquentes au moment de la mise en box des lots. Le comportement général s'en trouve plus calme. L'agencement ciblé de parties grillagées entre les box permet plus ou moins d'orienter le comportement de défécation. Il faut tendre à favoriser la défécation au milieu du box, ce qui réduit le risque de souillure de la partie en dur. De plus, la circulation d'air au-dessus de la litière ne doit pas être trop entravée, afin que l'air humide puisse être évacué.

Le mécanisme de verrouillage des séparations doit permettre une certaine flexibilité en hauteur. Ceci permet de compenser les irrégularités de niveau qui subsistent malgré le travail de la litière. Les arceaux disposés au bas des séparations (fig. 4) permettent d'enfoncer quelque peu la séparation dans la litière en évitant ainsi que les porcs ne creusent par dessous. Un système de piques de 18 cm de long s'est avéré défavorable à cet égard, du fait des blessures et des pertes qui en ont résultés.

## Equipements spéciaux

Une alimentation sèche est recommandée dans le cas d'une litière biomâtrisée. La porcherie d'essai de la FAT était équipée de nourrisoupes, à

### Construction des séparations mobiles

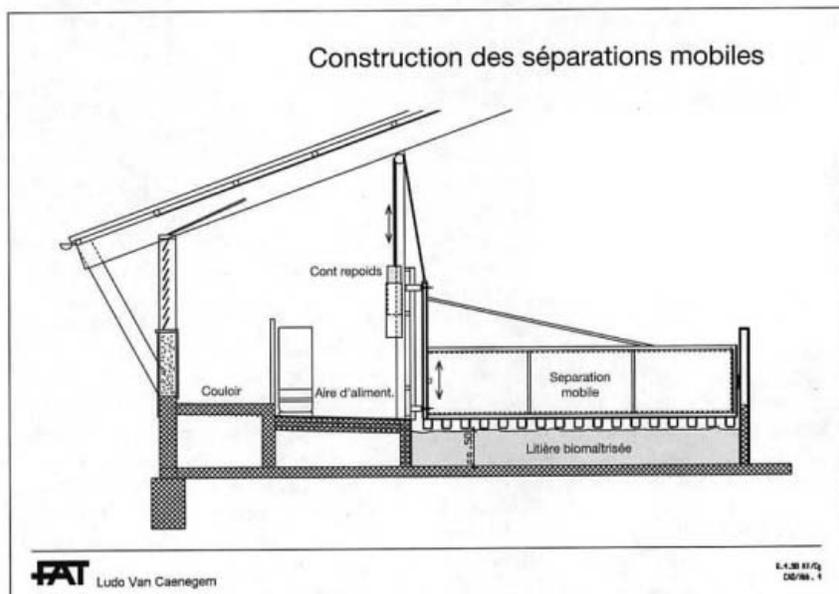


Fig. 4: Le système de séparations mobiles utilisé dans la dernière phase de l'essai a fait ses preuves dans la pratique. Des contre-poids facilitent le relevage des éléments, de façon à ce qu'ils puissent être aisément guidés par dessus la surface irrégulière de la litière.



Fig. 5: La porcherie d'essai consistait en un corps de bâtiment simple, peu isolé, avec une ventilation statique par le faite. Les couloirs de service étaient extérieurs. La sous-toiture consistait simplement en une feuille alvéolaire de 2 cm (valeur  $k$ :  $1,0 \text{ W / m}^2, \text{ }^\circ\text{K}$ ).

raison de deux par box. Le ravitaillement géré par ordinateur a permis une alimentation multiphasés ainsi qu'un enregistrement de la consommation par lot.

Les conduites d'eau doivent être isolées en fonction des quelques jours de température minimale en hiver. Un chauffage d'appoint est recommandé au niveau des sucettes. La mise en circuit de la conduite d'eau a également fait ses preuves. L'eau est alors mise en mouvement par une pompe de circulation, alors qu'un thermostat et un corps de chauffe installé dans le circuit permettent de maintenir la température de l'eau hors gel.

Des douches actionnées périodiquement permettent de réduire le stress dû à la chaleur lorsque la température dépasse  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Une à deux buses par box, installées à une hauteur de 1,5 à 2 m, permettent une relativement bonne couverture de la surface (Hesse 1995). Le tuyau portant les buses doit pouvoir être relevé de façon à dégager le passage pour le travail de la litière.

## Enveloppe du bâtiment

Le bâtiment choisi pour l'essai – simple, peu isolé, avec une ventilation faitière – s'est avéré adapté (fig. 5). En

moyenne hebdomadaire, la température n'est jamais tombée en-dessous de  $6 \text{ }^\circ\text{C}$  (fig. 6). Malgré l'isolation sciemment minimale – par exemple une simple feuille alvéolaire de 2 cm

d'épaisseur en sous-toiture (valeur  $k$ :  $1,0 \text{ W / m}^2, \text{ }^\circ\text{K}$ ) – a permis de maintenir durant la saison froide une température supérieure en moyenne de  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  à l'intérieur de la porcherie par rapport à la température extérieure. Un chauffage d'appoint a dû être utilisé durant quelques rares jours d'hiver lorsque les températures étaient extrêmement basses. Sans cet appoint, la température serait tombée, surtout la nuit, en-dessous de zéro, ce que l'on voulait éviter.

Durant la saison chaude, la différence de température est tombée à  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Pour soutenir le renouvellement de l'air, il a été nécessaire d'installer trois propulseurs d'air à action verticale et lente au niveau des pignons.

Les dimensions du bâtiment dépendent essentiellement du choix de la taille des box. Il est recommandé de prévoir de larges portes d'accès du côté du pignon. Ceci facilite l'entrée d'un tracteur portant des engins de travail de la litière, ainsi que l'apport et l'évacuation du matériau de la litière (sciure, compost) (fig. 7).

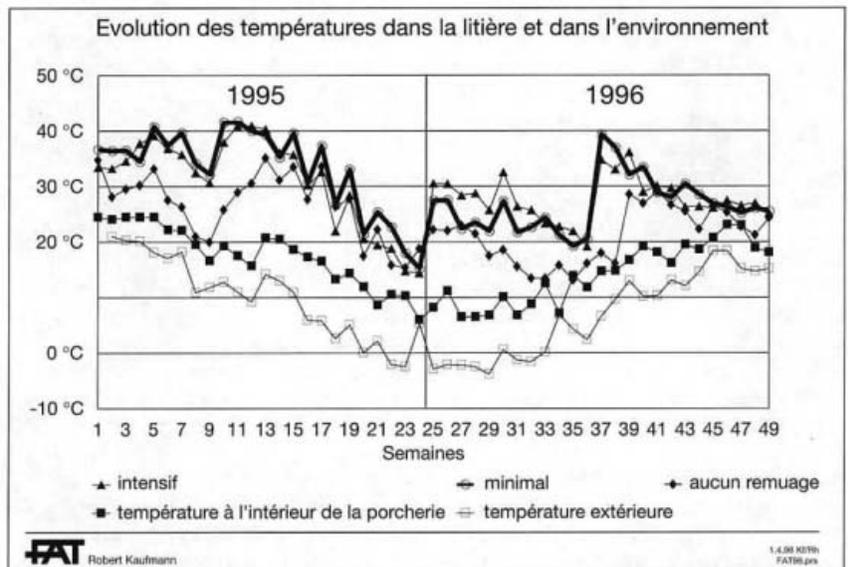


Fig. 6: Le remuage de la litière toutes les semaines (intensif) ou toutes les deux semaines (minimum) ne donne pas de résultats significativement différents au niveau de l'évolution de la température. Au début janvier 1996 (semaine d'essai 23), le matériau de la litière a été intégralement renouvelé, et la litière a été quelque peu rechargée de sciure aux semaines 9 et 35. La différence de température entre intérieur de la porcherie et extérieur était plus importante en hiver qu'en été.



Fig. 7: De larges portes du côté du pignon facilitent l'entrée avec le tracteur et les engins de travail de la litière, ainsi que l'apport de la sciure et l'enlèvement du compost.

## Porcherie sur litière biomâtrisée «Module FAT 200»

Sur la base de nos expériences d'exploitation et des recommandations en matière de construction qui en ressortent, il est possible de formuler une proposition type pour une porcherie de 200 places d'engraissement: le «Module FAT 200» (fig. 8). Dans la version de base, cinq box de pré-engraissement et un box de réserve, ainsi que cinq box de finition sont disposés de part et d'autre d'un couloir de service central. Les surfaces en dur et en litière biomâtrisée sont calculées pour 20 porcs de la catégorie correspondante. Pour le pré-engraissement, les surfaces sont prévues pour un poids moyen de 50 kg. Le poids moyen prévu pour la finition est lui de 70 kg. Les hauteurs et dimensions des entrées sont prévues pour l'exploitation avec des tracteurs normaux, avec cabine.

Il est également possible d'imaginer une version avec couloirs de service extérieurs. Le couloir central présente toutefois certains avantages: moindre besoin en surface, d'où investissement moindre, et voies plus directes pour le changement de box. De plus, une option avec éventuelle extension sous forme d'une aire d'exercice extérieure pourrait également être déterminante (par exemple en cas de participation à

un programme de viande de qualité avec exigences correspondantes).

### Exploitation

L'exploitation d'une porcherie en litière biomâtrisée requiert la maîtrise de certains paramètres et la connaissance de l'effet de divers moyens de travail de la litière.

### La courbe de température comme indicateur

La température à 15 cm de profondeur sert d'indicateur de l'activité biologique de la litière compostée. L'activité biologique est influencée par la température de l'air de la porcherie, par la teneur en matière sèche (MS) et la teneur en matière fécale et en urine, soit les substances dégradables à disposition.

Une activité biologique élevée est caractérisée par une température de litière aux environs de 40 °C, température à laquelle la capacité d'évaporation permet de maintenir la teneur en MS stable durant quelques temps, malgré les apports d'urine. Dans les zones trop mouillées (par exemple dans les coins des box préférés par les porcs pour leurs déjections), l'activité biologique se réduit par manque d'oxy-

gène. Ceci entraîne une chute de température, voire, dans les cas les plus défavorables, le blocage des processus biologiques. Il faut dans tous les cas éviter un détrempeur local, en répartissant judicieusement par des moyens mécaniques la concentration en matières fécales/urine sur l'ensemble de la litière. Un apport de sciure fraîche peut également avoir un effet stabilisateur. Une montée de température progressive sur un à deux mois jusqu'à des hauteurs maximales de 40 °C environ est typique.

Deux facteurs principaux conditionnent la bonne température de la litière et, par là, sa durée de vie: un entretien soigneux et une charge adaptée en animaux (c'est à dire que la quantité des apports en excréments et en urine est adaptée à la capacité d'évaporation). Le tout dépend donc du choix correct des dimensions de la surface de la litière et du peuplement. D'autres facteurs jouent également un rôle: température de la porcherie, âge de la litière, matériau utilisé pour la litière (type, humidité initiale), renouvellement d'air suffisant et volume d'air de la porcherie. Un remplacement partiel de matériau fortement souillé par de la sciure fraîche peut entraîner une rapide amélioration de la température (fig. 6). Un traitement médicamenteux à large échelle peut en revanche inhiber l'activité biologique (Nicks 1996).

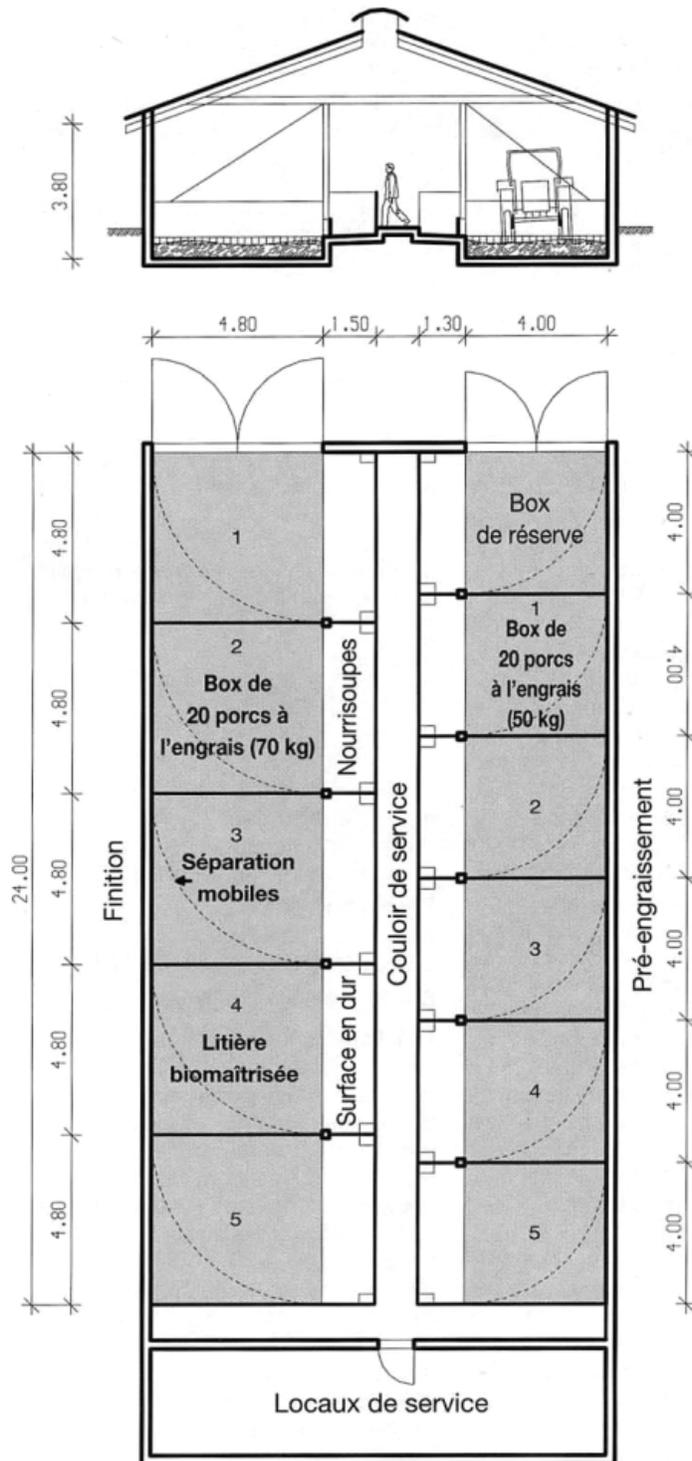
En principe, les apports de liquide sur la litière sont trop importants avec des porcs nourris en alimentation liquide. L'exemple d'une grande exploitation tessinoise montre toutefois qu'une porcherie en litière biomâtrisée peut malgré tout fonctionner à certaines conditions avec une alimentation en soupe: région tempérée, soit températures moyennes élevées dans la porcherie, travail de la litière très intensif (tous les deux à trois jours), et apports plus importants de sciure.

### Travail de la litière

Le remuage régulier de la litière est la plus importante des mesures d'entretien du système. Pour des raisons d'ergonomie et d'économie du travail, il faut exclure le travail de la litière à la main. Il faut donc une mécanisation adéquate, dans la mesure du possible

Fig. 8: Sur la base de nos expériences d'exploitation et des recommandations en matière de construction qui en résultent (besoin en surface, construction des séparations mobiles, etc...), il est possible de configurer une unité idéale pour 200 places d'engraissement, le «module FAT 200». Une variante est envisageable avec deux couloirs de service latéraux.

### Porcherie sur litière biomaitrisée Module FAT 200 (couloir central)



sur la base du tracteur. Ceci permet de se passer d'une coûteuse mécanisation spécifique et de mieux utiliser la technique présente sur l'exploitation.

A l'origine de l'essai, le travail de la litière se faisait en deux passages:

- Déplacement **horizontal** du matériau très fortement souillé des coins dans les aires où la sciure était sèche et inversement. Ceci peut très bien se faire avec la benne du tracteur (avec bras hydraulique) ou avec le chargeur frontal. L'important est d'utiliser des pelles au moins aussi larges que le tracteur. Ceci assure un meilleur rendement du travail et évite les zones non travaillées dans les bords.

- Mélange **vertical** de la litière lors du deuxième passage, avec les appareils de travail du sol utilisés pour les cultures (par exemple herse rotative, bêcheuse, etc.). Pratiquement tous les engins qui mélangent conviennent. On ne constate pratiquement aucune différence dans l'évolution de la température en fonction du type d'engin. Les points importants pour l'utilisation pour le travail de la litière sont: disponibilité rapide, transformation minimale (pas de nécessité d'enlever des tôles de protection, des rouleaux etc.), peu de déportation (bords non travaillés), poids et largeur de travail adaptés.

Au cours de l'essai, nous avons passé à un **mode de travail en une seule phase**. Le fait de se limiter à un travail horizontal seulement n'a présenté aucun effet défavorable sur l'évolution de la température. Dans des conditions critiques, il est possible selon les cas de procéder à un travail plus fréquent de façon à soutenir l'évaporation de l'eau.

## Intensité du remuage

Une réduction de la fréquence des passages a été tentée avec succès durant les essais. Avec un travail deux fois par semaine (fréquence minimale) on n'a pas observé de différence significative au niveau de l'activité biologique (fig. 6) par rapport à un seul passage par semaine. La température n'était en effet pas significativement plus élevée dans la litière, pas plus que les tests de maturation n'ont révélé une meilleure phytotolérance.

## Type et profondeur de litière

La litière standard qui a fait ses preuves est la sciure de résineux fraîchement abattus, avec une teneur en MS de l'ordre de 50 à 60%. La sciure de bois dur convient moins bien du fait de sa capacité d'absorption plus réduite. A titre d'essai, des éclats ont également été essayés. Il s'agit d'un déchet de mélange des scieries, composé d'esquilles de bois d'une longueur jusqu'à 5 cm et de matériau fin. Sciure et éclats développent une courbe de température pratiquement identique dans les premiers essais (Kaufmann 1994). Le matériau grossier des éclats n'a toutefois pas réellement convaincu par ses propriétés technologiques. En raison d'une faible proportion de particules fines, le pouvoir d'absorption était moins bon, ce qui a conduit plus rapidement à des zones détrempées. Selon des essais étrangers (Nicks 1994), la paille hachée devrait se gorgier d'eau plus rapidement et moins bien absorber les odeurs que la sciure. En revanche, le dégagement de poussière dans la porcherie serait moindre. Une profondeur de litière de 40 à 50 cm s'est avérée optimale. En-dessous, la température et la teneur en MS chutent rapidement. Après trois mois d'exploitation, soit à peine la durée d'une série d'engraissement, la litière s'est trouvée pour la première fois dans un état critique.

## Déplacement des matériaux

La litière en sciure suppose certains travaux spécifiques: amenée de la sciure, évacuation de la porcherie, transport du compost, éventuel entreposage intermédiaire en andain et travail ultérieur de celui-ci.

L'apport de sciure neuve se fait avantageusement avec une remorque basculante. La litière doit être évacuée après six à dix mois d'utilisation au maximum. Pour cela, le recours à un chargeur automoteur peut éventuellement être recommandé. Il s'est avéré favorable d'homogénéiser le matériau de la litière à l'aide d'une remorque mélangeuse, avant de se servir de son tapis latéral pour constituer un andain trapézoïdal en un seul passage.

Un certain dégagement de chaleur peut se produire dans l'andain, ce qui indique que le processus de compostage n'est pas entièrement terminé. La pénétration de l'eau de pluie peut être réduite en posant une bâche. Il faut malgré tout compter avec un certain lessivage d'éléments nutritifs, en particulier le  $K_2O$ , dans les couches superficielles du sol (Kaufmann et al. 1997). En disposant un andain, il faut veiller à ce que l'eau ne puisse pas s'accumuler sur les bords, et à ce qu'elle puisse s'écouler sans obstacle sous l'andain. Bien entreposé, le matériau se conserve plusieurs mois. Le matériau sèche quelque peu, ce qui conduit à une concentration des éléments nutritifs non volatils comme P et K. Il s'est avéré suffisant de retourner une fois l'andain à fond avec une machine de compostage. Un brassage plus fréquent n'a permis aucune augmentation supplémentaire de la température (Kaufmann et al. 1997).

## Adjuvants Bioactivateurs

L'efficacité du bioactivateur utilisé a été testée dans le cadre d'un essai à échelle laboratoire (deux box de cinq porcs) (Meier 1994; Tam et al.). Au niveau des paramètres essentiels (température et MS), aucun effet de l'adjuvant n'a pu être mis en évidence. En revanche, certains indices laissent supposer que les émissions d'ammoniac sont plutôt plus réduites avec le bioactivateur. Comme la durée de vie de la litière ne se laisse pratiquement pas prolonger par l'adjonction d'un coûteux bioactivateur, il n'est pas possible d'en recommander l'usage.

## Performances

Les données techniques relatives à la production sont satisfaisantes. Toutes les séries ont permis d'obtenir des performances d'engraissement comparables à la pratique (tableau 1). Les poids moyens au début et à la fin des séries, relativement inhabituels, sont liés à l'installation d'essai et n'ont rien à voir avec le système de la litière biomâtrisée. La littérature ne fait que rarement allusion à des performances améliorées dans le système de compostage. Le plus souvent, il est fait état d'absence de différences signifi-

Tab. 1: Données techniques et performances (Essais FAT 1993-1996)

Données de l'essai		Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4
Nombre de box		8	8	3	6
Surface/box	m <sup>2</sup>	22	22	44	22
Places porcs/box		20	20	30	17
Début		15.02.93	09.11.93	26.05.94	03.07.95
Durée	jours	266	127	301	362
Animaux dans l'essai	nombre	466	322	356	483
<b>Performances</b>					
Poids à l'installation	kg	32	42,2	35,2	36,6
Poids à la sortie	kg	92,9	75,9	96,1	89,2
Accroissement	g/jour	<b>821</b>	<b>802</b>	<b>818</b>	<b>794</b>
Indice de consommation	kg/kg	<b>2,77</b>	<b>2,8</b>	<b>2,57</b>	<b>2,7</b>

catives en ce qui concerne les accroissements et l'indice de consommation (Arkenau et al. 1997; Hoy et al. 1992; Kay 1992). Les essais de la FAT ne permettent pas de se prononcer à ce propos.

En moyenne, il faut compter environ 1,1 kg de sciure par kg d'accroissement. Les besoins en sciure augmentent lorsque la litière doit être renouvelée prématurément ou partiellement reconstituée en raison d'un entretien insuffisant ou d'une évolution défavorable du processus.

Le compost produit est deux à trois fois plus lourd que la sciure de départ (tableau 2). Le volume du produit fini est en revanche sensiblement le même qu'au départ. Ceci s'explique par le poids spécifique plus élevé du compost, lequel dépend de sa teneur en eau et de la saturation en éléments nutritifs.

### Teneurs et effets des éléments nutritifs

Pour l'agriculteur, il est important de connaître les teneurs de ses engrais de ferme afin d'assurer le moins de pertes possibles lors du passage de la production animale à la production végétale. Pour l'environnement, les questions essentielles sont l'efficacité de l'azote (N) et la charge en phosphates (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Les éléments nutritifs de base que sont le phosphore (P) et la potasse (K) se retrouvent dans des proportions sensiblement comparables au lisier de porc. Du fait de la teneur plus élevée en MS, ils sont toutefois trois fois plus concentrés si l'on se rapporte à la matière fraîche (tableau 3). La concentration de ces éléments dépend directement de la durée d'utilisation de la litière, ou, dans le cas d'une mise en andain consécutive, de la transformation de la matière sèche du fait du séchage.

La teneur en N est nettement inférieure à la norme du lisier ou du fumier. Ainsi, par exemple, pour couvrir avec du compost les besoins en azote d'une culture de maïs, il faudrait apporter un excédent de l'ordre de 100% des besoins en P (Bieri et al. 1998)! Seuls 10% de l'azote total sont disponibles sous forme d'ammonium aisément disponible (NH<sub>4</sub>). Le solde se compose de liaisons organiques de l'azote, donc de plus en plus lentement disponibles.

En conséquence, le compost de porcheries sur litière biométrie est à considérer avant tout comme un engrais de fond PK. Les premiers essais de cultures ont confirmé ce point. Des essais de culture en pots sont actuellement encore en cours à la station fédérale de Reckenholz (FAL).

### Pertes et émissions d'azote

D'un point de vue écologique, la mauvaise efficacité de l'azote de ce nouveau système d'engrais de ferme n'est pas satisfaisante. Sur l'intégralité du système – porcherie sur litière biométrie, entreposage intermédiaire, épandage – la culture reçoit très net-

## Flux de matières et d'éléments nutritifs

### Besoin en litière et production de compost

Le tableau 2 présente les données résultant des expériences acquises en ce qui concerne le besoin en litière et les quantités de compost qui en découlent. Le poids spécifique lors de la mise en place de la litière dépend de la structure et de la teneur en MS. Selon l'état de fraîcheur des billons, la teneur en MS de la sciure au départ de la scierie varie entre 50 et 60%. La sciure sèche est surtout préférable en hiver. En été, une teneur plus élevée en humidité peut s'avérer favorable au démarrage de la fermentation.

Tab. 2: Valeurs de planification pour le flux des matières

Besoins en sciure					Production de compost								
Teneur en MS	50-60%				Teneur en MS	35-40%							
Poids spécifique	amenée en vrac	kg/m <sup>3</sup>	200	250	200	250	Poids spécifique	35-40%					
								en vrac	kg/m <sup>3</sup>				
									600				
									800				
									600				
									800				
Besoins en sciure (masse)	Par kg d'accroissement	kg	1,00	1,00	1,50	1,50	Production de compost (masse)	Par kg d'accroissement	kg	2,50	2,50	3,50	3,50
	Par porc à l'engrais	kg	75	75	113	113		Par porc à l'engrais	kg	188	188	263	263
	Par place d'engraissement	kg	225	225	338	338		P. place d'engraissement	kg	563	563	788	788
Besoins en sciure (volume, en vrac)	Par porc à l'engrais	m <sup>3</sup>	0,38	0,30	0,56	0,45	Prod. de comp. (volume, en vrac)	Parc porc à l'engrais	m <sup>3</sup>	0,31	0,23	0,44	0,33
	Par place d'engraissement	m <sup>3</sup>	1,13	0,90	1,69	1,35		P. place d'engraissement	m <sup>3</sup>	0,94	0,70	1,31	0,98

Postulats: Accroissement par porc à l'engrais 75 kg; 3 séries par an

**Tab. 3: Valeurs de fumure de compost de détention porcine en comparaison avec d'autres engrais de ferme (Kaufmann et al. 1997)**

Valeurs nutritives en kg par m <sup>3</sup> ou t	Unité	MS (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N <sub>tot</sub>
<b>Compost de sciure</b>					
Sortie de porcherie (litière de 6 mois)	t	33	6,1	6,8	3,9
Sortie de porcherie (litière de 10 mois)	t	35	11,1	9,4	5,1
Après 6 mois de compostage en andain (litière de 10 mois)	t	44	16,5	10,6	7,1
<b>Moyenne</b>			<b>11,2</b>	<b>8,9</b>	<b>5,4</b>
<b>Engrais de ferme choisis <sup>1)</sup></b>					
Lisier complet de porc (non dilué)	m <sup>3</sup>	6	<b>3,5</b>	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
Lisier complet de porc (dilué 1:1)	m <sup>3</sup>	3	1,8	1,5	3,0
Lisier complet de bovin (non dilué)	m <sup>3</sup>	9	<b>1,7</b>	<b>9,0</b>	<b>4,5</b>
Lisier complet de bovin (dilué 1:1)	m <sup>3</sup>	4,5	0,9	4,5	2,3
Fumier de bovin en tas	t	19	<b>3,1</b>	<b>7,0</b>	<b>5,0</b>

<sup>1)</sup> Source: Walter et al. 1994.

tement moins d'azote disponible qu'avec un système de lisier (tableau 4). Ceci tient aux pertes élevées sous forme de gaz dans la porcherie. Les raisons en sont d'une part le climat particulier dans la litière (pH >8, température élevée) qui conduit à une volatilisation de l'azote, et d'autre part des zones partielles de carence en oxygène, qui induisent différents stades de dégradation par réduction de l'azote en gaz hilarant (N<sub>2</sub>O) ou en azote élémentaire (N<sub>2</sub>). Les pertes gazeuses dans la porcherie ne sont que partiellement compensées par le fait que

les systèmes d'épandage du lisier occasionnent comparativement des pertes plus importantes en azote. Toutefois, les pertes par lessivage des nitrates dans le sol n'ont pas encore été prises en considération. Celles-ci devraient être supérieures pour le lisier, surtout si le management de l'épandage n'est pas très précautionneux. Les valeurs des pertes sont basées sur un calcul de bilan des éléments nutritifs reposant sur une alimentation pauvre en protéines (alimentation multiphase). Les valeurs de pertes sous forme gazeuse, bien qu'elles soient

confirmées par des calculs comparables de bilans en pratique ainsi que par des essais dans un institut étranger, n'affichent pas des valeurs aussi élevées (fig. 9). Selon ces essais, un travail quotidien de la litière permettrait de réduire quelque peu les pertes d'azote sous forme de gaz. L'effet serait plus net avec la paille hachée au lieu de la sciure. Les pertes en ammoniac (NH<sub>3</sub>) et en gaz hilarant (N<sub>2</sub>O) étaient sensiblement égales dans l'absolu, mais proportionnellement moindres. Les différences restantes au niveau du calcul des bilans ne s'expliquent que par la volatilisation d'azote élémentaire (N<sub>2</sub>), écologiquement absolument insignifiant. Un autre essai a relevé des pertes d'azote par place d'élevage de 2,1 kg sous forme de NH<sub>3</sub> et de 2,6 kg sous forme de N<sub>2</sub>O (Groenenstein et al. 1996). Dans une porcherie en caillebotis, les pertes mesurées en différentes liaisons azotées sont 44% plus faibles.

Les concentrations en NH<sub>3</sub> dans la couche d'air se situant directement au-dessus de la litière (situation en été, phase de relevé 3, 1994) étaient toutefois nettement au-dessous de 10 ppm (= valeur limite pour le climat de porcherie). Même directement au-dessus des coins chargés d'excréments, seules quelques mesures ont permis de mettre en évidence un dépassement des valeurs limites. Dans un autre essai, les valeurs de NH<sub>3</sub> mesurées au-dessus de la litière biomaitrisée étaient inférieures à celles rencontrées au-dessus de caillebotis (Hoy et al. 1992). Une légère augmentation a été observée avec le vieillissement de la litière. Particulièrement pendant le travail de la litière, on rencontre transitoirement des valeurs entre 40 et 80 ppm. Durant la première phase d'essai (Schmidlin 1993), la porcherie sur litière biomaitrisée de la FAT a été incluse comme référence dans une série de relevés olfactométriques. La valeur de 84 unités d'odeurs (UO) mesurée à cette occasion se situait clairement dans une plage non problématique.

**Tab. 4: Bilan N par porc à l'engrais (Kaufmann et al. 1997)**

	Porcherie sur litière biomaitrisée		Système de lisier	
	kg N <sub>tot</sub> /porc	Pertes (%) <sup>2)</sup>	kg N <sub>tot</sub> /porc	Pertes (%) <sup>2)</sup>
<b>Teneur des déjections</b>	<b>2,74</b> <sup>3)</sup>		<b>2,80</b> <sup>4)</sup>	
Pertes en porcherie	2,03	74,1	0,48	17,0 <sup>8)</sup>
Teneur après l'évacuation	0,71 <sup>5)</sup>		2,32	
Pertes au stockage	0,04	5,0 <sup>6)</sup>	0,20	8,4 <sup>8)</sup>
Teneur après le stockage	0,67		2,13	
Pertes à l'épandage	0,03	5,0 <sup>7)</sup>	0,72	33,6 <sup>8)</sup>
<b>Teneur après l'épandage</b>	<b>0,64</b>		<b>1,41</b>	
<b>Pertes totales en N</b>	<b>2,10</b>	<b>76,6</b>	<b>1,39</b>	<b>49,5</b>

1) Domaine de validité: 50 kg d'accroissement (de 45 à 95 kg); alimentation multiphase.

2) Pertes en % de l'échelon précédent.

3) Calculée: apport alimentaire moins exportation sous forme de viande.

4) Déduit de valeurs standard (Walter et al. 1994): 5 kg N par porc à l'engrais; 75 kg d'accroissement; environ 15% d'excédents N dans la ration normale.

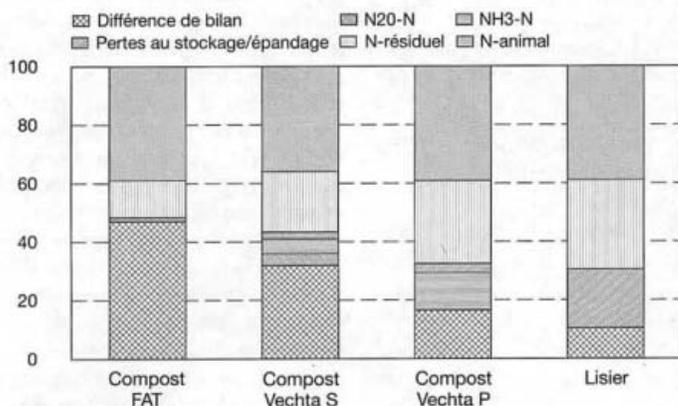
5) Selon pesées et analyses du compost.

6) Essai de stockage en hiver 1993 / 1994.

7) Estimation.

8) Menzi et al. 1997.

Bilan N de différents systèmes de porcheries  
100% = apport en N (aliment, porcelets)



FAT Robert Kaufmann

1-436 8278  
FAT98.ppt

Fig. 9: Les différences de bilan sont essentiellement des pertes d'azote sous forme de gaz. Des essais conduits à Vechta (Centre de recherche et d'étude pour l'économie de transformation Weser-Ems, Université de Göttingen) montrent des pertes similaires pour de la sciure (Vechta S) et des pertes sensiblement moindres pour la paille (Vechta P) (selon Kaiser et al. 1997). Les calculs de pertes dans les lisiers sont basés sur des valeurs de normes (cf tableau 5).

## Répercussions sur l'animal

### Comportement animal

Avec des températures proches de zéro dans la porcherie, les porcs ont réagi en s'enfouissant dans la litière, et, dans les cas extrêmes, en se couchant en tas. Il faut donc veiller à ce que la litière ne soit pas fortement souillée durant les périodes de froid, ce qui entraîne la présence de zones humides et donc fraîches dans la litière.

Des températures supérieures à 25 °C dans la porcherie ont conduit à un stress de chaleur, manifesté par des signes tels que fréquence respiratoire élevée et animaux étendus sur le flanc. Une douche enclenchée par intermittence s'est avérée très prisée des animaux dans un tel cas. Ces expériences permettent de considérer cet équipement complémentaire comme obligatoire pour le bon fonctionnement du système.

La fréquentation de la surface partielle en dur a été observée très précisément. Durant les phases de tempéra-

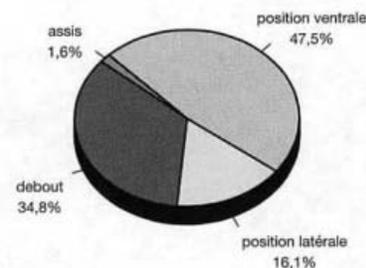
tures élevées (moyenne hebdomadaire de 22,5 °C), près de deux tiers des séjours sur la surface en dur consistaient en l'activité «couché» (fig. 10). Les jours froids (moyenne hebdoma-

daire de 8,8 °C), le mode de fréquentation était principalement «debout» (90%), ce qui se trouve en relation avec la fréquentation des nourrisseuses. La surface en dur ne servait à se coucher plus que dans 10% des cas. On peut en déduire que les animaux ont parfaitement su utiliser de façon différenciée les caractéristiques qualitatives des deux types de surface – litière biomaitrisée et surface en dur – en fonction de la température régnant dans le porcherie. Il est donc particulièrement indiqué d'offrir ces deux types de surfaces. Les réactions en cas de modification des proportions des surfaces respectives n'ont pas été étudiées plus avant, de même que, d'une façon générale, le comportement sur la litière biomaitrisée.

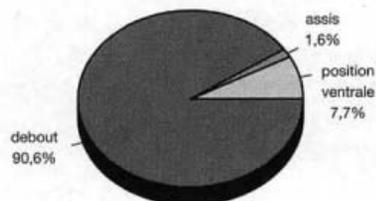
Une comparaison faite à l'étranger avec un système en caillebotis intégral (Böhmer et al. 1992) est parvenue à la conclusion que la litière biomaitrisée convient mieux aux besoins des animaux. Selon nos propres observations, l'épandage de paille longue sur la litière tend à entraîner une réduction de l'occupation avec les congénères. La paille était mâchée (Stumpf 1994), tandis que les possibilités complémentaires d'occupation comme des bois à ronger ou des râteliers à paille étaient peu exploités. Le système de porcherie sur litière bio-

### Comportement de repos sur la surface en dur de la porcherie sur litière biomaitrisée En fonction de la température de la porcherie

Situation en été  
moyenne de température 22,5 °C



Situation en hiver  
moyenne de température 8,8 °C



FAT Robert Kaufmann/Peter Jakob

1-436 8278  
FAT98.ppt

Fig. 10: Le sol en dur sous les automates d'alimentation servait en hiver essentiellement à la circulation des animaux. Durant la saison chaude, une partie importante de l'activité était le repos.

maîtrisée satisfait à certaines conditions essentielles d'un «système particulièrement respectueux des animaux» dans le sens de l'OPA (DFEP 1997). Par exemple par un bien-être supérieur des animaux ou un système de box à plusieurs aires (combinaison de surface en dur et en litière profonde). Il n'est cependant pas encore admis dans le programme des paiements directs. Les mises au point correspondantes sont en cours.

## Santé et qualité de la viande

En partant de l'hypothèse qu'un milieu poussiéreux peut conduire à des inhalations néfastes de corps étrangers, les poumons suspects ont été examinés en laboratoire. Ceci a effectivement permis de mettre en évidence une présence nettement plus élevée de corps étrangers dans les poumons des porcs tenus sur litière biomâtrisée comparativement à des poumons de porcs tenus sur caillebotis partiel (Sydler 1994). Une analyse approfondie des inclusions de corps étrangers a toutefois révélé que l'origine de ces corps étrangers relevait essentiellement de l'alimentation en sec. La présence plus élevée de corps étrangers n'a eu aucune répercussion sur le plan de la santé. La proportion de poumons présentant des lésions aiguës était identique dans les deux essais.

Des rapports étrangers font état d'une pression d'infection plus élevée dans les porcheries sur litière biomâtrisée (Hoy et al. 1994). Ceci s'est traduit principalement par une occurrence plus élevée de lésions au foie. Il faut considérer qu'il s'agissait là essentiellement de grandes exploitations avec un usage prolongé de la litière biomâtrisée. C'est la raison pour laquelle nous recommandons de vermifuger les porcelets avant l'installation, et de renouveler la litière au bout de six mois environ.

En raison des déductions plus élevées pour la qualité de la graisse, le prix de la viande des porcs tenus sur litière biomâtrisée était de 2,1% inférieur par rapport aux porcs d'engraissement provenant d'autres essais de détention de la FAT. Toutefois, cette différence de qualité ne peut pas être considérée comme problème systématique

des porcheries d'engraissement sur litière biomâtrisée parce que les autres porcs d'engraissement de la FAT ne peuvent pas servir de référence. Les conditions de détention varient fortement d'un essai à l'autre (alimentation, température de l'étable, etc.).

## Gestion du travail

La rationalisation du déroulement du travail est un but important qui doit être considéré dans le développement de tout nouveau système de détention. Au cours de nos essais, une attention particulière a été vouée à l'amélioration du système de séparations mobiles.

Le système de séparations mobile décrit a été utilisé dans la pratique, et s'est avéré positif particulièrement d'un point de vue ergonomique. Une fois arrachées de la litière, les séparations étaient faciles à soulever et à déplacer à la main. La surface en dur disponible n'a pas nécessité de travail supplémentaire de nettoyage.

Une autre possibilité de réduire la charge de travail repose sur le constat selon lequel il est suffisant de mélanger les zones souillées avec les zones propres toutes les deux semaines pour bien maîtriser le processus. La comparaison de l'économie du travail entre litière biomâtrisée et caillebotis partiel repose sur le type de travail inhérent au procédé dans le domaine des engrais de ferme: apport de sciure, travail régulier de la litière et évacuation du compost, ainsi que travaux de nettoyage quotidien dans les box et épandage du lisier dans le cas du caillebotis partiel.

Les résultats montrent que (fig. 11) le développement de la technique a contribué avec succès à rendre le système de litière biomâtrisée concurrentiel du point de vue de l'économie du travail. Avec 300 places d'engraissement déjà, le temps de travail comparable est deux fois plus élevé pour une porcherie en caillebotis partiel.

L'évacuation du lisier, calculée sur la base de la proportion usuelle dans la pratique d'une dilution 1:1, demande légèrement moins de temps que l'évacuation de la litière, y compris l'agencement d'andains de compostage. La

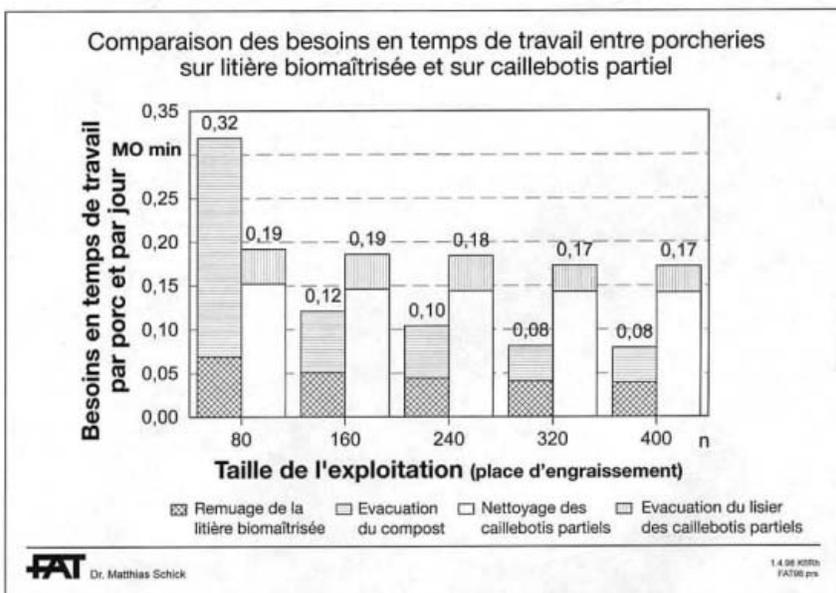


Fig. 11: A partir de 160 places d'engraissement, la charge de travail comparable pour les activités liées au traitement des engrais de ferme est nettement moins élevée dans la porcherie en litière biomâtrisée que dans une porcherie en caillebotis partiel. Les données pour les caillebotis partiels correspondent à des observations dans la pratique avec des râteliers à paille comme possibilité d'occupation. Il faut admettre que ces systèmes pourront encore être optimisés à l'avenir du point de vue de l'économie du travail.

principale différence entre les deux systèmes tient aux travaux récurrents de nettoyage quotidien dans les caillebotis partiels, par comparaison avec les mesures d'entretien de la litière biomatrisée.

## Rentabilité

### Structure des coûts

Les deux «Modules FAT 200» – variante 1 avec couloir de service central et variante 2 avec deux couloirs de service latéraux – sont comparables à une porcherie en caillebotis partiel, c'est à dire avec un système qui devrait continuer à l'avenir d'avoir sa place dans le domaine de la produc-

tion conventionnelle. La comparaison est basée sur les facteurs de coûts inhérents au procédé: enveloppe du bâtiment, équipements d'exploitation, technique du lisier, charges en machines (y compris énergie), en matériaux et en temps de travail. Tous les coûts de machines ne considèrent que les frais variables, partant de l'hypothèse que les machines de l'exploitation peuvent être utilisées. Les coûts de travail ont été calculés à partir des modèles de calcul du temps de travail au taux applicable pour la main d'œuvre familiale (actuellement Fr. 23.-/MOh).

Tab. 5: Comparaison de l'économie d'exploitation entre porcheries sur litière biomatrisée et sur caillebotis partiel (200 places d'engraissement)

Positions	Investissements				Coûts annuels		
	Porcherie sur litière biomatrisée «Modul FAT 200»		Caillebotis partiel		Porcherie sur litière biomatrisée «Modul FAT 200»		Caillebotis partiel
	Couloir central Fr.	Couloirs latéraux Fr.	Fr.	%	Couloir central Fr.	Couloirs latéraux Fr.	Fr.
Enveloppe du bâtiment y compris fondations	223 000.-	238 000.-	190 000.-	6,8	15 164.-	16 184.-	12 920.-
Construction du sol (séparée)	26 400.-	30 500.-	29 300.-	6,8	1 792.-	2 071.-	1 990.-
Canaux à lisier (séparés)	—	—	54 400.-	6,8	—	—	3 697.-
Séparations latérales pour la litière biomatrisée, obturations	11 800.-	14 800.-	—	6,8	800.-	1 007.-	—
Climatisation (système de ventilation, faite plus capot, propulseurs estivaux, douches)	14 200.-	14 200.-	35 600.-	9,8	1 389.-	1 389.-	3 489.-
Parois de box fixes, petites portes	11 400.-	16 200.-	26 900.-	9,8	1 112.-	1 583.-	2 636.-
Séparations mobiles (y compris suspension)	20 000.-	20 000.-	—	13,0	2 600.-	2 600.-	—
Fosse + tuyau à lisier	—	—	44 300.-	6,8	—	—	3 012.-
Brasseur	—	—	10 000.-	12,0	—	—	1 200.-
<b>Total pour 200 places d'engraissement</b>	<b>306 800.-</b>	<b>333 700.-</b>	<b>390 500.-</b>		<b>22 857.-</b>	<b>24 834.-</b>	<b>28 944.-</b>
<b>Par place d'engraissement</b>	<b>1 534.-</b>	<b>1 669.-</b>	<b>1 952.-</b>		<b>114.-</b>	<b>124.-</b>	<b>145.-</b>
<b>Coûts de machines et de matériaux spécifiques au procédé:</b>							
<b>Caillebotis partiel</b>	Lisiers		Coûts de machines				4.-
	Régulation du climat		Energie				15.-
<b>Litière biomatrisée</b>	Sciure		Matériau		11.-	11.-	
	Sciure: Transport et apport		Coûts de machines		2.-	2.-	
	Régulation du climat		Energie / coûts de machines		3.-	3.-	
	Travail de la litière		Coûts de machines		7.-	7.-	
	Evacuation		Coûts de machines		5.-	5.-	
	Moins-value de l'engrais				3.-	3.-	
<b>Coûts annuels du procédé sans travail / place d'engraissement</b>					<b>145.-</b>	<b>155.-</b>	<b>164.-</b>
<b>Coûts de travail:</b>					<b>Besoins en temps de travail en MOh</b>		
<b>Caillebotis partiel</b>	Lisiers						0,24
	Nettoyage des box / évacuation du fumier						0,89
<b>Litière biomatrisée</b>	Apport de la sciure				0,17	0,17	
	Travail de la litière				0,36	0,36	
	Evacuation				0,21	0,21	
<b>Charge de travail totale</b>					<b>0,74</b>	<b>0,74</b>	<b>1,13</b>
<b>Coût de travail total (base salariale Fr. 23.-/MOh)</b>					<b>17.-</b>	<b>17.-</b>	<b>26.-</b>
<b>Coût total du procédé par an et par place d'engraissement</b>					<b>162.-</b>	<b>172.-</b>	<b>190.-</b>

Le compost n'a pas été pris en compte dans l'estimation, malgré que ce produit fini puisse, dans le meilleur des cas et contrairement au lisier, trouver utilisation en dehors de l'agriculture comme engrais organique de fond.

La consommation d'énergie pour la ventilation concerne essentiellement le caillebotis partiel, système dans lequel une ventilation est indispensable. Dans une porcherie sur litière biomâtrisée climatisée naturellement, des ventilateurs tournant à vitesse lente soutiennent l'évacuation de l'air de la porcherie durant la saison chaude. Leur consommation d'énergie est pratiquement insignifiante, et a donc été laissée de côté. Le besoin en eau de lavage pour le caillebotis partiel n'a également pas été pris en considération, du fait qu'il correspond à peu près à la consommation d'eau pour les douches rafraîchissantes dans la porcherie sur litière biomâtrisée. En revanche, la consommation de sciure s'ajoute pour cette dernière.

Dans toutes les variantes, les coûts des dispositifs d'alimentation et des silos à fourrage ont été laissés de côté, dans la mesure où l'on peut postuler un système d'alimentation comparable, indépendant du système de détection.

### Investissements nécessaires

Les investissements nécessaires pour l'enveloppe du bâtiment et les fondations spéciales – par exemple les canaux à lisier pour le caillebotis partiel – sont les plus faibles pour le module avec couloir de service central (tableau 5). Le calcul repose sur le principe du prix de construction modulaire (Hilty et al. 1996). La variante 2 avec couloirs de service latéraux coûte Fr. 280 000.–, soit pratiquement le même prix qu'une porcherie en caillebotis partiel. L'enveloppe est certes moins chère et la position de coût des canaux à lisier tombe, mais la porcherie sur litière biomâtrisée nécessite pour des raisons fonctionnelles plus de surface par unité d'engraissement. Les coûts d'une porcherie de comparaison entièrement isolée et climatisée artificiellement sont basés sur les surfaces recommandées usuellement dans la pratique, qui se situent au-dessus du minimum légal en termes

de surface. La porcherie sur litière biomâtrisée se prête très bien aux prestations de l'exploitant en cas de choix d'une construction simple entièrement en bois.

En ce qui concerne les équipements spéciaux d'exploitation – installation de ventilation, séparations de box fixes et mobiles – la porcherie sur litière biomâtrisée s'avère plus avantageuse. Les positions décisives, qui représentent des investissements supérieurs de l'ordre de Fr. 60 000.– resp. de Fr. 90 000.– pour la porcherie en caillebotis partiel, se situent dans le domaine de la technique du lisier (canaux à lisier, stockage du lisier, y compris brasseur). Le «module FAT 200» avec couloir de service central est le plus avantageux dans l'ensemble. Rapporté à la place d'engraissement, la différence est de près de Fr. 400.– par rapport à la porcherie conventionnelle de référence.

### Comparaison du procédé

Les coûts inhérents au procédé ont été calculés sur la base de la place d'engraissement (tableau 5). Le caillebotis partiel présente des avantages sur le plan des coûts de machines et de matériaux spécifiques au procédé. L'évacuation du lisier et la régulation du climat coûtent Fr. 19.–/PE. Pour la porcherie sur litière biomâtrisée, ces coûts sont sensiblement plus élevés, avec Fr. 31.– pour les frais de sciure et l'engagement des machines pour le travail de la litière et l'évacuation du compost.

Ainsi qu'il ressortait déjà de la comparaison sur le plan de l'économie du travail, la charge de travail et les coûts qui en résultent sont plus élevés dans la porcherie sur caillebotis partiel que dans celle sur litière biomâtrisée, ceci principalement en raison du travail de nettoyage quotidien qui est nécessaire. A cet égard il faut également considérer que les travaux dans la porcherie sur litière biomâtrisée ne sont pas imposés à date fixe. Les coûts de rentabilisation du travail pourraient donc vraisemblablement être plus élevés dans la porcherie en caillebotis partiel – au moins transitoirement – du fait de la concurrence entre les travaux en porcherie avec d'autres travaux et pics de travail dans ou au dehors de l'exploitation. De plus, des travaux fle-

xibles dans le temps comme le travail de la litière ou l'évacuation du compost, ouvrent de nouvelles perspectives au niveau de la collaboration interentreprises ou avec des entrepreneurs de travaux agricoles.

Le «module FAT 200» avec couloir de service central présente globalement au niveau de la comparaison du procédé un avantage de coût de Fr. 28.– par place d'engraissement et par an, soit de Fr. 9.– environ par porc engraisé comparativement au caillebotis partiel.

### Appréciation générale

Sous la forme du «module FAT 200» proposé, la porcherie sur litière biomâtrisée peut parfaitement concurrencer des systèmes conventionnels de caillebotis partiel, ceci autant du point de vue de la rentabilité, de l'économie du travail, que de la technique du procédé. La charge de travail nécessaire au travail de la litière a principalement pu être simplifiée et réduite. Les séparations mobiles nécessaires sont développées et mûres pour leur utilisation en pratique.

### Avantages

- Absence totale de lisier
- Réduction de la masse par l'évaporation d'environ 50% de l'eau comparativement à des systèmes avec lisier complet non dilué
- Réduction du développement d'odeurs
- Produit fini avec teneur élevée en MS, ce qui permet un transport dans les régions où les quantités produites sont moindres, voire une valorisation en dehors de l'agriculture
- Bien-être accru des animaux par rapport au sol en dur, comportement plus conforme aux exigences de l'espèce (par exemple possibilité de fouiller la litière)
- Moindres exigences à l'égard du climat hivernal du fait des conditions chaudes du sol
- La litière biomâtrisée fonctionne également dans un bâtiment ventilé naturellement et peu isolé; le système convient dès lors également pour la reconversion de bâtiments existants.

- Grâce au caractère de box à deux aires du système et au meilleur bien-être des animaux, le système satisfait à certaines exigences pour le programme de paiements directs lié aux «système de détention particulièrement respectueux des animaux» (DPA). Une approbation définitive dans ce contexte est en cours.

## Inconvénients

- Pertes élevées d'azote sous forme de gaz.
- Efficacité de l'azote nettement moindre que dans un système impliquant l'épandage du lisier. Par place d'engraissement, les pertes se montent à près de 2 kg de N<sub>tot</sub> par comparaison avec un système à base de lisier.
- La porcherie sur litière biomaitrisée ne peut donc pour cette raison être considérée comme écocpatible que sous conditions.
- Le système convient essentiellement pour l'alimentation en sec. Certains exemples de combinaison avec une alimentation en soupe sont connus, mais ne fonctionnent que dans des conditions particulières.
- Stress de chaleur possible en été en cas d'absence de surface en dur rafraîchissante. Un système de douche est recommandé pour réduire ce problème.
- On présume une pression d'infection accrue dans la litière de sciure. Pour des raisons d'hygiène, il est recommandé de renouveler la litière tous les six mois.

## Recommandations

Un entretien régulier de la litière stimule l'activité biologique, l'évaporation de l'eau et la propreté de la litière. Les **mesures** et les **flux de matières** nécessaires pour y parvenir sont connus:

- La sciure est supérieure aux éclats de bois et à la paille en raison de ses propriétés technologiques.
- Le besoin en sciure se situe entre 1 et 1,5 kg / kg d'accroissement, par an et par place d'engraissement, ceci signifie une consommation de l'ordre de 1 à 1,7 m<sup>3</sup> de sciure.
- Une profondeur de litière de 45 à 50 cm est suffisante.
- Un travail de la litière toutes les deux semaines est suffisant pour un déve-

loppement satisfaisant de la température de la litière.

- Un brassage horizontal approfondi du matériau des places de défécation avec celui des zones sèches est suffisant pour obtenir l'effet de mélange voulu.
- Autres mesures de maîtrise en cas de conditions critiques dans la litière: travail de la litière plus fréquent, brassage intensif avec engins rotatifs, remplacement partiel de la litière fortement souillée par de la sciure fraîche.
- Le recours à un bioactivateur n'est pas nécessaire, dès lors qu'il n'exerce aucune influence sur le développement de la température.
- 600 à 800 kg de compost d'une teneur en MS de 35 à 45% sont produits par place d'engraissement et par an.
- P et K se trouvent en proportions de l'ordre de 1:1, tout comme dans le lisier de porcs. La teneur en N<sub>tot</sub> est en revanche nettement moindre, en particulier également la teneur en N aisément disponible.
- Le compost convient essentiellement comme engrais de fond PK, comme agent d'amélioration de la structure du sol et comme source d'éléments nutritifs à diffusion lente.

## Bibliographie

Arkenau E. F., Kaiser S. et Van den Weghe H., 1997. Kompoststall im Test. 52. Jahrgang Landtechnik 4/7, S. 198-199.

Bieri M., Kaufmann R., Heller W. et Berner A., 1998. Qualitätsbestimmungen von Schweinemist-Kompost. Agrarforschung 5 (1). S. 33-36.

Böhmer M. et Hoy St., 1993. Untersuchungen zum agonistischen Verhalten, zur Beschäftigung und zum Abliegeverhalten von Mastschweinen bei Haltung auf Tiefstreu mit mikrobiell enzymatischer Einstreubehandlung bzw. auf Vollspaltenboden. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung. KTBL-Schrift Nr. 61. S. 264-273.

Groenestein M. et Van Faassen H.G., 1996. Volatilization of Ammonia, Nitrous Oxide and Nitric Oxide in Deep-litter Systems for Fattening Pigs. Journal agric. Engng Res. 65. S. 269-274.

Hesse D., 1995. Dusche gegen Wärmestress. top-agrar 8/95.

Hilty R. et Herzog D., 1996. Systèmes de prix par modules unitaires. Compilation de frais de construction pour ruraux, FAT, Tänikon.

Hoy St., Kaczmark J. et Ehser U., 1992. Fattening performance and animal health of keeping fattening pigs on a deep litter system with additives or on slatted floor. In: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming, 21./22. Sept. 1992, Research Inst. Pig Husbandry. Rosmalen.

Hoy St., Willig R. et Buchholz I., 1992. Results from continuous measurements of ammonia in keeping fattening pigs on a deep litter system with additives in comparison with housing on slatted floor. In: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming, 21./22. Sept. 1992, Research Inst. Pig Husbandry. Rosmalen.

Hoy St. et Stehmann R., 1994. Hygienische Aspekte der Tiefstreuhaltung von Mastschweinen mit mikrobieller-enzymatischer Einstreubehandlung. Der praktische Tierarzt 6/1996. S. 495-504.

Jakob P., 1987. Engraissement de porcs sur litière profonde dans les porcheries ouvertes, sans isolation. Compte rendu N° 28, FAT, Tänikon.

Kaiser St. et Van den Weghe H., 1997. Kompoststall für Mastschweine. - Einfluss verschiedener Einstreumaterialien auf den Kompostierungsprozess. 52. Jahrgang Landtechnik 3/97. S. 148-149.

Kaufmann R., 1994. Porcs d'engraissement sur litière biomaitrisée - Bilan intermédiaire du point de vue technique. Rapports FAT N° 450. Tänikon.

Kaufmann R., Heller W. et Bieri M., 1997. Nährstoffbilanz im Kompoststall für Mastschweine. Agrarforschung 4 (1). S. 25-28.

Kay R.M., 1992. The performance and environment of pigs reared on deep sawdust beds compared with pigs reared on a conventional fully-flatted slurry system. In: Proceedings workshop deep litter systems for pig farming, 21./22. Sept. 1992, Research Inst. Pig Husbandry. Rosmalen.

Meier U., 1994. Untersuchung über den Einsatz eines Bioaktivators (Envi-Stim®) in der Mastschweinehaltung auf TiefstreuKompost. Interner Bericht. FAT, Tänikon.

Menzi H., Frick R. et Kaufmann R., 1997. Ammoniak-Emissionen in der

Schweiz: Ausmass und technische Beurteilung des Reduktionspotentials. Schriftenreihe der FAL Nr. 26. Reckenholz.

Nicks B., Marlier A. et Canart B., 1994. Comparaison des températures de litières et des niveaux de pollution de l'air lors de l'engraissement de porcs sur litière biomaitrisée à base de sciure ou de paille hachée. Journées Recherche Porcine en France, **26**, pp. 85-90.

Nicks B., Désiron A., Canart B. et Pluy-mers T., 1996. Influence du type de sciure et d'un traitement des porcs aux antibiotiques sur l'évolution de la

température dans les litières biomaitrisées. Journées Recherche Porcine en France, **28**, p. 4.

Ordonnance du DFEP sur les systèmes de détention particulièrement respectueux des animaux du 28 février 1997. RS 910.132.4. Berne.

Schmidlin A., 1993. Gutachten über die Geruchssituation des Betriebes G. in S. (nicht öffentlich). FAT, Tänikon.

Stumpf S., 1994. Beobachtungen zu Thermoregulation und Beschäftigung bei Mastschweinen in Kompoststall. Interner Bericht. FAT, Tänikon.

Sydler T., 1994. Bericht zur Untersuchung von Schlachtungen aus dem

Kompoststallversuch bezüglich Häufigkeit und Bedeutung der Aspiration von Fremdmaterial. Interner Bericht. Inst. für Veterinärpathologie der Universität Zürich.

Tam N., Tiquia S. et Vrijmoed L. Nutrient transformation of pig manure under pig-on-litter system. In: The science of composting. S. 96-105.

Walter U., Menzi H., Ryser J.-P., Fleisch R., Jeangros B., Kessler W., Maillard A., Siegenthaler A.F. et Vuilloud P.A., 1994. Hofdüngernormen. In: «Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau», LBL, Lindau.