

RMT élevages & environnement



Guide des Bonnes Pratiques Environnementales d'Élevage

Version
2020



SOMMAIRE

FICHES PORCINS

P1. Gestion nutritionnelle – Approche générale	1
P2. Alimentation multiphase	5
P3. Alimentation de précision	10
P5. Utilisation d'acide benzoïque	15
P6. Évacuation gravitaire des lisiers	18
P7. Évacuation mécanique des lisiers	21
P8. Évacuation hydraulique des lisiers – Flushing	26
P9. Lisier flottant	30
P12. Logement sur litière	33
P13. Lavage d'air (eau/acide)	39
P16. Brumisation	46
P17. Technique pour une utilisation efficace de l'eau	50
P18. Abreuvoirs économes en eau	57
P19. Maîtrise de la ventilation et de la température	62
P20. Techniques pour une réduction efficace de la consommation d'énergie	68
P21. Ventilation économe en énergie	75
P22. Chauffage économe en énergie	82
P23. Isolation des bâtiments	88
P24. Éclairage économe en énergie	95
P25. Échangeur de chaleur	99
P29. Nitrification-dénitrification par boue activée avec séparation de phases	105

FICHES VOLAILLES

V1. Stratégie nutritionnelle	109
V2. Alimentation en phase	112
V3. Utilisation des acides aminés de synthèse et de biosynthèse	115
V4. Utilisation de phytases, de phosphates alimentaires hautement digestibles et autres additifs ..	118
V6. Logement des poules pondeuses ou des reproducteurs en cage	122
V7. Evacuation rapide et pré-séchage en bâtiment des fientes de poules en cages	128



V8. Evacuation rapide et séchage en extérieur des fientes de poules en cages	131
V9a. Gestion des fientes de poules pondeuses élevées en systèmes alternatifs – Litière profonde..	135
V9b. Gestion des fientes de poules pondeuses élevées en systèmes alternatifs – Volière	143
V10. Logement avec sol en caillebotis et système d'évacuation mécanique des déjections.....	152
V11. Logement au sol sur litière	155
V12. Récupération de chaleur en bâtiment d'élevage par plancher chauffant/refroidi	159
V13. Système antifuite	164
V14. Additifs biologiques sur litière	168
V15. Brumisation	171
V17. Techniques pour une utilisation efficace de l'eau – Approche générale	174
V18. Techniques pour une utilisation efficace de l'énergie – Approche générale	181
V19. Utilisation économe du gaz propane pour le chauffage des bâtiments.....	185
V20. Utilisation économe de l'électricité pour la ventilation des bâtiments	189
V21. Isolation et étanchéité des bâtiments	192
V22. Utilisation économe de l'électricité pour l'éclairage des bâtiments	197
V23. Échangeur de chaleur et autres techniques de récupération de chaleur	200
V25. Granulation des effluents	204

FICHES BOVINS

B1. Réduction des rejets d'azote	208
B3. Réduction des émissions de méthane entérique	212
B4. Conception des sols	221
B5. Ventilation des bâtiment	223
B15. Prérefroidisseur de lait	225
B16. Récupérateur de chaleur sur le tank à lait	228
B17. Optimisation de l'isolation et de la ventilation de la laiterie.....	231
B18. Optimisation du temps de traite	234
B21. Consommation de fioul du tracteur	237
B22. Chauffage de l'eau de buvée	241



FICHES COMMUNES

PVB3. Formulation d'éco-aliments	246
PVB4. Stockage du fumier – Approche générale	252
PVB5. Stockage des effluents liquides (lisier) – Approche générale.....	257
PVB6. Couverture rigide de fosse	263
PVB7. Couverture souple de fosse incluant la croûte naturelle	267
PVB10. Compostage des effluents	274
PVB13. Produire de l'énergie renouvelable (solaire, éolien, biomasse)	287
PVB14. Épandage de fumier – Approche générale	295
PVB15. Incorporation du fumier dans les plus brefs délais	302
PVB16. Épandage de lisier – Approche générale	307
PVB17. Épandage du lisier en bandes par pendillards.....	313
PVB18. Injection directe à rainures ouvertes ou fermées	319
PVB19. Épandage en bandes du lisier et incorporation dans un délai très court	324
PVB21. Le BREF Élevage	328
PVB23. Compteur d'énergie.....	334
PVB29. Liste des contributeurs	339
PVB30. Acidification des lisiers	340
PVB31. Ionisation des particules.....	345
PVB32. Lavage d'air.....	349



Existe aussi en

**Catégories animales**

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Rejets N et P
NH₃

Gestion nutritionnelle

Approche générale

Objectif et principe

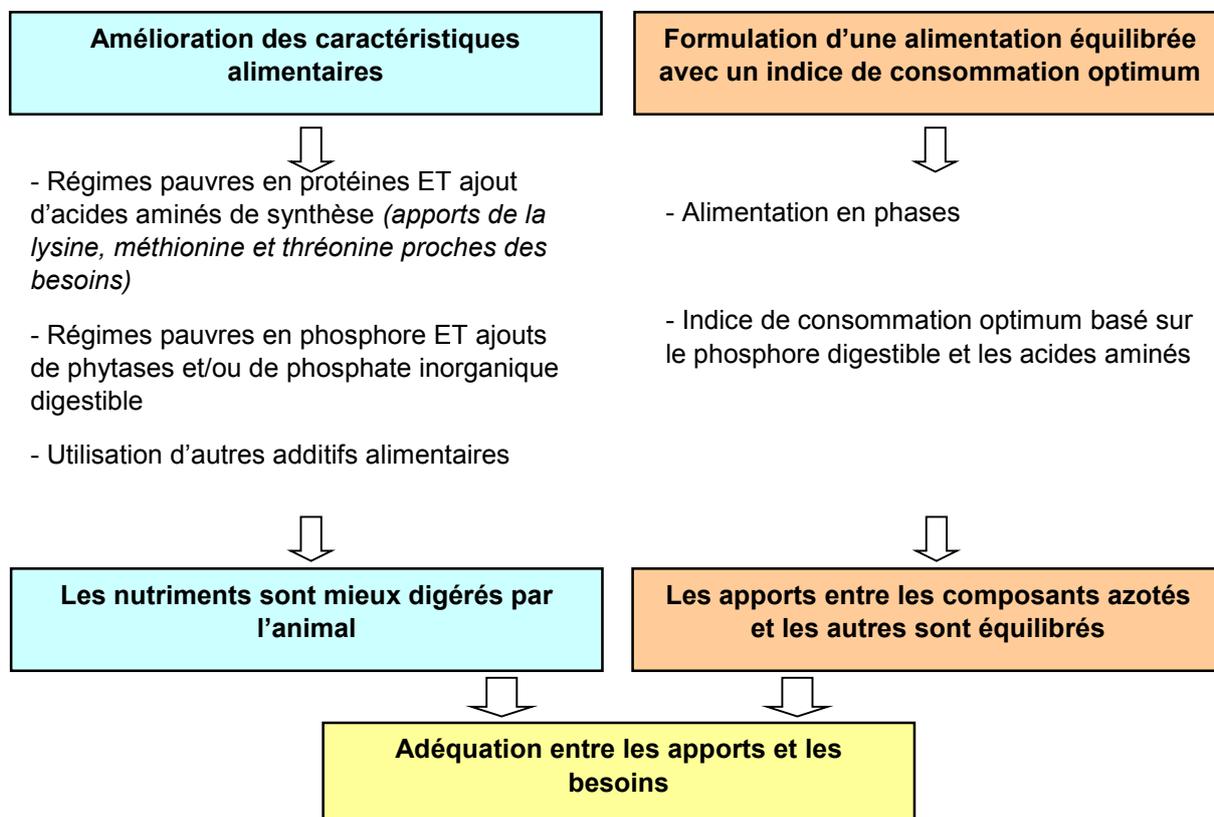
Réduire l'excrétion d'azote et de phosphore des animaux dans les effluents afin de réduire les émissions d'ammoniac ainsi que les rejets d'azote et de phosphore.

La technique consiste à répondre strictement aux besoins en nutriments des animaux, sans excès ni déficits :

- en adaptant les apports dans le temps en fonction du stade de production,
- en améliorant la digestibilité des nutriments,
- en trouvant un bon équilibre entre les apports de protéines et l'énergie etc.

Mise en place

La gestion nutritionnelle regroupe toutes les techniques permettant de réduire l'excrétion des nutriments (azote et phosphore principalement) dans les effluents afin de réduire les émissions liées à ces nutriments. On distingue deux types de techniques :





Bénéfices environnementaux

Les techniques suivantes :

- utilisation de certaines matières premières,
- ajout d'acides aminés de synthèse,
- ajout de phytases,
- ajout de phosphates alimentaires inorganiques hautement digestibles,
- ajout d'enzymes ou autres additifs alimentaires,

et plus encore leur combinaison, en augmentant la digestibilité de la matière organique, diminuent les rejets azotés (entre 10 à 20% d'azote en moins par rapport à la situation standard) et les rejets phosphorés (entre 20 à 40% de moins).

Effets croisés

Une diminution des excréments d'azote et phosphore par les animaux entraîne également des effluents à épandre moins riches, ainsi que des émissions d'ammoniac plus faibles au stockage et à l'épandage des effluents.

Coûts

La mise en œuvre de ces techniques peut être en partie indépendante du choix de l'éleveur quand celui-ci reçoit directement l'aliment en provenance de l'usine de fabrication.

Seuls les éleveurs, fabriquant eux-mêmes leur aliment (éleveur possédant une FAF), sont concernés par le coût économique de ces techniques.

Applicabilité

Ces techniques sont bien présentes en France grâce aux différents travaux conduits par le CORPEN (2003) et les travaux du RMT Elevage et Environnement (Dourmad *et al.*, 2015).

La technique est facile à mettre en œuvre par le biais des fabricants d'aliments mais elle est indépendante des éleveurs, hormis ceux qui fabriquent leurs aliments à la ferme.

Facteurs incitatifs

Des mesures préventives, en termes d'alimentation, réduiront les quantités d'éléments fertilisants excrétés par les animaux et réduiront par conséquent le besoin de mesures curatives plus tard dans le cycle de production.

Ces techniques sont considérées comme des **MTD** dans la version du BREF Élevage de 2017 (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) (cf. fiche n° P2 - Alimentation multiphase et cf. fiche n° P5 - Utilisation d'acide benzoïque, pour en savoir plus).

État des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont couramment mises en œuvre dans les élevages français.

Pour en savoir plus

- CAMBEILH D., MEYMERIT C., CAZAUX J.G., CASTAING J., SKIBA F., 2005. *Incidence de la réduction de l'apport de phosphore dans les aliments pour les truies en gestation et en lactation. Journées de la Recherche Porcine*, 37, pages 7-16.
- ADEME, 2019. *Fiche n°2 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Ajuster l'alimentation des porcins. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air*. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- CORPEN., 2003. *Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs*. CORPEN éd., Paris, France, 41 p.
- DAUMER M.L., GUIZIOU F., DOURMAD J.Y., 2007. *Influence de la teneur en protéines de l'aliment et de l'addition d'acide benzoïque et de phytase microbienne sur les*



caractéristiques des effluents chez le porc à l'engraissement. *Journées de la Recherche Porcine*, 39, pages 13-22.

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *Dourmad J.Y. (coord.), Levasseur P.(coord.), Daumer M., Hassouna M., Landrain B., Lemaire N., Loussouarn A., Salaün Y., Espagnol S., 2015. Évaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Élevages et Environnement, Paris, 26 pages. http://www.rmtelevagesenvironnement.org/references_rejets_porcs.htm*
- *GAUDRE D., LEVASSEUR P., 2004. Intérêts des aliments à teneur élevée en énergie pour porc charcutier. TechniPorc, vol 27, n°6, pages 33-39.*
- *GUINGAND N., DEMERSON L., BROZ J., 2005. L'incidence de l'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers sur les performances zootechniques et l'émission d'ammoniac. Journées de la Recherche Porcine, 37, pages 1-6.*
- *JONDREVILLE C., HAYLER R., FEUERSTEIN D., 2005. Remplacement du sulfate de zinc par de la phytase microbienne dans des aliments pour porcelets sevrés. Journées de la Recherche Porcine, 37, pages 17-24.*
- *LETOURNEAU MONTMINY M. P., BOUCHER C., POMAR C., DUBEAU F., DUSSAULT J.P., 2005. Impact de la méthode de formulation et du nombre de phases d'alimentation sur le coût d'alimentation et les rejets d'azote et de phosphore chez le porc charcutier. Journées de la Recherche Porcine, 37, pages 27-32.*
- *NOBLET J., QUINIOU N., 1999. Principaux facteurs de variation du besoin en acides aminés du porc en croissance. TechniPorc, vol 22, n°4, pages 9-16.*
- *POMAR C., POMAR J., BABOT D., DUBEAU F., 2007. Effet d'une alimentation en multiphase quotidienne sur les performances zootechniques, la composition corporelle et les rejets d'azote et de phosphore du porc charcutier. Journées de la Recherche Porcine, 39, pages 23-30.*
- *QUINIOU N., CALVAR C., RICHARD S., 2005. Teneur en acides aminés et en énergie des aliments pour truie allaitante : validation sur la truie hyper du calcul du besoin en lysine. TechniPorc, vol 28, n°2.*
- *QUINIOU N., GAUDRE D., ROYER E., ALIBERT L., 2005. Quel doit être le rapport Lysine Digestible / Energie Nette dans les aliments pour porcs charcutiers ? TechniPorc vol 28, n°5, pages 37-43.*
- *RMT Élevage et Environnement, 2010. Synthèse 2 : les stratégies d'alimentation des animaux au sein de l'exploitation et du territoire et leurs incidences environnementales. Elevages et environnement. Editions Educagri/Quae. 259 pp*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*
- *SIMOES NUNES C., GUGGENBUHL P., PINON QUINTANA A., 2006. Effets comparatifs de trois phytases sur la digestibilité du phosphore et du calcium chez le porc en croissance. Journées de la Recherche Porcine, 38, pages 1-4.*

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Gestion nutritionnelle – Approche générale. 4 pages.



Existe aussi en



Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Rejets N et P
NH₃
GES
Eau

Alimentation multiphase

Objectif et principe

Réduire l'excrétion d'azote et de phosphore des animaux en :

- évitant les déficits de nutriments en croissance,
- limitant les excès en finition,
- conservant de bonnes performances.

La technique consiste à atteindre le bon équilibre entre les besoins en énergie, acides aminés et minéraux, sans excès ni déficits, en alimentant les porcs avec des régimes successifs, nommés phases, ayant des teneurs brutes décroissantes.

Mise en place

Au lieu d'utiliser un aliment unique – souvent noté aliment standard – ayant des caractéristiques intermédiaires, on segmente l'alimentation en phases successives pour mieux répondre aux évolutions des besoins des animaux. Au cours du processus d'élevage, l'animal reçoit donc plusieurs aliments successifs avec des teneurs en azote et en phosphore plus proches de ses besoins ; l'alimentation est dite alors de type biphasé (deux phases), triphasé (trois phases) ou multi phase (deux aliments distribués en permanence mais dans des proportions variables).

L'objectif étant de limiter l'ingestion totale tout en satisfaisant les besoins nutritionnels des animaux, on augmente généralement la digestibilité des aliments par ajout :

- d'acides aminés (lysine, méthionine, thréonine, tryptophane...) qui entraîne une réduction des rejets azotés de phytases,
- de phosphates alimentaires inorganiques qui entraînent une réduction des rejets de phosphore (cf. fiche Alimentation en Phosphore)

Dans le cas du porc charcutier, les besoins en acides aminés et en protéines par rapport à l'énergie diminuent avec l'âge puisque la teneur en protéines du gain de poids diminue. Avec un aliment unique, on observe généralement un déficit d'acides aminés et de protéines en croissance et un excès en finition (Figure 1). L'utilisation d'un aliment plus riche en acides aminés et en matières azotées totales (MAT) en croissance (25 -65 kg) et d'un aliment moins riche en finition (65 kg – abattage) permet une meilleure adéquation des apports aux besoins de l'animal.

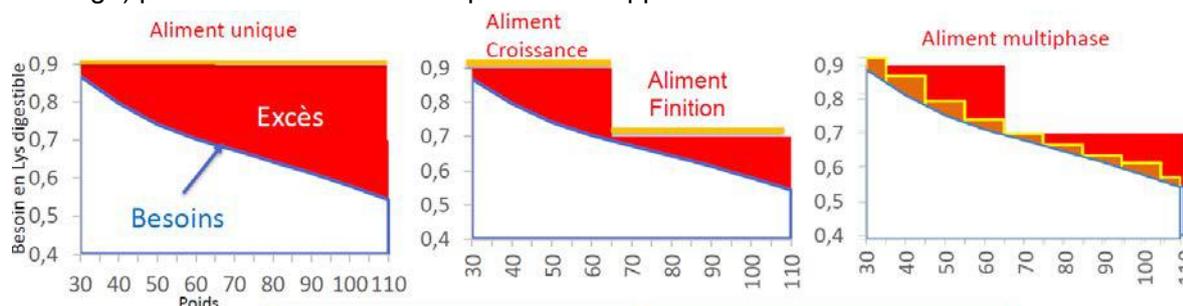


Figure 1 : Adéquation des apports aux besoins des animaux en fonction des stratégies nutritionnelles (exemple du porc charcutier)



Le principe est le même pour la truie. Les besoins des truies en lactation sont plus importants qu'une truie en gestation. L'alimentation en phases consiste alors à donner au moins deux aliments différents : un pour la gestation et un autre pour la lactation.

Bénéfices environnementaux

L'alimentation biphasé permet une diminution de l'excrétion d'azote (proche de 20%) et de phosphore (jusqu'à 30%) par les animaux. Cette réduction est fonction de la catégorie animale et de la teneur en MAT des aliments distribués. Le tableau 1 illustre la réduction des rejets en azote et en phosphore d'une stratégie nutritionnelle biphasé par rapport à un aliment standard selon les recommandations du RMT Élevage et Environnement (Dourmad *et al.*, 2016). La figure 2 illustre l'impact de la teneur en MAT des aliments sur l'excrétion azotée avec un aliment unique, un aliment biphasé et un aliment multiphasé (3 phases) chez le porc à l'engraissement.

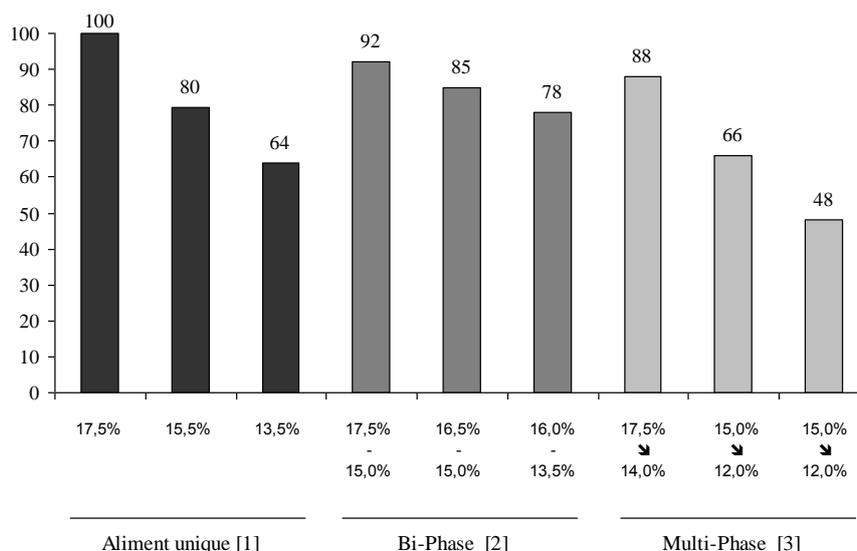


Figure 2 : Influence de la teneur en protéines de l'aliment et de la stratégie d'alimentation sur l'excrétion d'azote des porcs à l'engraissement (100 = excrétion avec un régime à 17,5% de protéines – RMT Élevage et Environnement, 2010).

Effets croisés

- **Ammoniac** : Du fait de la réduction de l'excrétion en azote par les animaux, l'alimentation multi-phase permet de limiter l'émission d'ammoniac sur toute la chaîne de gestion des effluents. Selon la stratégie alimentaire, le taux de réduction des émissions d'ammoniac peut varier entre 17 et 40% (Tableau 1)
- **GES** : la formulation de stratégies de type biphasé avec des teneurs en MAT inférieures à celles du CORPEN peut conduire à des réductions de 4% des émissions de CO₂ (Quiniou et Espagnol, 2017)
- **Eau** : une alimentation multi-phases s'accompagne généralement d'une réduction de la consommation en eau par les animaux et peut donc entraîner une réduction du volume des effluents (cf. fiche n° P17 - Techniques pour une utilisation efficace de l'eau – approche générale).
- **Réduction de l'intensité et de la fréquence des diarrhées chez les porcelets** : avec un aliment 1^{er} âge à 17% de protéines et un ratio lysine/énergie inférieure à 1,1 g de lysine digestible par MJ d'EN, la teneur en matière sèche des fèces est supérieure (+6 par rapport à un aliment à 19% - Gaudré, 2017)

Tableau 1 : Rejets azote (a) et phosphore (b) en fonction de la stratégie nutritionnelle et de la catégorie animale (synthèse d'après Dourmad *et al.*, 2015 – animaux élevés sur caillebotis intégral avec stockage des effluents en préfosse

(a) Azote

Catégorie animale	Stratégie nutritionnelle	Teneurs en protéines de l'aliment (en %)	Excrétion en kg N/an pour les truies et en N/porc	Rejets azotés en kg N/an pour les truies et en N/porc	Réduction des rejets azotés (en% par rapport au standard)
Truies repro ductrices	Aliment « mixte » standard	16,5	24,6	17,4	17,8
	Gestation biphase	14,0			
	Lactation biphase	16,5	20,3	14,3	
Post-sevrage	Aliment 1 ^{er} âge standard	21,0	0,44	0,44	11,3
	Aliment 2 ^{ème} âge standard	19,0			
	Aliment 1 ^{er} âge biphase	20,0	0,39	0,39	
	Aliment 2 ^{ème} âge biphase	18,0			
Engraissem ent	Aliment standard	17,5	3,17	3,17	18,0
	Aliment croissance biphase	16,0	2,60	2,60	
	Aliment finition biphase	15,0			

(b) Phosphore

Catégorie animale	Stratégie nutritionnelle	Teneurs en phosphore de l'aliment (en %)	Excrétion phosphore en kg P ₂ O ₅ /an pour les truies et kg P ₂ O ₅ /porc	Rejets phosphore en kg P ₂ O ₅ /an pour les truies et kg P ₂ O ₅ /porc	Réduction des rejets en phosphore (en % par rapport au standard)
Truies repro ductrices	Aliment « mixte » standard	0,65	14,1	14,1	22
	Gestation biphase	0,52	11,0	11,0	
	Lactation biphase	0,58			
Post-sevrage	Aliment 1 ^{er} âge standard	0,75	0,31	0,31	25,8
	Aliment 2 ^{ème} âge standard	0,65			
	Aliment 1 ^{er} âge biphase	0,65	0,23	0,23	
	Aliment 2 ^{ème} âge biphase	0,56			
Engraissem ent	Aliment standard	0,58	2,12	2,12	31,6
	Aliment croissance biphase	0,47	1,45	1,45	
	Aliment finition biphase	0,45			





Coûts

- L'alimentation en phase peut ne pas induire de coûts supplémentaires dans le cas, par exemple, d'une alimentation biphasé où la teneur en MAT des aliments est calée sur une stratégie biphasé de type CORPEN (exemple du porc charcutier : 16 % en croissance et 15 % en finition vs 17,5 % pour un aliment standard).
- La mise en œuvre d'une alimentation multiphase peut engendrer des coûts supplémentaires en termes de préparation et de distribution du mélange par rapport à un aliment unique.

Cependant, une étude de Quiniou et Espagnol. (2017) a montré que la formulation d'un aliment plus « pauvre en MAT » (15.5% en croissance et 12.8% en finition) que le régime biphasé CORPEN pouvait augmenter la marge alimentaire de 2,2 € par porc (91,7 vs 89,5 €/porc) sans altération des performances des animaux. Différents types de simulation ont été réalisés avec des objectifs de réduction des impacts environnementaux (cf. fiche n° PVB3 - Formulation d'éco-aliments).

Applicabilité

La formulation de l'aliment est développée au niveau des fournisseurs : il n'y a donc pas de contraintes spécifiques d'approvisionnement, sinon la nécessité de posséder au moins deux silos de stockage (cas de l'aliment biphasé ou de l'aliment multiphase avec deux aliments en proportions variables).

Une des limites d'applicabilité de cette technique est la connaissance des besoins des animaux. Avec l'augmentation du nombre de phases, la connaissance fine des besoins des animaux devient un paramètre essentiel dans la mise en œuvre de cette technique. La gestion nutritionnelle de groupe devient alors plus délicate d'autant que l'hétérogénéité du poids des animaux, à un même stade, augmente. La bonne connaissance des besoins des différentes catégories d'animaux incluant leurs hétérogénéités intra-catégories et une gestion optimisée des matières premières tant d'un point technique qu'économique, tendent alors vers l'alimentation de précision, alternative individuelle à la gestion nutritionnelle de groupe (cf. fiche n° P3 - Alimentation de précision).

Facteurs incitatifs

Les facteurs incitatifs à la mise en œuvre de cette technique sont essentiellement réglementaires (cf. fiche n° PVB20 - La réglementation des élevages porcins, bovins et avicoles).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 3b – alimentation multiphase au moyen d'aliments adaptés aux besoins spécifiques de la période de production, Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

Le BREF Élevage définit d'ailleurs des seuils d'excrétion (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED (+ 2 000 places de plus de 30 kg ou 750 emplacements de truies – Tableau 2).

Tableau 2 : Niveaux d'émission associés à la MTD 3

Catégorie animale	Excrétion azote (en kg N/place/an)
Truie (y compris les porcelets pour les truies allaitantes)	17,0 – 30,0
Porcelet post-sevrage	1,5 – 4,0
Porc charcutier	7,0 – 13,0

La mise en œuvre de l'alimentation biphasé en élevage de porcs permet aux éleveurs soumis à la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>) d'appliquer un facteur d'abattement de 0.17 sur le calcul des émissions par rapport à une alimentation standard.

Parce qu'elle réduit les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'alimentation multiphase est inscrite dans le Programme de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 Mai 2017).



Etat des lieux de l'application de cette technique

L'alimentation biphasée est assez largement appliquée en France sur les 4 catégories animales porcines. Cependant, les taux de MAT des aliments des différentes phases peuvent être différents de ceux recommandés par le CORPEN. Il apparaît envisageable de poursuivre la réduction des teneurs en azote des aliments distribués aux porcs charcutiers et aux porcelets en post-sevrage pour une excrétion réduite et donc une moindre émission d'ammoniac.

Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- ADEME, 2019. Fiche n°2 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – ajuster l'alimentation des porcins / pratique A : Choisir une alimentation multiphase. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Dourmad J.Y. (coord.), Levasseur P.(coord.), Daumer M., Hassouna M., Landrain B., Lemaire N., Loussouarn A., Salaün Y., Espagnol S., 2015. Évaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Élevages et Environnement, Paris, 26 pages. http://www.rmtelevagesenvironnement.org/references_rejets_porcs.htm
- Gaudré D., 2017. Réduire le taux de protéines pour moins d'antibiotiques. TechPorc Novembre-Décembre n°38
- Quiniou N., Espagnol S., 2017. Diminuer la teneur en protéine des aliments biphasés selon le prix des matières premières. TechPorc. Mars-Avril 2017 n°34, 3pp
- RMT Élevage et Environnement, 2010. Synthèse 2 : les stratégies d'alimentation des animaux au sein de l'exploitation et du territoire et leurs incidences environnementales. Elevages et environnement. Éditions Educagri/Quae. 259 pp
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Alimentation multiphase. 5 pages.



Existe aussi en



Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Rejets N et P
NH₃
GES



Alimentation de précision

Objectif et principe

L'alimentation de précision permet de nourrir les porcs individuellement avec des aliments adaptés en temps réel à leur profil de consommation et de croissance. Elle permet donc de réduire le gaspillage, d'optimiser l'efficacité alimentaire et donc de limiter les rejets en vue d'améliorer la compétitivité des élevages tout en réduisant leur empreinte environnementale.

Mise en place

L'alimentation de précision nécessite l'acquisition quotidienne et individuelle de données relatives aux animaux et un système « intelligent » de préparation et de distribution d'un mélange d'aliments aux caractéristiques nutritionnelles contrastées. Pour couvrir les besoins de chaque porc d'un groupe, l'alimentation de précision implique :

- Une bonne connaissance des besoins journaliers de chaque animal
- Une bonne évaluation des valeurs nutritionnelles des matières premières
- La formulation d'au moins deux aliments qui mélangés peuvent couvrir la gamme des besoins



En engraissement, dans la majorité des cas, deux aliments sont mélangés en vue d'obtenir une ration répondant aux besoins des porcs : le premier aliment a une teneur nutritive élevée pouvant combler les besoins en acides aminés des porcs les plus exigeants en début de croissance alors que le deuxième est plus pauvre pour combler les besoins des porcs les moins exigeants en fin de finition. L'animal qui se présente devant l'automate d'alimentation est identifié et il reçoit des doses d'aliment dont la quantité et la qualité est déterminée sur la base des informations collectées les jours précédents et notamment, le poids enregistré à chaque passage dans une station de pesée automatique. En système d'alimentation rationnée, l'accès à la zone d'alimentation est limité aux porcs qui n'ont pas consommé tout ou partie de leur ration quotidienne. Dans ce cas, tant que le porc est présent dans l'automate d'alimentation (DAC), il reçoit des doses d'aliment jusqu'à ce que la quantité maximale journalière allouée soit atteinte.

Lorsque le porc a consommé toute sa ration, il est poussé lentement hors du DAC par un vérin pneumatique pour laisser la place à un de ses congénères.



Des outils de calculs sont utilisés en vue d'apporter des réponses techniques aux différents impératifs de l'alimentation de précision notamment EvaPig® pour l'évaluation des valeurs nutritionnelles des matières premières, Porfal® pour la formulation d'aliments équilibrés, et plus récemment, dans le projet européen Feed a Gene, un système d'aide à la décision pour mettre en relation les données de phénotypage quotidiennes et les besoins des animaux estimés avec le modèle InraPorc.

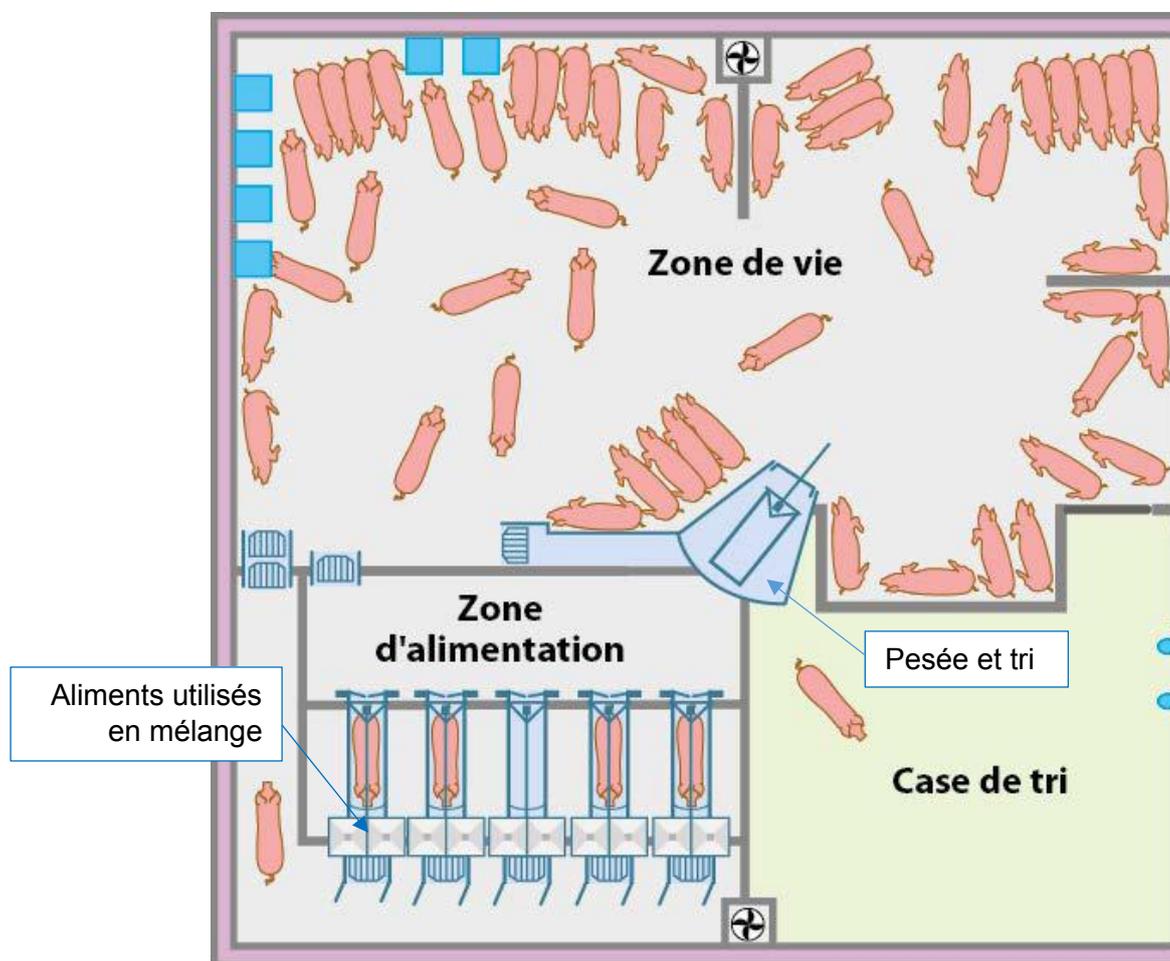


Figure 1 : Exemple d'organisation d'une salle d'alimentation de précision en mode rationné (Quiniou et al., 2017, 2018)

Bénéfices environnementaux

L'alimentation de précision combiné à la formulation d'aliment à teneur abaissée en protéines pour un même apport en acides aminés essentiels permet une diminution de l'excrétion d'azote jusqu'à 38% par rapport à un système conventionnel en trois phases (Pomar et al., 2010). Dans la majorité des essais publiés à ce jour, la précision est mise en œuvre par mélange de deux aliments contrastés par leur teneur en acides aminés afin d'améliorer l'efficacité des apports azotés et réduire les rejets en azote. Un troisième aliment est nécessaire pour envisager une plus grande précision simultanément sur le phosphore et l'azote.

Effets croisés

- **Ammoniac** : Du fait de la réduction de l'excrétion en azote par les animaux, l'alimentation de précision permet de limiter l'émission d'ammoniac sur toute la chaîne de gestion des effluents à des niveaux au moins équivalents à ceux de l'alimentation multiphase.
- **GES** : La réduction des GES par l'alimentation de précision n'a pas fait l'objet de publications spécifiques mais son niveau d'efficacité peut être apparenté à celui de l'alimentation multiphase.

- **Réduction du coût alimentaire** : l'alimentation de précision peut permettre des gains de 8 à 10 % du coût alimentaire par rapport à un système d'alimentation conventionnel (Pomar et al., 2010 ; Massabie, 2014).

Coûts

La mise en place d'une alimentation de précision reste aujourd'hui coûteuse et notamment pour les porcs charcutiers. L'utilisation de l'alimentation rationnée complexifie le dispositif pour s'assurer que les animaux ne volent pas la ration des autres. Dans une configuration élevage en case de 15 porcs il faut compter au moins 250 € porc. Ce coût va vraisemblablement diminuer du fait de la possibilité de peser les porcs par caméra pouvant faire chuter de plus de 100€ le prix de la place.

Applicabilité

- Ce type d'automate est aujourd'hui fonctionnel mais reste l'apanage des stations expérimentales du fait de son coût très élevé. Plusieurs équipementiers disposent de solutions en alimentation ad-libitum : Asserva, Schauer, Exafan, Nedap, Skiold...
- Généralement les DAC charcutier permettant le mélange de plusieurs aliments permettent de nourrir entre 12 et 25 porcs cela dépend du type de mesure de l'ingéré (pondérale ou volumétrique).

Même si ce type d'automate nécessite aujourd'hui un investissement important il pourrait se démocratiser comme l'alimentation biphase il y a quelques dizaines d'année et l'alimentation multiphase il y a tout juste quelques années. Il faut également souligner que ce type de technologie peut permettre de construire des outils de détection précoce de pathologie en surveillant le comportement alimentaire de chaque porc pouvant alors augmenter la rentabilité de l'investissement.

Facteurs incitatifs

En partant du principe que l'alimentation de précision est une variante de l'alimentation multiphase, cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 3b – alimentation multiphase au moyen d'aliments adaptés aux besoins spécifiques de la période de production, Santonia et al., 2017)

Pour les éleveurs soumis à la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>), le facteur d'abattement appliqué sera celui de l'alimentation biphase (cf fiche P2 Alimentation multiphase) c'est-à-dire un abattement de 0,17 sur le calcul des émissions par rapport à une alimentation standard.

Parce qu'elle réduit les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'alimentation de précision est inscrite dans le Programme de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 Mai 2017).

Etat des lieux de l'application de cette technique

L'alimentation de précision est une technique émergente qui concerne, à ce jour, très peu d'élevages de production.

Pour en savoir plus

- *Andretta I., Pomar C., Rivest J., Pomar J., Lovatto P.A., Radünz Neto J., 2014. Effet de l'alimentation de précision sur les performances, l'excrétion de nutriments et le coût d'alimentation du porc charcutier. 46ème Journée de la Recherche Porcine en France, 107-112. <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2014/alimentation/15A6.pdf>*





- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- CITEPA, 2019. Fiche n°2 a: Réduire les émissions de NH3 en ajustant l'alimentation des porcs. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 56 pages
- Massabie P., 2014. L'alimentation de précision, outil de demain pour diminuer le coût alimentaire. TechPorc n°17, Mai-Juin 2014.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G.-H., Pomar J., Lovatto P.A., 2009. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations. Rev. Bras. Zoot., 38, 226-237.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G.H., Pomar J., Lovatto P.A., 2010. Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient excretion in growing animals. In: Sauvart D., Milgen J., Faverdin P., Friggens N. (Eds.), Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals, 335-346. Wageningen Academic Publisher, Wageningen, NLD.
- Quiniou N., Ouine L., Marcon M., 2017. Reduction of the amino acids supplied in excess to the growing pig using a precision feeding device. In: Proc. Of the 68th EAAP annual meetin, Tallinn, Estonia, Oral communication, session 43.
https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/quiniou2018eaap-alimentation_de_precision.pdf
- Quiniou N., Marcon M., Brossard L., 2018. Precision feeding with a decision support tool dealing with daily and individual pigs' body weight. In: Proc. of the 69th EAAP annual meeting, Dubrovnik, Croatia, Oral communication, session 54. https://www.feed-a-gene.eu/sites/default/files/documents/quiniou_2018_EAAP_precision_feeding_decision_support_tool.pdf
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Différents outils sont actuellement disponibles pour estimer les besoins des porcs (InraPorc) et pour formuler les aliments (Porfal et EvaPig®) :

Evapig® est un outil de prédiction des valeurs énergétiques, d'acides aminés et de phosphore des matières premières et des aliments pour le porc en croissance et adulte développé par l'INRA et la société Ajinomoto Animal Nutrition Group. Parce que les caractéristiques chimiques des matières premières utilisées dans les usines d'aliment ou à la ferme varient selon la teneur en matière sèche, selon la variété cultivée, les conditions pédo-climatiques... elles influencent leurs valeurs nutritionnelles. Le logiciel Evapig® (téléchargeable gratuitement <http://www.evapig.com/x-home-fr>) permet de tenir compte de ces variations lors de la formulation.

Le logiciel Porfal diffusé par l'IFIP (<https://ifip.asso.fr/fr/content/porfal-de-lifip>) permet de formuler à moindre coût l'aliment. Le profil en matières premières obtenu dépend alors des valeurs nutritionnelles des matières premières disponibles, de leur prix d'intérêt et des contraintes de valeurs nutritionnelles permettant à l'aliment d'être en adéquation avec les recommandations et le stade de production ciblé.

InraPorc est un modèle nutritionnel du porc en croissance et de la truie qui rassemble l'ensemble des résultats de recherche actuellement disponibles sur l'évaluation des besoins nutritionnels et des concepts nutritionnels développés notamment à l'INRA de Saint-Gilles afin de les rendre accessibles aux professionnels de l'alimentation animale.

Contacts : nathalie.quiniou@ifip.asso.fr ; michel.marcon@ifip.asso.fr,
nadine.guingand@ifip.asso.fr.

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Alimentation de précision. 5 pages.



Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

NH₃

Utilisation d'acide benzoïque

Objectif et principe

L'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs permet de réduire le pH des urines conduisant ainsi à une réduction des émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments où sont stockées leurs déjections.

Mise en place

L'acide benzoïque est un acide carboxylique aromatique dérivé du benzène. Il est couramment utilisé comme conservateur alimentaire en alimentation humaine (E210) et est naturellement présent chez certaines plantes (airelles, myrtilles). Pour l'alimentation animale, l'acide benzoïque appartient à la catégorie « additifs zootechniques » et au groupe fonctionnel des « autres additifs zootechniques ».

L'acide benzoïque peut être incorporé dans l'alimentation des truies, des porcelets sevrés et des porcs charcutiers. Le taux d'incorporation diffère en fonction des stades physiologiques en accord avec les reconnaissances officielles de l'acide en tant qu'additif au niveau européen :

- Taux d'incorporation maximal de 0,5% pour les porcelets (Règlement d'exécution 2018/1550)
- Taux d'incorporation entre 0,5 et 1% pour les truies (Règlement d'exécution 2016/900, 2016) et les porcs charcutiers (Règlement d'exécution 2018/550, 2018)

L'incorporation d'acide benzoïque dans l'aliment est simple à réaliser et n'entraîne aucune modification structurelle de l'élevage qui souhaite la mettre en place.

Bénéfices environnementaux

L'incorporation de 1% d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers aboutit à une réduction des émissions d'ammoniac de 15 à 25% (Aarnink *et al.*, 2008 - Guingand *et al.*, 2005). Cette réduction des émissions d'ammoniac provient de la réduction du pH des urines observées dans de nombreuses études (Guingand *et al.*, 2005 - Plitzner *et al.*, 2006 - Aarnink *et al.*, 2008).

Aucun effet de l'incorporation d'acide benzoïque dans l'aliment des porcs charcutiers n'a été démontré sur les émissions de GES (Aarnink *et al.*, 2008).

Effets croisés

L'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation de porcs à l'engraissement améliore leurs performances zootechniques. Un récent rapport de l'EDSA FEEDAP Panel met en évidence une amélioration significative de 0,7 à 1 point de l'indice de consommation et de 5% du gain de poids sur des porcs charcutiers recevant une alimentation avec 3% d'acide benzoïque par rapport à des animaux recevant une alimentation standard (EFSA FEEDAP Panel, 2019). Bien que non mesuré dans l'étude, il est fort probable que l'amélioration de l'indice de consommation des porcs charcutiers recevant de l'acide benzoïque conduise à une réduction de l'azote excrété dans les effluents.



Coûts

- Coût en cours d'actualisation

Le coût de l'utilisation de cette technique est uniquement celui lié à l'acide.

Applicabilité

Cette technique est facilement applicable quelles que soient les modalités d'approvisionnement en aliments. L'acide benzoïque étant très généralement référencé chez les fabricants industriels d'aliment, il est aisé pour l'éleveur de solliciter son fournisseur pour l'incorporer dans l'aliment acheté. Pour les fabricants d'aliments à la ferme (FAF), l'incorporation d'acide benzoïque peut être réalisée avec le prémix lors de la fabrication de l'aliment.

L'acide benzoïque peut être introduit dans les aliments truies, porcelets et charcutiers en respectant les limites d'incorporation reconnues par les différents règlements d'exécution européens (cf. rubrique Mise en place, ci-dessus).

Facteurs incitatifs

Cette technique est reconnue officiellement comme une technique équivalente, en termes d'efficacité, à la MTD 30 de la version 2017 du BREF Élevage uniquement dans le cadre d'une incorporation à hauteur de 1% dans l'alimentation des porcs charcutiers (MTES, 2018 – cf. fiche n° PVB21 - Le BREF Élevage). Pour les installations classées relevant de la rubrique 3660 et soumises aux respects des NEA-MTD, cette technique ne peut donc être mise en œuvre que dans les élevages avec des porcs charcutiers.

Pour les installations de plus de 2 000 porcs de plus de 30 kg ou 750 emplacements de truies, (installations IED), l'utilisation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers permet aux éleveurs de bénéficier d'un facteur d'abattement de 16 % sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>).

État des lieux de l'application de cette technique

Cette technique se développe en France du fait de sa facilité de mise en place dans le contexte des contraintes imposées par le BREF Élevage sur les émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments abritant des porcs charcutiers.

Pour en savoir plus

- Aarnink A.J.A., Hol A., Nijeboer G.M., 2008. Ammonia emission factor for using benzoic acid (1% VevoVital®) in the diet of growing-finishing pigs. Report 133. Animal Sciences Group Wageningen UR.
- ADEME, 2019. Fiche n°2 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – ajuster l'alimentation des porcins /pratique B : Introduire de l'acide benzoïque. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- EFSA FEEDAP Panel (EFSA Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed), Bampidis V, Azimont G, Bastos ML, Christensen H, Dusemund B, Kouba M, Kos Durjava M, Lopez-Alonso M, Lopez Puente S, Marcon F, Mayo B, Pechov a A, Petkova M, Ramos F, Sanz Y, Villa RE, Woutersen R, Chesson A, Gropp J, Martelli G, Renshaw D, Lopez-G alvez G and Mantovani A, 2019. Scientific Opinion on the safety and efficacy of VevoVital®



- (benzoic acid) as feed additive for pigs for fattening. *EFSA Journal* 2019;17(6):5727, 10 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5727>.
- Guingand N., Demerson L., Broz J., 2005. Incidence de l'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers sur les performances zootechniques et l'émission d'ammoniac. 37^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France, 1 – 6.
 - Ministère de la Transition Écologique Solidaire, 2018. Avis du 22 octobre 2018 relatif à la reconnaissance des techniques d'efficacité équivalente aux meilleures techniques disponibles et à la fixation des valeurs limites d'émission en application de l'arrêté du 23 mars 2017 portant modification des prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n°2101 , 2102, 2111 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement. MTESS, Direction générale de la prévention des risques. 3 p.
 - Plitzner CHR., Schedle K., Wagner V., Etle T., Windisch W., 2006. Influence of adding 0.5 or 1% of benzoic acid on growth performance and urinary parameters of fattening pigs. *Slovak J.Anim.Sci.* 39 : 69-73.
 - Règlement d'exécution (UE) 2016/900 du 8 juin 2016 concernant l'autorisation de l'acide benzoïque en tant qu'additif pour l'alimentation des truies. *Journal Officiel de l'Union européenne* L152/18 du 09/06/2018.
 - Règlement d'exécution (UE) 2018/550 du 16 octobre 2018 concernant le renouvellement de l'autorisation de l'acide benzoïque en tant qu'additif pour l'alimentation des porcelets sevrés et des porcs à l'engraissement et abrogeant les règlements (CE) n°1730/2006 et (CE) n°1138/2007. *Journal Officiel de l'Union européenne* L260/3 du 17/10/2018.
 - Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485.
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Utilisation d'acide benzoïque. 3 pages.



Évacuation gravitaire des lisiers

Objectif et principe

Le stockage des lisiers dans les préfosse est responsable de la majeure partie des émissions gazeuses au niveau du bâtiment. L'objectif de la technique est donc de réduire ces émissions en évacuant fréquemment les effluents vers un ou des ouvrages de stockage extérieur.

Dans le cas de l'évacuation gravitaire, le transfert des lisiers de la préfosse vers la fosse de stockage extérieur se fait uniquement par dépression.

Mise en place

La vidange du lisier est assurée par des sorties installées au fond de la préfosse et reliées entre elles à un système d'évacuation général (Figure 1). Le lisier s'évacue par ouverture de vannes au niveau de la gaine de collecte de la salle. La vidange s'effectue grâce à la mise en place d'un léger vide permettant d'évacuer le lisier vers une unité extérieure de stockage. Le rythme de vidange de la préfosse peut être fonction de sa capacité de stockage ou des objectifs de réduction des émissions d'ammoniac que se fixe l'éleveur (cf. rubrique Bénéfices environnementaux ci-après).

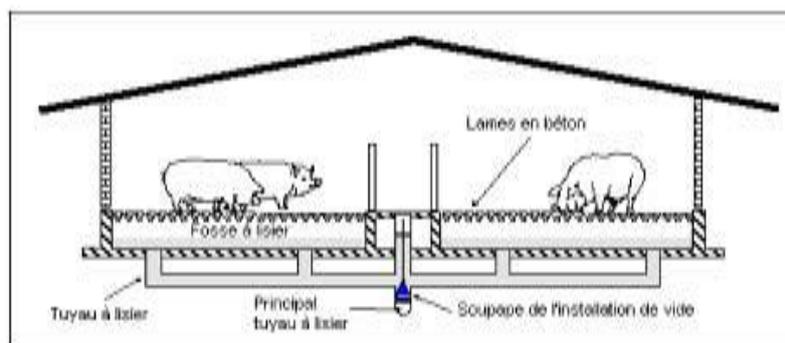


Figure 1 : Bâtiment avec sol en caillebotis intégral et système d'évacuation gravitaire

(traduit de Santonia et al., 2017)

La mise en place de cette technique est réalisable dans la grande majorité des porcheries existantes sous réserve de capacité de stockage extérieur suffisant.

Bénéfices environnementaux

L'évacuation des déjections par gravité permet de réduire d'au moins 20% les émissions d'ammoniac avec une vidange effectuée tous les 15 jours pour des porcs à l'engraissement.

Effets croisés

Dans de nombreuses situations, le volume global de stockage des effluents produits sur l'exploitation est calculé en sommant le volume des préfosse et des unités de stockage extérieur. La mise en place de vidanges fréquentes réduit la part des préfosse dans le calcul global du stockage et peut engendrer une augmentation des capacités de stockage extérieur nécessaires.

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Coûts

Le coût de cette technique est donc celui des capacités de stockage extérieur supplémentaires.

Applicabilité

L'augmentation de la fréquence des vidanges par gravité est applicable dans la grande majorité des bâtiments d'élevage existants. Dans ces derniers, l'évacuation gravitaire nécessite l'intervention humaine au début et à la fin de la vidange de chaque préfosse.

Les limites d'application de cette technique sont liées aux capacités de stockage extérieur de l'exploitation. Des limites supplémentaires d'applicabilité sont imposées pour les installations relevant de la rubrique 3660 (cf. rubrique Facteurs incitatifs, ci-après)

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 30a1 – système de vide pour l'évacuation fréquente du lisier (dans le cas d'un sol en caillebotis intégral ou en caillebotis partiel, Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302) pour la réduction des émissions d'ammoniac :

- pour les bâtiments dits existants au regard du BREF 2017 (cf. fiche n°PVB21 - Le BREF Élevage), si cette technique est couplée avec une autre mesure d'atténuation (exemples : techniques de gestion nutritionnelle, système de traitement de l'air, acidification du lisier, refroidissement du lisier),
- pour les bâtiments dits neufs au regard du BREF 2017 (cf. fiche n°PVB21 - Le BREF Élevage), si cette technique est couplée avec un système de traitement de l'air ou de refroidissement ou d'acidification du lisier.

L'évacuation fréquente des effluents vers un ouvrage extérieur de stockage permet aux éleveurs la pratiquant de bénéficier d'un facteur d'abattement sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>). L'abattement est fonction de la fréquence d'évacuation :

- pour une vidange tous les 15 jours, un abattement de 15% sur les émissions d'ammoniac est appliqué par rapport à un stockage sur toute la durée de présence des animaux,
- pour une vidange au moins 2 fois par semaine, un abattement de 25% sur les émissions d'ammoniac est appliqué par rapport à un stockage sur toute la durée de présence des animaux.

État des lieux de l'application de cette technique

Cette technique se développe en France du fait des contraintes imposées par le BREF Élevage sur les émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°5 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Adapter la gestion des fumiers/lisiers au bâtiment - cas des bâtiments porcins / Pratique A : Limiter le temps de présence des lisiers au bâtiment. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>

- Guingand N., 2000. Influence de la vidange des préfosse sur l'émission d'ammoniac et d'odeurs dans les porcheries d'engraissement. Résultats préliminaires. 32^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France, 83-88.
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/02048 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Évacuation gravitaire des lisiers. 3 pages.





Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

NH₃
Odeurs
Rejets N et P
Énergie

Evacuation mécanique des lisiers

Objectif et principe

Le stockage des lisiers dans les préfosse est responsable de la majeure partie des émissions gazeuses au niveau du bâtiment. L'objectif de la technique est donc de réduire ces émissions en évacuant fréquemment les effluents vers un ou des ouvrages de stockage extérieur.

Dans le cas de l'évacuation mécanique, le transfert des lisiers de la préfosse vers la fosse de stockage extérieur se fait par un racleur à plat ou en V. Dans le cas du raclage en V, l'action mécanique d'évacuation est couplée à une séparation précoce des urines et des fèces, limitant l'action de l'urée sur l'urée présente dans l'urine.

Mise en place

Le système de raclage, constitué d'un rabout tiré par un câble ou une chaîne, est installé dans la préfosse et entraîne les lisiers hors du bâtiment d'élevage. Il existe deux types de racleurs : les racleurs à plat et les racleurs en V.

Pour les racleurs à plat : le couloir de raclage est placé à l'horizontal. Le mélange urine-fèces est évacué à une fréquence comprise entre 1 et 6 fois par jour vers un caniveau de stockage souvent situé dans la salle.

Pour les racleurs en V : le fond de la préfosse est en forme de V avec deux pentes transversales dont l'inclinaison est comprise entre 5 et 9%. Le racleur, en forme de V, possède en son milieu, une gouttière qui permet de recueillir les urines (Photo 1). Une pente longitudinale sur la longueur du bâtiment de 0,4 à 1% permet l'écoulement en continu du liquide. La fréquence d'évacuation de la partie solide par raclage est comprise entre 3 et 8 fois par jour.

Pour ces deux techniques, une attention particulière doit être portée sur la qualité du sol de la préfosse qui va conditionner la qualité du raclage. Le racleur doit être en contact le plus étroit possible avec le sol pour permettre une évacuation efficace des déjections solides. La qualité de ce contact est conditionnée par la régularité des sols et l'obtention d'une surface lisse et uniforme. En présence de rugosités, le racleur va étaler, voire écraser, les fractions solides en fond de fosse réduisant l'efficacité du système pour l'ammoniac et surtout favorisant les émissions d'odeurs. Dans le cas des racleurs en V, les fonds de préfosse sont composés d'éléments préfabriqués (Photo 2), ce qui assure un respect des pentes et de la qualité des surfaces.

Le choix des matériaux est important car le racleur et les câbles sont en contact direct et prolongé avec le lisier. On privilégiera l'utilisation de câbles en acier inoxydable.





Photo 1 : vue du racleur en V sous caillebotis (à gauche) et stockage intermédiaire de la fraction solide (à droite)(crédits photos : IFIP Institut du Porc)

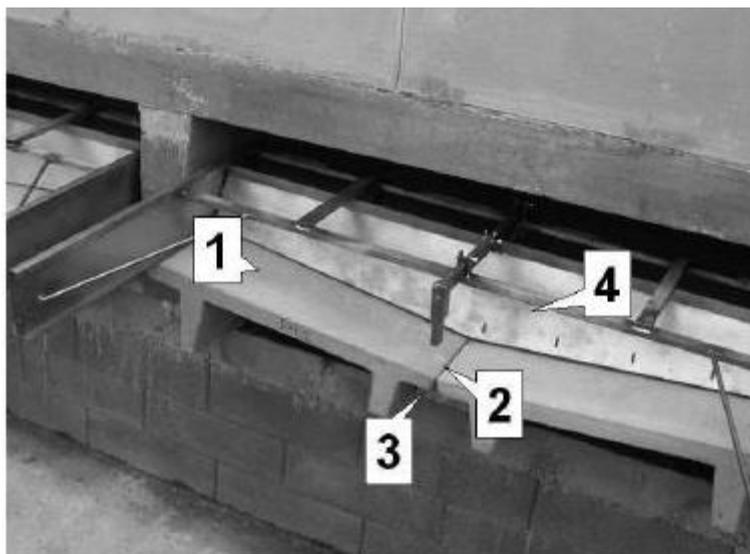


Photo 2 : raclage en V. Le fond de fosse est composé de 2 éléments préfabriqués avec une pente transversale de 8 %(1) séparés par une fente étroite de 0,5 cm(2). La gouttière (3) est installée en-dessous de la fente pour recueillir la fraction liquide des déjections. Les parties solides sont évacuées par le racleur (4) - Source : Ramonet et al., 2007

Un obus est présent dans la gouttière et relié au racleur par une lame en inox qui permet ainsi de décolmater la fente de la gouttière à chaque passage du racleur.

Bénéfices environnementaux

- **Ammoniac** : Le raclage des effluents hors du bâtiment permet de réduire les émissions d'ammoniac au niveau du bâtiment grâce à la réduction de la durée de stockage. Pour le raclage en V, la séparation des urines et des fèces permet de limiter l'action de l'uréase – présente dans les fèces – sur l'urée – présente dans les urines, et ainsi contribue activement à la réduction des émissions d'ammoniac. Une réduction de 40 à 50 % des émissions d'ammoniac peut être obtenue avec du raclage en V par rapport à un stockage des effluents en préfosse sur la durée de présence des animaux (Guinand *et al.*, 2017, Landrain *et al.*, 2009). On considère qu'avec du raclage en V, l'émission d'ammoniac représente environ 15% de l'azote excrété (Dourmad *et al.*, 2015 – Levasseur et Guinand, 2014). L'augmentation du nombre de raclage par jour (jusqu'à 13 fois) contribue à réduire l'émission d'ammoniac avec des abattements de 56 % (Loussouarn *et al.*, 2014a).
L'approche sur la chaîne globale de gestion des effluents doit cependant être réalisée (cf. rubrique Effets croisés, ci-après)
- **GES** : Concernant les GES, la mise en place du raclage en V permet la réduction de 10 % des émissions de méthane par rapport à un stockage classique en préfosse (Lagadec *et al.*, 2011).



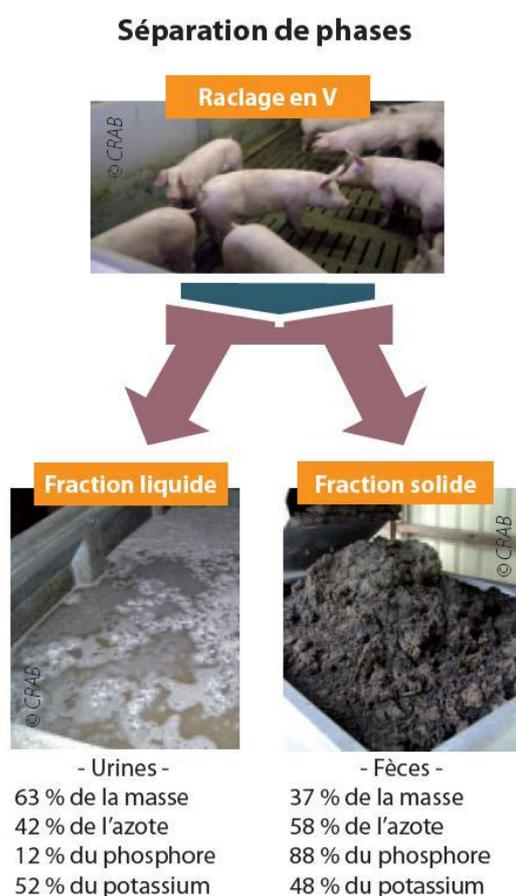


- **Rejets d'azote** : L'amélioration des performances des animaux et la réduction des émissions d'ammoniac a conduit à l'établissement de nouvelles normes de rejets pour les porcs à l'engraissement élevés sur racler en V (Tableau 1).

Tableau 1 : Rejets pour les porcs charcutiers élevés sur raclage en V (Dourmad *et al.*, 2015)

	Sans compostage		Avec compostage	
	Alimentation standard ⁽¹⁾	Alimentation biphase ⁽²⁾	Alimentation standard ⁽¹⁾	Alimentation biphase ⁽²⁾
Excrétion (kg/porc)	4,25	3,47	4,25	3,47
Lisier d'engraissement (31-118 kg) (kg/porc)	3,38	2,76	2,90	2,37
<i>Par kg de différence de poids d'abattage</i>	<i>0,039</i>	<i>0,032</i>	<i>0,033</i>	<i>0,027</i>
Dont phase solide	1,92	1,57	1,44	1,18
Dont phase liquide	1,46	1,19	1,46	1,19

(1) Standard à 17,5 % de MAT (2) croissance : 16% et finition : 15 % (60% d'aliment finition)



Gestion des effluents : la mise en place d'un raclage en V permet de différencier la gestion des fractions solide et liquide. La quantité de solide collecté est d'environ 1 kg par porc et par jour alors que la quantité d'urine collectée s'élève à 3,1 kg par porc et par jour. Cette quantité peut varier en fonction du système d'abreuvement et d'alimentation. La séparation de phase a pour conséquence de concentrer près de 60 % de l'azote, 90 % du phosphore et près de 50 % du potassium dans la fraction solide qui représente environ 40% de la masse (Loussouarn *et al.*, 2014). Cette fraction solide peut ensuite être compostée ou méthanisée (cf. fiche n°PVB10 - Compostage fumier et fiche PVB9 – Traitement anaérobie du lisier/fumier dans une unité de méthanisation). La séparation de phase permet ainsi de réduire la surface d'épandage nécessaire.

Figure 1 : impact de la séparation de phases sur la composition des fractions liquide et solide du lisier (Loussouarn *et al.*, 2014)

Effets croisés

Pour la réduction des émissions de composés azotés, l'optimisation de l'utilisation du raclage réside dans la méthanisation des fractions solides et liquides. La combinaison raclage + méthanisation permet de mieux conserver l'azote jusqu'à l'épandage par rapport à la mise en place du raclage seul (0,84 kg d'azote par porc sur la chaîne bâtiment/stockage vs 1,52 kg pour le raclage



uniquement – Lagadec *et al.*, 2019). La comparaison lisier stocké/raclage sur la chaîne bâtiment/stockage aboutit aux mêmes niveaux d'émissions d'ammoniac (1,02 kg N-NH₃ par porc – Lagadec *et al.*, 2019) ; le compostage de la fraction solide conduit à une émission conséquente d'ammoniac pendant cette phase de stockage.

Les effluents issus du raclage produisent plus de méthane du fait d'une teneur plus élevée en matière organique et d'une matière organique plus méthanogène. Il est donc ingénieux de combiner le raclage en V avec la méthanisation pour obtenir une meilleure valorisation des effluents d'un point de vue énergétique.

Coûts

Le coût d'investissement du raclage varie entre 100 et 150 € par place de charcutier selon le type de bâtiment et le contrat choisi par l'éleveur. Dans certaines configurations, le fournisseur du racleur peut proposer un contrat de reprise pour la fraction solide du lisier. Le coût de fonctionnement est, lui aussi très variable mais serait inférieur à 5€ par place de charcutier.

Applicabilité

Sur des bâtiments neufs, la largeur des salles peut être conditionnée par la largeur des racleurs.

Il est plus simple d'installer ce type d'équipement sur des bâtiments neufs. La mise en œuvre sur des bâtiments existants est cependant possible mais délicate du fait des circuits des différents fractions (solides et liquides).

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 30a3 – Racleur pour l'évacuation fréquente du lisier (dans le cas d'un sol en caillebotis intégral ou en caillebotis partiel, Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

La mise en place d'un système de raclage des effluents permet aux éleveurs de bénéficier d'un abattement de 45% sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>).

État des lieux de l'application de cette technique

Cette technique se développe en France du fait des contraintes imposées par le BREF Élevage sur les émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments. De plus, cette technique est considérée comme une alternative au traitement dans les zones à forte densité d'élevage où les surfaces d'épandage sont réduites.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°5 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Adapter la gestion des fumiers/lisiers au bâtiment - cas des bâtiments porcins / Pratique A : Limiter le temps de présence des lisiers au bâtiment. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Dourmad J.Y. (coord.), Levasseur P.(coord.), Daumer M., Hassouna M., Landrain B., Lemaire N., Loussouarn A., Salaün Y., Espagnol S., 2015. Évaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Élevages et Environnement, Paris, 26 pages. http://www.rmtelevagesenvironnement.org/references_rejets_porcs.htm

- Guingand N., Levasseur P., Convers B., Prevost P., 2017. Ammonia, nitrous oxide, methane emissions and v-shaped scraping system – Field-study in a growing-finishing piggery in Britain. Emili 2017, St Malo, 21-24 May.
 - Lagadec S., Toudic A., Decoopman B. Espagnol S., Richard R., Genermont S., Trochard R., Voylokov P., Hassouna M., 2019. Évaluation des pertes d'azote et de carbone de filières de gestion de déjections porcines associées au raclage en V. Emission d'ammoniac et de GES au bâtiment, stockage et compostage des effluents produits, valorisations énergétique et agronomique. 51^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France : 175-180 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2019/environnement/env02.pdf>
 - Landrain B., Ramonet Y., Quillien J.P., Robin P., 2009. Incidence de la mise en place d'un système de raclage en « V » en préfosse dans une porcherie d'engraissement sur caillebotis intégral sur les performances zootechnique et les émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote. 41^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France, 259-264 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2009/enviro/env01.pdf>
 - Levasseur P., Guingand N., 2014. Raclage des lisiers en V : évaluation des effets environnementaux. Bilan d'activité IFIP 2014.
 - Loussouarn A., Lagadec S., Derrien R., Landrain P., 2014. Raclage en V à Guernévez : bilan après sept ans de fonctionnement. TechPorc Mai-Juin n°17 : 23-25.
 - Loussouarn A., Lagadec S., Robin P., Hassouna M., 2014. Racle en « V » : bilan environnemental et zootechnique lors de sept années de fonctionnement à Guernevez. 46^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France : 199-204 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2014/environnement/3E3.pdf>
 - Ramonet Y., Guivarch C., Dappelo C., Robin P., Laplanche A., Prado N., Amrane A., Meinhold J., Ochoa J.C., Li Y et Callarce J., 2007. Le lisier frais : évacuation fréquente des lisiers des procheres. Faisabilité technique et conséquences environnementales. Journées Recherche Porcine, 39, 175-180. <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2007/env/env05.pdf>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche P7 Évacuation mécanique des lisiers. 5 pages.



Evacuation hydraulique des lisiers - Flushing

Objectif et principe

Le stockage des lisiers dans les préfosse est responsable de la majeure partie des émissions gazeuses au niveau du bâtiment. L'objectif de la technique est donc de réduire ces émissions en évacuant fréquemment les effluents vers un ou des ouvrages de stockage extérieur.

Dans le cas de l'évacuation mécanique, le transfert des lisiers de la préfosse vers la fosse de stockage extérieur se fait par une fraction liquide (eau, urine), on parle alors de flushing ou de chasse d'eau.

Mise en place

Les déjections produites par les animaux sont évacuées hors du bâtiment à l'aide d'une fraction liquide. Dans la majorité des cas, elle est obtenue à partir du lisier par une séparation de phase plus ou moins élaborée, issue ou non d'un procédé de traitement des déjections. Les différences entre les systèmes existants en élevages portent sur les aménagements des sols et des préfosse et sur l'origine de la fraction liquide.

Construction de caniveau dans la préfosse :

À partir de simples murets en parpaings (hauteur 20 cm), la préfosse est alors organisée en chenaux créant un circuit de transfert des déjections et de la fraction liquide vers l'extérieur du bâtiment. Des réservoirs sont installés en bout de caniveau pour stocker la fraction liquide nécessaire. L'opération d'évacuation ou de « chasse » peut être répétée entre 4 et 6 fois par jour.

Caniveaux sous caillebotis :

Il s'agit de caniveaux ondulés de section en forme de « V » ou semi-circulaires installés dans les préfosse sous les caillebotis (Photo 1). La largeur des caniveaux peut être comprise entre 20 et 40 cm avec une pente entre 40 et 80°. La bonne évacuation des déjections est conditionnée par la régularité des caniveaux ainsi que leurs aspects lisses. Dans la majorité des cas, les caniveaux sont réalisés en béton. La fraction liquide est apportée dans chaque gouttière soit par des descentes avec électrovannes ou soit avec des systèmes de déversoirs constitués de bac avec déport de charge (Figure 1).



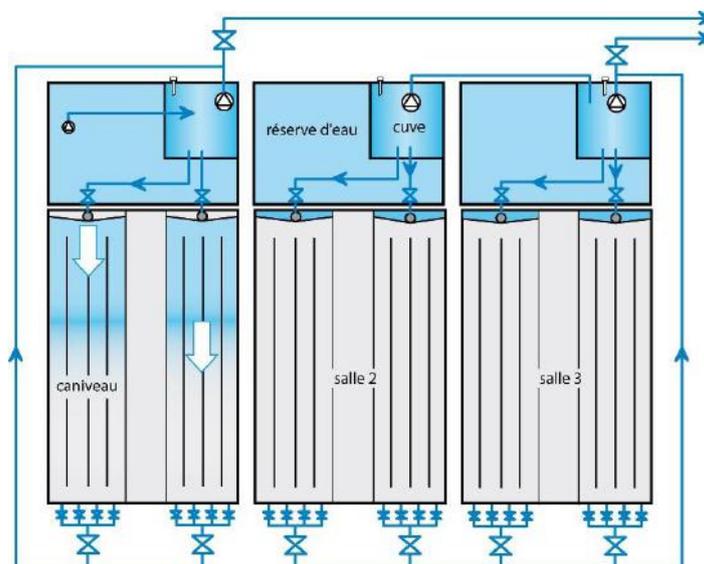


Figure 1 : Schéma illustrant le fonctionnement d'un système de flushing avec caniveaux
(Source : IFIP)

Gouttières :

Le sol est composé de gouttières en plastique de 10 cm de largeur pour 15 cm de hauteur, noyées dans le béton du sol (Photo 1). Les gouttières sont ouvertes au niveau du sol par une fente d'un peu plus de 2 cm de large. Les gouttières sont installées parallèlement les unes aux autres tous les 20 cm. Le sol peut être mis en place avec une pente de 1 à 2 %. Les déjections sont évacuées par le passage d'un liquide pulsé par des injecteurs situés dans chacune des gouttières. La fréquence d'évacuation des déjections est de 2 à 5 fois par jour.



Photo 1 Caniveaux sous caillebotis (photo de gauche) et Gouttières dans le sol (photo de droite) Source : Chambre d'Agriculture de Bretagne

Pour tous ces systèmes, la fraction liquide utilisée pour le flushing est issue du lisier. Selon les auteurs, les volumes à utiliser sont variables, entre 15 et 60 litres par porc et par jour.

Le lisier subit une séparation de phases plus ou moins élaborée (grille de séparation simple jusqu'à la fraction liquide résultant d'une unité de traitement biologique) dont l'efficacité va conditionner l'efficacité du système sur la réduction des émissions d'ammoniac.

Bénéfices environnementaux

Emissions d'ammoniac : selon les études, l'efficacité de l'évacuation des déjections par fraction liquide varie entre 20 et 30% de réduction par rapport à un stockage des effluents en préfosse en fonction de la qualité de la fraction liquide (Guingand et al., 2011 - Espagnol et al., 2015)

Effets croisés

Consommation énergétique : les pompes nécessaires à l'acheminement de la fraction liquide consomment de l'énergie proportionnellement à leurs puissances.

Coûts (données 2010)

L'installation d'un système de flushing ou d'un gisoir dans une salle d'engraissement neuve coûte 15 à 20 % plus cher qu'un système classique.

Le coût indicatif pour l'investissement d'un logement neuf appliquant cette technique est donc estimé entre 12 et 16 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit (14 ct d'€/kg de porc charcutier en moyenne) (gisoir drainant, source : Cooperl ; système de flushing, source : BM Nord élevage).

Ce prix a été calculé d'après des fourchettes de coût par place d'un système classique (source : IFIP, 2008), et en tenant compte d'un amortissement de l'équipement sur 10 ans (hors frais financier et hors subventions).

Il faut également prévoir le coût des consommations d'énergie liées au fonctionnement des pompes et injecteurs.

Applicabilité

Il est très difficile d'installer ce type d'équipement sur des bâtiments existants du fait des circuits des effluents et des fractions liquides.

L'exigence des contraintes sanitaires de la conduite en bande oblige à respecter le principe de « marche en avant » y compris pour la fraction liquide servant au flushing. Seuls les systèmes de flushings couplés à des unités de traitements des lisiers permettant l'utilisation des eaux de lagunage (considérées comme aseptisées) peuvent échapper à cette règle.

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 30a4 – Évacuation fréquente du lisier par chasse (dans le cas d'un sol en caillebotis intégral ou en caillebotis partiel, Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

La mise en place d'un système de raclage des effluents permet aux éleveurs de bénéficier d'un abattement de 25% sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>).

Etat des lieux de l'application de cette technique

Cette technique est peu développée en France

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°5 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Adapter la gestion des fumiers/lisiers au bâtiment - cas des bâtiments porcins / Pratique A : Limiter le temps de présence des lisiers au bâtiment. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>



- Espagnol S., Guingand N., Genermont S., Hassouna M., 2015. Efficacité sur les émissions gazeuses d'itinéraires techniques en élevage porcin intégrant des bonnes pratiques environnementales. Journées de la Recherche Porcine, 47. 171-176 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2015/enviro/04E.pdf>
- Guingand N., Lebas N., Granier R., 2011. Incidence of recirculation liquid on gas emitted by piggeries equipped with flushing systems. International Congress on Animal Hygiene, 03-07 July, Vienna, Austria. 4p
- Ramonet Y., 2003. Gisoir drainant, pour un sanitaire irréprochable. Atout Porc Bretagne, n°17, pages 34-35.
- Ramonet Y., Guivarch C., Dappelo C., Robin P., Laplanche A., Pradon., Amrane A., Meinhold J., Ochoa J.C., Li Y., Callarec J., 2007. Le lisier frais : évacuation fréquente des lisiers en porcheries – faisabilité technique et conséquences environnementales. Journées de la Recherche Porcine, 39, pages 31-42. <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2007/env/env05.pdf>
- Ramonet Y., Guivarch C., Landrain B., Robin P., Amrane A., Ochoa J-C., 2007. Évacuer fréquemment les lisiers des porcheries avec les techniques du lisier frais. TechniPorc vol 30, n°2, pages 31-40.
- Ramonet Y., Laude J., 2005. Le gisoir drainant : une technique d'évacuation régulière des lisiers en élevage porcin. Rapport d'étude, Chambre d'Agriculture de Bretagne, 67 p.
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Évacuation hydraulique des lisiers. 4 pages.





Lisier flottant

Objectif et principe

L'objectif de cette technique est de réduire les émissions gazeuses au niveau du bâtiment et de faciliter l'évacuation des effluents vers un ouvrage de stockage extérieur.

Le principe de la technique repose sur l'existence d'une couche d'eau en fond de préfosse permettant aux effluents de ne pas sédimenter en fond de préfosse (facilite l'évacuation) et favorisant la solubilisation de l'ammoniac et des composés odorants des effluents.

Mise en place

Pour des porcs à l'engraissement, un volume total de 90 litres par porc est placé en fond de préfosse avant l'entrée des animaux dans la salle. La mise en place de l'eau peut se faire simplement à l'aide d'un tuyau relié au système de distribution en eau du bâtiment. Il est aussi possible de fractionner les apports : 30 litres avant l'entrée des porcs en engraissement et 60 litres au moment du changement d'aliment – dans le cas d'une alimentation biphase (cf. fiche n°P2 - Alimentation multiphase). Cependant, en cas d'apports fractionnés, il sera nécessaire de vidanger la préfosse avant l'apport des 60 litres.

Il est aussi possible d'utiliser les eaux de lavage des salles pour cette technique. On veillera cependant à n'utiliser que les eaux de rinçage en vue d'obtenir des eaux les moins souillées possibles.

Les recommandations du BREF Élevage (Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302) quant aux volumes d'eau nécessaire pour cette technique sont de 120 à 150 mm d'eau en fond de préfosse. Sur une base de 0,65 m² par place de porc charcutier, ces hauteurs correspondent à des valeurs de 80 à 100 litres d'eau par porc. Pour du post-sevrage, ces mêmes hauteurs correspondent à des valeurs de 45 à 60 litres pour une surface de 0,40 m² par porc.

Bénéfices environnementaux

La technique du lisier flottant permet de réduire de 20 à 30 % les émissions d'ammoniac des bâtiments abritant des porcs charcutiers (Guinand et Courboulay, 2019).

Effets croisés

Cette technique agit aussi sur les odeurs avec une réduction des émissions d'odeurs de 20 à 30% pour les bâtiments abritant des porcs charcutiers (Guinand et Courboulay, 2019).

Le volume des effluents produits par porc augmente de manière quasi-proportionnelle lorsqu'il y a apport d'eau propre. Lorsque les dernières eaux de lavage sont utilisées, il n'y a aucune augmentation de volume ; les eaux de lavage étant classiquement évacuées du bâtiment vers les ouvrages extérieurs de stockage.



Coûts

Le coût de la technique est constitué du coût de l'eau et du temps de mise en place. Lors de l'utilisation des dernières eaux de lavage et/ou d'eaux de forage, le coût de l'eau est alors nul. Le temps de mise en œuvre peut être variable principalement en fonction du débit d'eau de l'exploitation. Le tableau 1 donne, à titre indicatif, le temps nécessaire la mise en œuvre de la technique sur une base de 90 litres par porc en un apport et pour une salle de 150 porcs.

Tableau 1 : Temps pour une salle de 150 porcs

Débit (en l/mn)	Temps pour 90 litres (en mn)	Tempos pour une salle de 150 places (en heure)
10	9	22,5
20 à 30	3 à 4,5	Entre 7,5 et 11,25
40 à 60	1,5 à 2,25	Entre 5,6 et 3,75
70 à 90	1 à 1,3	Entre 2,5 et 3,2

Le paramètre temps peut être conséquent. Il est donc vivement conseillé d'effectuer ce remplissage de nuit permettant à la fois de gagner du temps et de s'affranchir de variations de débits (nettoyage de salle, abreuvement des animaux, préparation de la soupe....).

Applicabilité

La technique du lisier flottant est adaptable à la très grande majorité des bâtiments existants. Sa mise en œuvre ne nécessite pas de modifications des structures internes des bâtiments. Cependant, l'utilisation d'eau conduit à une augmentation des volumes d'effluents produits (jusqu'à 20%). Il faudra donc veiller à adapter les capacités de stockage en conséquence. Néanmoins, cette augmentation de volume d'effluents peut être en partie – en fonction des régions – compensée par la réduction des eaux de pluies collectées dans la fosse de stockage si mise en place de couverture (cf. fiche PVB6 - Couverture rigide de fosse et cf. fiche PVB7 – Couverture souple de fosse). Cette combinaison lisier flottant-couverture de fosse doit permettre de limiter les pertes d'azote sous forme gazeuse au bâtiment et au stockage tout en réduisant les volumes d'effluents à épandre, assurant ainsi une qualité fertilisante des effluents épandus.

En vue de limiter le temps consacré au remplissage des salles, il est possible d'envisager une distribution d'eau à partir d'une électrovanne qui pourrait être programmée via le boîtier de régulation de la salle.

Facteurs incitatifs

Les facteurs incitatifs à la mise en œuvre de cette technique sont essentiellement réglementaires (cf. fiche PVB20 – la réglementation des élevages porcins, bovins et avicoles).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 30 a13 – Collecte des effluents d'élevage dans l'eau - Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302) applicable uniquement aux porcelets en post-sevrage et aux porcs charcutiers.

La mise en œuvre de la technique du lisier flottant en élevage de porcs permet aux éleveurs soumis à la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>) d'appliquer un facteur d'abattement de 0,20 sur le calcul des émissions par rapport à un stockage des effluents en préfosse sur la durée de présence des animaux.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Les contraintes imposées par le BREF Elevage 2017 sur les émissions d'ammoniac des porcheries ont favorisées le développement de cette technique particulièrement sur des bâtiments existants.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°5 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Adapter la gestion des fumiers/lisiers au bâtiment - cas des bâtiments porcins / Pratique D : Gérer la préfosse en lisier flottant. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 72 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Guingand N., Courboulay V., 2019. Effet du fractionnement des apports d'eau dans la technique du lisier flottant pour réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs en engraissement. 51ème Journées de la Recherche Porcine en France : 181-186 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2019/environnement/env03.pdf>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Lisier flottant. 3 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelets post-sevrage
Porcs charcutiers

Impacts

NH₃
Odeurs

Logement sur litière

Objectif et principe

L'objectif de cette technique est de réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs en provenance des bâtiments d'élevage. La litière est composée d'un substrat riche en carbone (paille dans la majorité des cas ou d'autres matériaux lignocellulosiques) sur lequel les porcs vivent et apportent leurs déjections. Dans la litière, les déjections sont transformées comme lors d'un compostage. L'évolution de la litière est fonction de son humidité et de sa porosité libre à l'air. Pour que la litière fonctionne correctement, eau, carbone et azote sont nécessaires. Le carbone apporté par le substrat facilite les réactions microbiennes de stabilisation de la matière organique. La perte d'azote par la litière augmente lorsque le rapport carbone/azote diminue. L'abondance d'azote et d'eau, apportés principalement par les déjections, favorise l'accumulation d'azote minéral, souvent sous forme ammoniacale. L'eau est nécessaire au fonctionnement microbien mais son excès ralentit la diffusion de l'oxygène et favorise l'accumulation d'azote sous forme ammoniacale. La gestion de la litière consiste à assurer une disponibilité suffisante du carbone et de l'oxygène au contact des déjections pour que les flores microbiennes évaporent l'eau et transforment les déjections au fur et à mesure (schéma 1)

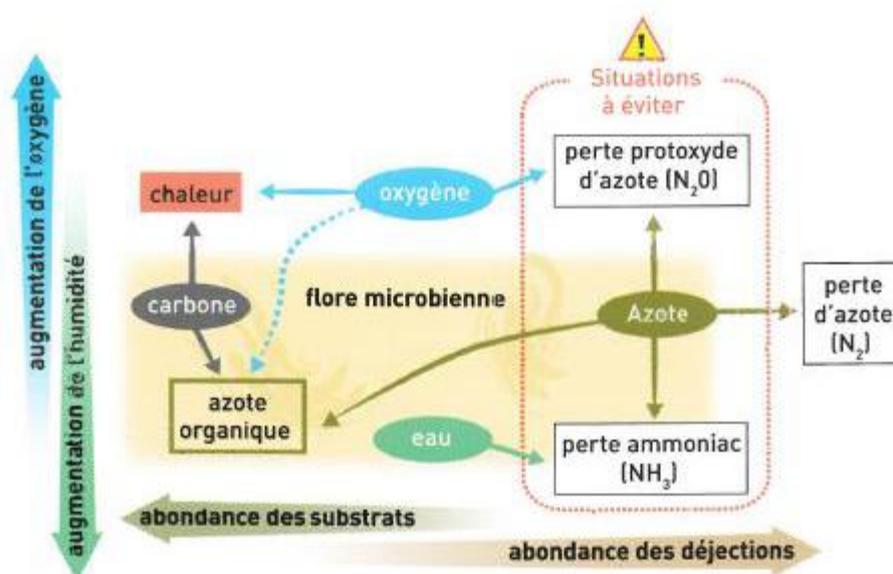


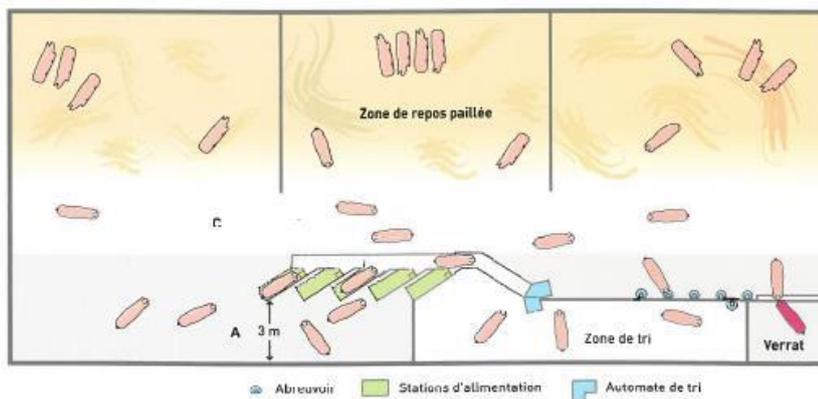
Schéma 1 : rôle des principaux constituants de la litière
(Chambre agri Bretagne, Pays de la Loire, Ifip, Inra, 2012)



Mise en place

Avec l'obligation de loger les truies gestantes en groupes, les bâtiments avec litière paillée ont repris de l'intérêt mais on trouve aussi bien sûr des bâtiments d'engraissement sur paille.

Pour les truies, la litière s'associe avec les principaux modes de conduite et d'alimentation (taille des groupes, équipements d'alimentation). Plusieurs aménagements récents ont combiné l'alimentation au DAC avec la litière avec de grands groupes de 60 à 250 truies (une station d'alimentation pour 40 à 60 truies). La surface totale des bâtiments paillés est comprise entre 2.3 et 3 m² par truie avec ce type de système.



**Truies en groupe sur litière alimentées au bac
(Chambre agri Bretagne, Pays de la Loire, Ifip, Inra, 2012)**

Pour l'engraissement, il existe de nombreuses configurations de bâtiments sur litière en fonction du type d'alimentation (soupe, nourrisseur – plans fournis dans la brochure « Elever des porcs sur litière » co-éditée par les chambres d'agriculture Bretagne, Pays de la Loire, l'ifip et l'inra en 2012 – voir rubrique « Pour en savoir plus »). Pour éviter que les zones d'alimentation se trouvent recouvertes de fumier en fin de bande, il est nécessaire de les surélever de 40 à 50 cm par rapport à la zone paillée. Cette marche sera de plus utile pour les porcelets en début de bande pour qu'ils puissent accéder plus facilement à l'abreuvement et à l'alimentation.



Sol en béton plein entièrement recouvert de litière

Il existe différents substrats qui peuvent être utilisés comme litière :

- Les pailles de céréales constituent la première source de litière. Elles sont le plus souvent disponibles localement mais peuvent également venir d'autres régions voire de l'étranger et apportées entières ou broyées. Elles sont majoritairement utilisées en élevages de porcs, où les pailles de blé, d'orge et de triticales représentent près de 80% des substrats



utilisés. Des pailles de pois, avoine, colza ou maïs peuvent également être utilisées mais elles le sont toujours en association avec de la paille de blé (Chambre d'agriculture de Bretagne et des Pays de Loire, Ifip, Inra, 2012).

- Les résidus de bois : la production de produits connexes à la transformation du bois est importante (écorce, grune, plaquette, sciure, copeaux.). En élevage de porcs, la sciure est plus rarement utilisée. Elle peut l'être en couche profonde ou fine. On portera une attention particulière au dépoussiérage des matériaux ainsi qu'à l'absence de traitement des bois.
- Autres substrats : les sous-produits de plantes textiles ou de la papeterie, le miscanthus (graminée) peuvent aussi servir de litière. Ils sont très peu utilisés en production porcine mais plus présents en production avicole (cf fiche V11 – Logement sol sur litière).

Selon le rythme d'évacuation des effluents, on classe les types d'élevage sur litière en deux principales catégories :

- Avec litière raclée : le fumier est évacué généralement 1 à 2 fois par semaine et de la litière fraîche est ajoutée au même rythme
- Avec litière accumulée : le fumier est enlevé après le départ des animaux. De la litière fraîche est ajoutée fréquemment au-dessus du fumier accumulé, généralement chaque semaine, mis à part dans le cas particulier des litières profondes de sciure, pour lesquelles la majorité de la litière est apportée au démarrage.

Le tableau 1 donne les quantités moyennes de paille par animal à partir d'une enquête de la Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire en 2010.

Tableau 1 : quantités de paille par animal

Type de litière	Truie gestante (en kg/truie/100 jours)	Porc charcutier (en kg /porc/110 jours)
Litière accumulée	237 (de 166 à 309)	96 (de 63 à 130)
Litière raclée	121 (de 88 à 155)	54 (de 31 à 77)

La ventilation est un paramètre technique important dans la bonne conduite de la litière et par voie de conséquence pour le bien-être des animaux mais aussi des éleveurs. Comme pour les bâtiments sur caillebotis, les objectifs de la ventilation des bâtiments sur litière sont multiples : apporter de l'oxygène, évacuer le dioxyde de carbone, la vapeur d'eau et d'autres gaz, conserver ou évacuer la chaleur. L'apport d'oxygène pour la fermentation de la litière et l'évacuation de la vapeur d'eau qu'elle produit sont des paramètres spécifiques de ce type de bâtiment. Souvent de type statique ou encore appelée naturelle, la ventilation des bâtiments sur litière doit permettre d'éviter les courants d'air en période froide et de favoriser l'évacuation de la chaleur en période chaude. Le maintien de la température nécessite le réglage du renouvellement d'air qui se fait en modifiant les surfaces d'entrée et de sortie d'air :

- A l'entrée à l'aide d'un rideau plein, d'un brise-vent ajouré ou d'un volet côté couloir
- A la sortie par le réglage de la section de passage de l'air dans le lanterneau ou les sorties hautes de type « cheminée »

Bénéfices environnementaux

A partir des données de la littérature, les pertes moyennes d'azote par volatilisation sont estimées à respectivement $57 \pm 13\%$ et $72 \pm 7\%$ de l'azote excrété pour les litières de paille et de sciure (Rigolot et al., 2010). Dans le cas de litière bien conduites, propices à la dénitrification, les émissions d'ammoniac sont faibles et celles de N_2O et surtout de N_2 sont élevées, le contraire étant observé dans le cas de litières humides (Dourmad et al., 2015). Les valeurs de pertes azotées lors du compostage des litières sont de 30% pour les litières de paille et de 10% pour les litières de sciure (Dourmad et al., 2015).



Le tableau suivant (Tableau 2) donne les pertes gazeuses selon le type de logement avec de la paille ou de la sciure en fonction des postes.

Tableau 2 : Taux de pertes gazeuses de composés retenus selon le type de logement des animaux (Dourmad et al., 2015)

	Conventionnel sur caillebotis	Litière sur paille	Litière sur sciure
Bâtiment (en% du Nexcrété)	24	57	72
Stockage (% stock initial)	7		
Compostage (% stock initial)	-	30	10
Total (% excrété)	29.3	69.9	74.8

Effets croisés

La production de fumier est considérée comme un avantage du point de vue agronomique. La matière organique incorporée dans le sol améliore les caractéristiques physiques du sol tout en réduisant le ruissellement et le lessivage des éléments fertilisants vers les cours d'eau.

Avec des litières sur paille, le niveau de poussières dans l'ambiance peut être élevé ce qui peut représenter une dégradation de la qualité de l'air pour les animaux mais aussi pour le personnel.

Les émissions d'odeurs dans les bâtiments sur litière sont réduites lorsque la gestion de la litière est bonne mais elles peuvent être égales ou supérieures à un système avec lisier si la litière est mal gérée. La litière n'est donc pas une garantie contre les émissions d'odeurs.

Certaines études mettent en évidence une augmentation des émissions d'ammoniac pour des bâtiments sur sol en pente paillée du fait des manipulations quotidiennes de la litière.

Coûts

Pour une quantité de paille distribuée comprise entre 80 et 120 kg par porc charcutier produit, le coût indicatif de la mise en œuvre de la litière se situe entre 4 et 6 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier/an (5 ct d'€/kg de porc charcutier/an en moyenne).

Ce prix comprend l'achat de la paille (qualité élevage), la main d'œuvre et les consommations d'énergie (fuel du tracteur) nécessaires pour l'ajout de la litière (source : Bureau commun des pailles et fourrage, 2008 ; IFIP, 2008 ; CA du Nord Pas de Calais et FRCUMA Nord Pas de Calais, 2008).

NB : il est à noter que les consommations d'énergie peuvent être réduite en veillant à :

- *entretenir régulièrement les tracteurs,*
- *adapter leur puissance aux besoins de l'élevage,*
- *éviter de les faire fonctionner à vide durant de longues périodes.*

Applicabilité

La litière peut être utilisée en association avec les systèmes de logement en ventilation naturelle, où elle protégera les animaux contre les basses températures et diminuera donc le besoin d'énergie pour la ventilation et le chauffage.

En ventilation naturelle, la litière peut être mise en place dans de nombreuses configurations y compris dans des bâtiments initialement prévus pour d'autres productions.



Photo 2 : la largeur de la case doit être suffisante pour manœuvre facilement lors du curage de la litière (crédit photos ; CRAB)

Les systèmes sur litière se développent dans le cadre de multiples cahiers des charges spécifiques sous signe officiel de qualité (Label Rouge, porc biologique) ou dépendant d'une démarche qualité privée (porc « Cohérence »).

L'augmentation des surfaces par porc qui peut être liée à des cahiers des charges (cas du porc Label Rouge par exemple avec 0.55 m² de surface minimale par porc entre la fin du post-sevrage et 17 semaines et 1.20 m² par porc de plus de 17 semaines ou plus de 60 kg) est un argument en faveur du bien-être des animaux.

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages. Plusieurs MTD dans la rubrique de la réduction des émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments intègrent des systèmes sur litière :

- MTD 30a6 : système sur litière intégrale (dans le cas d'un sol en béton plein) pour toutes les catégories de porcs
- MTD 30a7 : hébergement de type niche/box couvert pour toutes les catégories de porcs
- MTD30a8 : système à écoulement de paille (dans le cas d'un sol en béton plein) pour toutes les catégories de porcs
- MTD 30a10 : cases avec litière et production d'effluents d'élevage associée (lisier et effluents solides) pour les truies en maternité
- MTD 30a11 : boîtes de nourrissage/de couchage sur sol plein (dans le cas des cases avec litière) pour les truies en attente-saillie et les truies gestantes
- MTD 30a16 : allée extérieure recouverte de litière (dans le cas d'un sol en béton plein) pour le cas des porcs charcutiers

Les bâtiments sur litière (paille ou sciure uniquement) sont pris en considération pour le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>). Les facteurs d'abattement sont appliqués au niveau du poste épandage : réduction de 65% des émissions à l'épandage si incorporation immédiate du fumier, 50% si incorporation dans les 4 heures, 35% si incorporation dans les 12 heures et 25% si incorporation dans les 24 heures.





Etat des lieux de l'application de cette technique

A ce jour, les élevages sur litière ne représenteraient que 5% des élevages en France. Cependant l'évolution réglementaire et la préoccupation croissante des consommateurs en lien avec le bien-être animal tendent à faire progresser ce type d'élevage.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°5 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – adapter la gestion des fumiers/lisier au bâtiment – cas des bâtiments porcins. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Chambre d'agriculture de Bretagne et des Pays de Loire, Ifip, Inra. 2012. « Elever des porcs sur litière – comprendre les fonctionnements, améliorer les résultats ». 60 p
- CITEPA, 2019. Fiche n°5 a): Pour réduire les émissions de NH₃ en adaptant la gestion des fumiers/lisiers au bâtiment/cas des bâtiments porcins/Limiter le temps de présence des lisiers au bâtiment. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 56 pages.
- Dourmad J.Y.(coord.), Levasseur P.(coord.), Daumer M., Hassouna M., Landrain B., Lemaire N., Loussouarn A., Salaün Y., Espagnol S., 2015. Evaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Elevages et Environnement, Paris, 26 pages.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Rigolot C., Espagnol S., Robin P., Hassouna M., Béline F., Paillat J.M., Dourmad J-Y. 2010b. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part II: effect of animalhousing, manure storage and treatment practices. Animal, 4, 1413-1424.
- TFRN, Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, 2014. http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche P12 Logement sur litière. 6 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

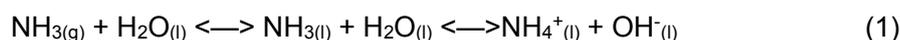
Impacts

NH₃
Odeurs
Particules

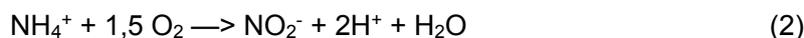
Lavage d'air (eau/acide)

Objectif et principe

Le lavage d'air permet de réduire les émissions d'ammoniac, d'odeurs et de particules des bâtiments d'élevage. Son principe de fonctionnement s'appuie sur différents processus : chimiques, physiques et biologiques (dans le cas des laveurs à l'eau). La capacité de certains composants à se solubiliser dans l'eau ou à être détruits par la population microbienne présente dans le maillage du laveur (cas des laveurs à l'eau) permet aux laveurs d'agir sur la composition de l'air à traiter. Ainsi, pour les composés solubles dans l'eau comme l'ammoniac, le lavage permet de passer ces composés de la forme gazeuse dans l'air vers la forme liquide dans les eaux de lavage (Équation 1).

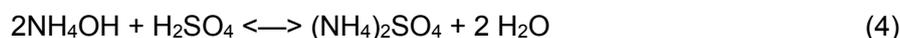


L'ammoniac des eaux de lavage est ensuite lentement oxydé en nitrite (NO₂⁻ - Équation 2) puis en nitrate (NO₃⁻ - Équation 3) par des bactéries (Nitrosomas, Nitrobacter, Nitrospira) qui sont présentes dans les eaux de lavage et dans le biofilm présent à la surface du maillage.



Pour les particules, l'absorption d'eau augmente leurs poids et favorise ainsi leurs sédimentations dans les eaux de lavage du laveur. La structure alvéolaire du maillage permet aussi de piéger un certain nombre de particules qui sont retenues dans le biofilm. Quant aux composés odorants – dont la majorité n'est pas soluble dans l'eau – la population microbienne développée au sein du maillage dans le cas des laveurs à l'eau permet de les dégrader.

Les laveurs à l'eau sont souvent qualifiés de laveurs biologiques ou de biolaveurs en opposition aux laveurs acide. Ces derniers utilisent des eaux de lavage à pH faible favorisant la réduction des émissions d'ammoniac. L'acide sulfurique (H₂SO₄) est l'acide le plus couramment utilisé dans les laveurs acide. Son utilisation dans les eaux de lavage favorise le déplacement de l'équilibre vers la production d'ions NH₄⁺ (Équation 1) qui combiné avec l'acide sulfurique, conduit à la production de sulfate d'ammonium (Équation 4).



Mise en place

Le lavage d'air est, dans la majorité des cas, installé dans des ateliers où l'extraction d'air est centralisée. Ainsi, l'air extrait des différentes salles concernées est dirigé vers l'unité de lavage souvent située en bout de bâtiment, voire au milieu, en fonction de la configuration des lieux.

Les laveurs peuvent être configurés de deux manières : on parle de laveurs horizontaux ou verticaux (Figure 1). Pour les laveurs verticaux, l'air à traiter (1) traverse à contre-courant un maillage en polypropylène (3) qui est lui-même humidifié par des buses situées au-dessus (2). L'air traverse ensuite un séparateur de gouttelettes – encore appelé dévésiculateur (5).



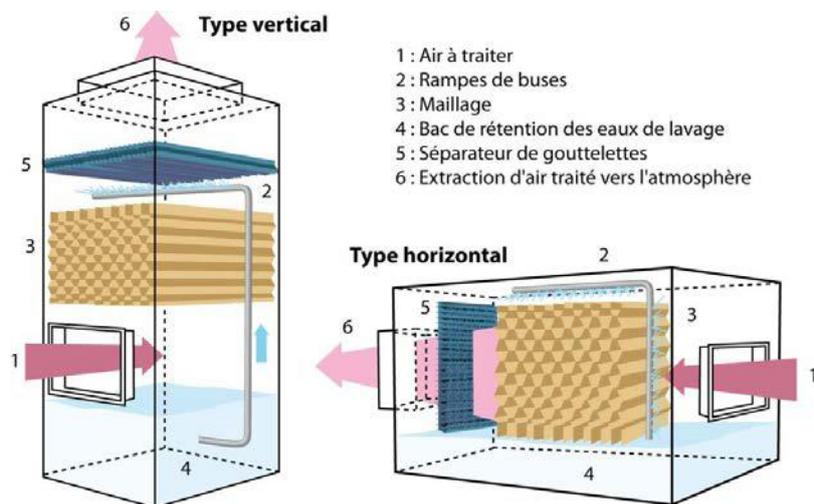


Figure 1 : Laveurs de type vertical ou horizontal (source : IFIP Institut du Porc)

Les eaux de lavage sont collectées dans un bac de rétention (4) souvent appelé « piscine ». Une pompe à niveau constant avec flotteur est installée dans la piscine, permettant ainsi le rajout d'eau propre et le recyclage des eaux de lavage pour l'arrosage du maillage. Une deuxième pompe est située en fond de la piscine pour permettre l'évacuation des eaux de lavage en fonction des objectifs d'efficacité voulue par l'exploitant.

Pour les laveurs horizontaux, certains modèles sont équipés d'une rampe de buses supplémentaires permettant de pré-humidifier l'air à traiter avant qu'il ne traverse le maillage (3).

Au contact de l'eau, l'air se décharge de manière plus ou moins importante d'un certain nombre de composés qui sont alors solubilisés ou sédimentés dans les eaux dites de lavage, collectées dans la piscine. Le lavage favorise la sédimentation des particules présentes dans l'air des porcheries, dans la piscine mais aussi dans le maillage. Ce sont les micro-organismes présents sur et dans les particules qui vontensemencer le maillage du laveur et développer ainsi son activité biologique de dégradation des composés non solubles.

Le maillage en polypropylène est de structure alvéolaire permettant d'optimiser le contact entre l'air à traiter, l'eau et la population microbienne présente dans le biofilm installé dans le maillage (Photo 1). Le maillage se présente souvent sous forme de briques ou de pavés dont l'épaisseur varie entre 30 et 45 cm. Une épaisseur de 45 cm est très couramment observée dans les laveurs à l'eau.

La surface du maillage d'un laveur à l'eau est calculée à partir du rapport du débit maximal d'air à traiter sur la vitesse maximale de l'air traversant le maillage. Il est recommandé de ne pas dépasser 1 m.s^{-1} comme valeur de la vitesse maximale de l'air traversant le maillage pour maintenir un temps de séjour suffisant de l'air à traiter dans le maillage (favorise le contact de l'air à traiter avec la population microbienne du maillage). Ainsi, pour un débit maximal de $85 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ et par porc charcutier, la surface de maillage d'un bâtiment abritant 1 000 porcs charcutiers sera d'un peu moins de 24 m^2 .

La surface spécifique de contact du maillage est exprimée en m^2 par m^3 de maillage. En France, la majorité des laveurs est équipé de maillage avec une surface spécifique entre 100 et $130 \text{ m}^2.\text{m}^{-3}$. L'augmentation de la surface spécifique du maillage peut être une voie d'amélioration de l'efficacité du lavage.

Le temps de séjour de l'air dans le maillage doit être le plus faible possible pour favoriser le contact de l'air à traiter avec l'eau et la population microbienne du maillage. Le temps de séjour, exprimé en secondes, est calculé du rapport entre l'épaisseur du maillage (en m) et la vitesse de traversée de l'air (en m.s^{-1}). Ainsi, pour une épaisseur de maillage de 0,45 m et une vitesse de 1 m.s^{-1} , le temps de séjour de l'air dans le maillage est de 0,45 secondes.

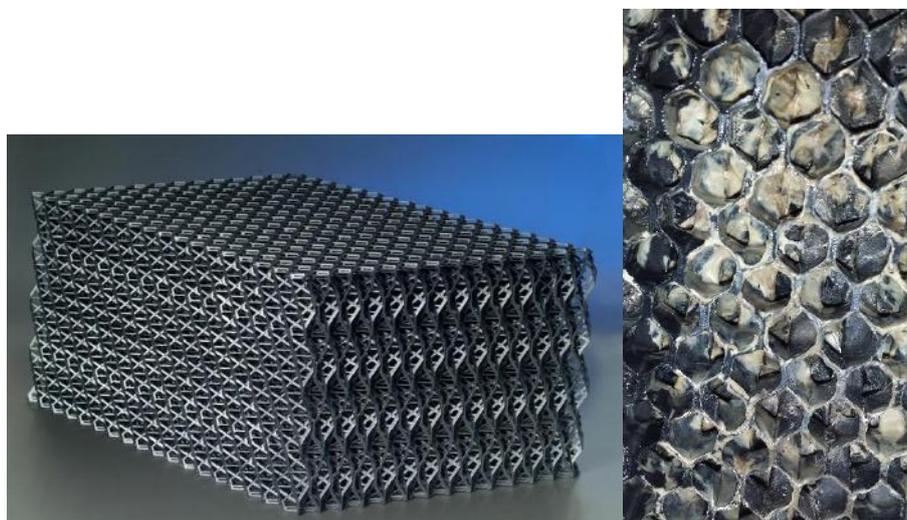


Photo 1 : Bloc de maillage neuf (à gauche) et encrassé dans un laveur en fonctionnement (à droite – crédit photo : IFIP Institut du Porc)

Le débit d'arrosage du maillage peut être assez variable en fonction de la configuration du laveur et du type de buses employées. Sur le terrain, trois types de buses sont rencontrées (Tableau 1).

Tableau 1 : Buses d'arrosage du maillage (source : Lagadec *et al.*, 2015)

Type de cône	Angle de pulvérisation (en degrés)	Débit d'arrosage (m ³ /h/buse)
Plein	120	4 – 10
		0,34 – 2,15
Creux	90	0,75 – 3,35

En moyenne, sur le terrain, le débit d'arrosage est d'environ 1,4 m³ par heure et par m² de maillage (Lagadec *et al.*, 2015). L'arrosage en continu du maillage sur toute sa surface est essentiel au développement et au maintien de la population microbienne et donc, de son activité. Il est recommandé d'installer une buse d'arrosage par mètre carré de surface de maillage. Un contrôle régulier du bon fonctionnement des buses et de l'absence de colmatage est nécessaire. On veillera pour cela à prévoir un accès aisé aux buses au moment de la conception du laveur.

La capacité de stockage de la piscine est très variable sur le terrain : entre 3 et 18 litres par place (Lagadec *et al.*, 2015 a et b). En moyenne, on peut considérer qu'il est nécessaire d'avoir environ 1m³ de stockage pour 100 places. La surface de la piscine est conditionnée par la surface du maillage. La profondeur de la piscine sera donc le paramètre de variation à ajuster pour le stockage des eaux de lavage.

On parle souvent de lavage biologique pour les laveurs à l'eau du fait du développement dans le maillage de cette population microbienne en opposition avec les laveurs acide. Pour les laveurs à l'acide, une sonde de mesure du pH des eaux de lavage ainsi que le circuit d'acheminement et le stockage de l'acide viennent compléter la configuration des laveurs à l'eau.

Le pH des eaux de lavage varie entre 6,5 et 7,5 dans le cas des laveurs à l'eau. A l'inverse, dans le cas des laveurs acide, le pH peut varier entre 1,5 et 5 (KTBL, 2008). La consommation d'acide – acide sulfurique de manière quasi exclusive – est de de l'ordre de 3 kg d'acide par kg d'ammoniac entrant dans le laveur (KTBL, 2008). Si on considère la fourchette haute d'émission en NH₃ donnée par les NEA-MTD du BREF 2017 (cf. fiche PVB21 - le BREF Élevage), à savoir 3,6 kg de NH₃ par place de porc charcutier et par an, la consommation en acide sulfurique est alors de 10,8 kg par place et par an.

La fréquence de renouvellement des eaux de lavage fait actuellement l'objet de travaux d'études en France. Cette fréquence est conditionnée par le maintien de l'efficacité du lavage à un seuil déterminé par l'exploitant et la consommation en eau du laveur. La dissolution de l'ammoniac dans



les eaux de lavage conduit à la production d'azote ammoniacal (Équation 1) qu'il est possible de suivre par la mesure de la conductivité électrique des eaux (Équation 5 -Dumont *et al.*, 2019).

$$\Sigma ([\text{NH}_4^+] + [\text{NO}_2^-] + [\text{NO}_3^-]) \text{gN/L} = 0,23 \text{ ECmS/cm (précision } \pm 20\%) \quad (5)$$

Des données d'Europe du Nord font référence à une valeur maximale de 20 mScm⁻¹ de conductivité électrique comme seuil à prendre en considération pour le renouvellement partiel ou total des eaux de lavage (Van Der Heyden *et al.*, 2015).

Dans le cas de laveur acide, on veillera au bon fonctionnement des différents équipements gérant la distribution de l'acide (calibrage fréquent de la sonde pH, étanchéité des circuits de distribution et de stockage de l'acide).

Bénéfices environnementaux

- **Ammoniac** : De par son action sur la solubilisation de l'ammoniac dans les eaux de lavage et par l'action biologique de la population du maillage, le lavage d'air permet de réduire les émissions d'ammoniac des bâtiments abritant des porcs. L'abattement peut atteindre 85% de l'ammoniac entrant. Il existe cependant de grandes variations dans les résultats d'efficacité de cette technique. Les recommandations de respect de la vitesse d'air traversant le maillage sont essentielles pour assurer un niveau minimal d'efficacité.
- **Particules** : le lavage de l'air permet de sédimenter les particules dans la piscine et dans le maillage. L'abattement varie entre 70 et 90% des particules présentes dans l'air extrait des bâtiments.
- **Odeurs** : De par son action sur les particules – qui sont des éponges à composés odorants - et par l'action de la population bactérienne du maillage, le lavage d'air à l'eau permet de réduire les odeurs émises par les bâtiments abritant des porcs (toutes catégories animales confondues). L'efficacité du lavage sur les odeurs varie entre 40 et 70% pour les laveurs à l'eau. Pour les laveurs à l'acide, l'efficacité sur les odeurs est souvent donnée aux alentours de 30% (Van Der Heyden *et al.*, 2015). Une odeur supplémentaire provenant de l'acide sulfurique peut d'ailleurs être perçue dans l'environnement du laveur.

Effets croisés

Le lavage d'air consomme de l'eau. La consommation en eau d'un laveur d'air à l'eau, sans dévésiculeur, peut être de 1,5 à 1,8 litres par porc et par jour. Cette consommation peut quasiment être divisée par deux par la mise en œuvre d'un dévésiculeur (0,6 à 0,8 litres par porc et par jour – Lagadec *et al.*, 2015). Le dévésiculeur permet de casser les gouttelettes pour limiter la perte en eau vers l'extérieur ; l'eau retombant par gravité dans le maillage. Pour limiter cet impact, toutes les sources d'eau pour alimenter le laveur sont envisageables (eaux de pluie, lagune....). Il faut cependant s'assurer que l'eau alimentant le laveur soit faiblement chargée en particules pour limiter les problèmes de colmatage au niveau des buses d'arrosage.

La concentration en azote ammoniacal des eaux de lavage – résultant de l'abattement en ammoniac de l'air à traiter – conditionne l'efficacité du lavage d'air sur l'ammoniac. Il est donc conseiller de renouveler les eaux de lavage en vue de maintenir voire d'augmenter l'efficacité du laveur. L'augmentation du renouvellement des eaux de lavage est un facteur aggravant de la consommation en eau de cette technique.

Le fonctionnement du lavage d'air induit une consommation électrique qui est évaluée entre 12 et 16 kWh par animal en fonction du système (débit de ventilation maximum de 85 m³/place). La mise en œuvre d'un laveur d'air génère une perte de charge au niveau du circuit de ventilation qu'il faudra intégrer dans le choix des ventilateurs et qui peuvent générer une augmentation de la consommation électrique.

Avec du lavage à l'eau, il est généralement admis que la production de N₂O correspond à moins de 5 % de la quantité d'ammoniac à l'entrée du laveur (Melse *et al.*, 2014).

Coûts

Sur la base d'une installation de 160 000 m³/h d'air à traiter (soit 2 000 places d'engraissement avec un débit maximal par porc de 80 m³/h), le coût d'investissement du laveur varie, selon les fournisseurs et les configurations, entre 0,05 et 0,15 € par m³ d'air à traiter (incluant le gros œuvre et la pose du matériel). À cet investissement, il faut ajouter le coût de fonctionnement des laveurs qui est d'environ 2 € par place d'engraissement (consommation électrique : 1 € par place de charcutier sur une base de 0.08 €/kWh et consommation eau : 1 € par place de charcutier sur une base de 4 €/m³ – moyenne nationale). Le coût de maintenance et d'entretien du laveur (nettoyage, remplacement des buses, entretien des pompes...) ne sont pas intégrés dans ce coût de fonctionnement.

Applicabilité

La mise en œuvre du lavage d'air est préférable sur des bâtiments avec centralisation de l'extraction d'air. Des unités individuelles de lavage (installables salle par salle) sont envisageables.

Pour les laveurs à l'acide, l'approvisionnement en acide, son stockage et son utilisation sont des limites certaines au développement de ce type de laveur en France (sécurité des conditions de travail). L'acide sulfurique est un acide fort qui peut provoquer des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. Une attention particulière doit être apportée au stockage de l'acide sur l'installation. Le stockage de l'acide sulfurique se fait dans des récipients en acier inoxydable ou en acier au carbone (INRS, 2014) ou en plastique. Il est souhaitable d'avoir à proximité des douches de sécurité et des fontaines oculaires en cas de contact de l'acide avec la peau et/ou les yeux (INRS, 2014).

En Europe du Nord, l'approvisionnement des sites d'élevage équipés de laveurs acides est réalisé par des intervenants extérieurs, spécialisés dans la manipulation des substances dangereuses et ravallant dans le respect de la protection des travailleurs (Règlement CE 1907/2006).

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage :

- Pour la réduction des émissions d'ammoniac (MTD 30c – Système d'épuration d'air tel que : 1. laveur d'air à l'acide ; 2. système d'épuration d'air à deux ou trois étages ; 3. biolaveur - Santonia *et al.*, 2017, décision d'exécution UE 2017/302).
- Pour la réduction des émissions de particules (MTD 11c – Traitement de l'air évacué au moyen d'un système d'épuration d'air tel que : 3. Laveur d'air à eau ; 4. Laveur d'air à l'acide ; 5. Biolaveur - Santonia *et al.*, 2017, décision d'exécution UE 2017/302).
- Pour la réduction des émissions d'odeurs (MTD 13d - Système d'épuration d'air tel que : 1. biolaveur ; 2. biofiltre ; 3. système d'épuration d'air à deux ou trois étages - Santonia *et al.*, 2017, décision d'exécution UE 2017/302).

Le lavage d'air est soumis à une MTD supplémentaire relatif à sa mise en œuvre et à son bon fonctionnement (MTD 28 - Santonia *et al.*, 2017, décision d'exécution UE 2017/302).

- Le lavage d'air concerné doit avoir fait l'objet de mesures permettant de vérifier ses performances par la mesure d'ammoniac, d'odeurs et/ou de poussières dans les conditions normales d'exploitation (MTD 28a). Des résultats de mesures établis sur un laveur de même configuration et dans des conditions similaires d'exploitations pourront être utilisés pour répondre à l'exigence de cette partie de la MTD 28.
- Le fonctionnement en continu du laveur doit pouvoir être vérifié (MTD 28b) par le relevé en continu de certains paramètres d'exploitation¹.

¹ Au moment de la rédaction de cette fiche, les discussions sont en cours sur les paramètres de suivi du bon fonctionnement des laveurs





En Europe du Nord, l'efficacité des laveurs d'air est évaluée par des tests officiels avant leur mise sur le marché. Ces tests portent principalement sur le volet ammoniac. En France, aucune procédure de ce type n'existe. Pour le suivi du fonctionnement en continu du laveur, l'enregistrement des consommations d'eau, d'électricité, voire d'acide (dans le cas exclusif des laveurs acide), est mis en œuvre dans certains pays d'Europe du Nord en plus du suivi de la conductivité des eaux de lavage.

La mise en place d'un laveur d'air permet aux éleveurs de bénéficier d'un abattement de 30% sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>). Uniquement pour les élevages appartenant à la rubrique 3660 (cf. fiche PVB21 – le BREF Élevage). Un taux d'abattement spécifique peut être appliqué si l'installation apporte la preuve d'une efficacité supérieure à 30%.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Cette technique se développe en France du fait des contraintes imposées par le BREF Elevage sur les émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments. Le développement de cette technique en France a surtout été conditionné par l'aptitude du lavage d'air à réduire les odeurs émises des bâtiments abritant des porcs. En France, environ 3% des bâtiments possédaient une installation de lavage d'air (avec extraction centralisée) et 2% étaient équipés d'un lavage d'air individuel (Enquête bâtiment porcins, 2008). Aucun laveur d'air à l'acide ne serait à ce jour implanté en France et une seule unité à plusieurs étages (laveur à l'eau, laveur acide et biofiltre) a été recensée.

Ce développement est faible relativement à celui observé dans les pays d'Europe du Nord. A titre d'exemple, aux Pays-Bas, environ 5 000 laveurs seraient opérationnels (toutes productions animales confondues) avec 60% de laveurs acide et 40% de biolaveurs (De Vries et Melse, 2017).

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°7 : Pour réduire les émissions d'ammoniac et de particules – Réguler l'ambiance du bâtiment : laveur d'air et brumisateur. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- De Vries J.W., Melse R.W., 2017. Comparing environmental impact of air scrubbers for ammonia abatement at pig houses : a life cycle assesment. Biosystems engineering 161 : 53-61
- Dumont E., Lagadec S., Guingand N., Loyon L., Amrane A., Couvert A., 2019. Lavage d'air en porcheries : suivi de l'azote et contrôle du fonctionnement par mesure de la conductivité. Colloque Agriculture et qualité de l'air, 21 et 22 mars, Inra Paris
- INRS, 2014. Acide sulfurique. Fiche toxicologique n°30. 10 pp. http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_30
- KTBL, 2008. Exhaust Air Treatment systems for animal housing facilities – Techniques – performances – costs. KTBL publication 464. 86 pp
- Lagadec S., Bellec F., Masson L., Dappelo C., Landrain P., Guingand N., 2015a. Enquête sur 31 laveurs d'air en porcherie en Bretagne, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement de l'ammoniac. 47^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France : 177-182 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2015/enviro/05E.pdf>
- Lagadec S., Landrain P., Bellec F., Masson L., Dappelo C., Guingand N., 2015b, Enquête sur 31 laveurs d'air, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement d'ammoniac. Rapport 7pages. [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24920/\\$File/Lavage%20d'air%202015.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24920/$File/Lavage%20d'air%202015.pdf?OpenElement)

- Melse R.W. and Mosquera J., 2014. Nitrous oxide (N₂O) emissions from biotrickling filters used for ammonia removal at livestock facilities. *Water Science and Technology*. 69.5 : 994- 1003
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- Van Der Heyden C., Demeyer P., Volcke E.I.P., 2015. Mitigation emissions from pig and poultry housing facilities through air scrubbers and biofilters : state-of-the-art and perspectives. *Biosystems Engineering* 134 : 74-93

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Lavage d'air (eau/acide). 7 pages.



Existe aussi en



Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

NH₃
Odeurs
Particules
Eau

Brumisation

Objectif et principe

La brumisation permet de réduire les émissions d'ammoniac, d'odeurs et de particules produites dans les bâtiments d'élevage. Selon sa localisation, la réduction des concentrations pourra se faire à l'intérieur du bâtiment et/ou sur les émissions vers l'extérieur.

Le principe est basé sur l'échange entre l'air et l'eau : pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, un litre d'eau absorbe 678 kWh à 25°C. L'énergie prise à l'air permet de réduire sa température. La capacité des particules à absorber l'eau conduit à une augmentation de la taille des particules et favorise ainsi leurs sédimentations sur les parois et les sols. La sédimentation des particules – éponges à composés odorants – contribue à la réduction des composés odorants émis vers l'extérieur.

Mise en place

La technique de brumisation consiste à injecter de l'eau à haute pression (70 à 100 bars) dans l'air, directement dans la salle d'élevage, par des buses qui fractionnent l'eau en gouttelettes de quelques microns. Le système fonctionne par cycle : la fréquence des injections d'eau est régulée en fonction de la température ambiante ou de l'humidité relative.



Groupe Haute pression multifonctions



Buse inox



Rampes inox sans joint

Photo 1 : Illustrations des différents composants d'un système de brumisation
(Source TMB)

La brumisation s'est initialement développée dans les élevages pour refroidir les bâtiments en période chaude, en vue d'assurer le bien-être des animaux. La brumisation permet de réduire la température de 4 à 7°C au moment le plus chaud de la journée. Ainsi, grâce à ce dispositif, on

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage





observe une réduction des problèmes de fertilité en verraterie-gestante pendant la période chaude (gain de 10 points en moyenne sur les trois ans suivant l'installation du système).

Bénéfices environnementaux

Outre l'amélioration du bien-être des animaux et par conséquent des performances zootechniques en périodes de forte chaleur, la brumisation permet également de réduire les émissions d'ammoniac, d'odeur et de particules dans les bâtiments et émis vers l'extérieur. Ainsi, en engraissement, on peut obtenir des abattements :

- De 20 à 30 % sur l'ammoniac
- De 20 à 50% pour les particules
- De 25% sur les odeurs

Effets croisés

Les consommations d'eau et d'électricité liées au fonctionnement de la brumisation dépendent bien entendu des conditions climatiques.

En conditions expérimentales, une consommation électrique de 264 kWh et 17 m³ d'eau ont été utilisés pour une salle verraterie-gestante de 100 places, avec un compresseur de 1,1 kW (brume pendant 18 h/j sur 90 jours, temps de cycle maxi de 30 s).

Des essais réalisés en engraissement ont été réalisés avec une consommation d'eau de l'ordre de 70 litres par porc charcutier. Cette consommation serait malgré tout compensée par une réduction de la consommation d'eau par les animaux de l'ordre de 0,5 litre par porc et par jour.

La brumisation peut aussi participer à la réduction de la consommation d'eau liée au nettoyage des bâtiments en étant utilisée pour le pré-trempe des salles.

Coûts

Le coût d'investissement pour équiper une salle d'engraissement avec un matériel de brumisation est relativement faible : entre 3,8 et 6 € (HT)/place de porc charcutier, par rapport à celui nécessaire en maternité : 10 € (HT)/place de truie (source : TBD et TUFFIGO). Plus les salles sont petites (cas des salles de maternité), plus le prix par place augmente. En effet, ce sont les pompes qui représentent la grande partie de l'investissement qui est à amortir sur le nombre de places de la salle. Le nombre de rampes de brumisation est quant à lui proportionnel au nombre de places, mais elles ont un coût beaucoup plus faible.

Pour les salles d'engraissement, le coût indicatif pour l'achat d'une brumisation neuve est de l'ordre de 0,1 à 0,2 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit, avec un amortissement du matériel sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions), ce qui est assez faible. La durée d'amortissement prise en compte correspond à la durée de vie du matériel s'il est correctement entretenu, mais bien souvent cette durée de vie est réduite à 5 ans faute d'entretien.

Le coût de fonctionnement de cette technique est assez variable suivant le nombre de jours d'utilisation et la durée des cycles de brumisation (variables suivant les conditions climatiques). En conditions expérimentales, une référence de 264 kWh a été obtenue pour la consommation électrique d'une salle verraterie-gestante de 100 places. D'après cette consommation d'énergie, on peut estimer un coût de fonctionnement de l'ordre de 1 ct d'€/porc produit soit 0,01 ct d'€/kg de porc charcutier produit, ce qui a peu d'impact sur le retour sur investissement.

Il faudra néanmoins tenir compte du coût de maintenance et d'entretien du dispositif (remplacement du filtre, de l'huile et des pièces pour la pompe, trempage des buses...), ainsi que le coût de l'eau si celle-ci ne provient pas d'un forage.



Applicabilité

L'installation des rampes de brumisation est facile à mettre en œuvre et relativement peu coûteuse. Pour des bâtiments en rénovation, elle ne nécessite pas une révision complète des circuits d'air et ne provoque pas de pertes de charges supplémentaires qui pourraient nuire au rendement des ventilateurs.

Il est important de noter que la méthode d'installation des buses est primordiale afin d'assurer le bon fonctionnement du système. On veillera à éviter les zones mortes lors de la disposition spatiale des rampes, afin d'assurer une action homogène sur toute la salle.

Ces systèmes nécessitent néanmoins un certain entretien pour fonctionner correctement. Bien entretenu, un matériel de brumisation a une durée de vie d'une dizaine d'années.

Cependant, l'utilisation de la brumisation ne pourra s'envisager que sur une période restreinte de l'année en lien avec l'hygrométrie naturelle de l'air ; cette période variant selon les zones géographiques.

Facteurs incitatifs

Outre les effets bénéfiques sur les émissions d'ammoniac, les odeurs et les poussières en période chaude, la brumisation permet d'améliorer les performances zootechniques des animaux en diminuant la température des salles (amélioration de la fertilité chez les truies, réduction des retards de croissance dus à la chaleur...).

La brumisation est reconnue comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevage (MTD 11b1 – brumisation d'eau) pour la réduction des particules dans l'ambiance des bâtiments d'élevage (Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

La mise en place de systèmes de brumisation dans les bâtiments permet aux éleveurs soumis à la déclaration annuelle des émissions (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>) d'appliquer un facteur d'abattement de 0.30 sur le calcul des émissions de particules (TSP et PM₁₀). Aucun facteur d'abattement n'est cependant intégré pour les émissions d'ammoniac du fait de la saisonnalité de son utilisation

Etat des lieux de l'application de cette technique

La brumisation est plus développée au sud de la Loire pour limiter l'impact négatif des températures élevées sur les performances zootechniques des animaux. L'augmentation des températures extérieures pourrait être un facteur de développement de cette technique.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°7 : Réduire les émissions de NH₃ et de particules en régulant l'ambiance du bâtiment : Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- BLANCHARD D., POULIOT F. (2003) : Comment diminuer l'impact des températures chaudes durant l'été ? Porc Québec.
- BOULESTREAU A-L., GUINGAND N. (2006) : Effet de la brumisation en engraissement sur les odeurs, l'ammoniac et les poussières en période estivale. Filière porcine, Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, 4 p.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- DUTERTRE C., MASSABIE P., GINESTET S. et GRANIER R. (1998) : Effet du refroidissement évaporatif par cooling et brumisation sur l'ambiance et les performances

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage

zootechniques en porcherie d'engraissement. Journées de la Recherche Porcine, 30, pages 337-342.

- DUBOIS A. (2005) : Réduction des effets de la chaleur sur les performances des truies : la brumisation. Filière porcine, Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire, 4 p.
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche P16 Brumisation. 4 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelets post-sevrage
Porcs charcutiers

Impacts

Eau

Technique pour une utilisation efficace de l'eau – approche générale

Objectif et principe

L'eau est utilisée en élevage de porcs pour abreuver les animaux, nettoyer le matériel et les équipements et dans certains cas pour réduire la température ambiante (brumisation) ou traiter l'air extrait des bâtiments (lavage d'air). En élevage porcin, l'abreuvement représente la part la plus importante (93.6%) de la consommation d'eau (55.4% pour les porcs charcutiers et 23.8% pour les truies gestantes - Massabie et al., 2013). D'après la réglementation (Arrêté du 16 janvier 2003 et Directive 2008/120/CE), tous les porcs âgés de plus de deux semaines doivent avoir un accès permanent à de l'eau fraîche en quantité suffisante. Cette mise à disposition s'applique quel que soit le mode de distribution de l'aliment (alimentation sèche ou alimentation liquide sous forme de soupe)

Les techniques à mettre en œuvre pour une utilisation efficace de l'eau doivent limiter au maximum le gaspillage au moment de l'abreuvement et du nettoyage des bâtiments et du matériel et à éviter les fuites au niveau du circuit d'alimentation de l'élevage.

Mise en place

Utiliser efficacement l'eau au niveau de l'élevage débute par la connaissance et le suivi des consommations en eau. La présence de compteurs et le relevé fréquent des valeurs de consommations représentent la première étape d'une démarche économe en eau. La présence de compteurs par bâtiment permet de vérifier les quantités consommées par les animaux en fonction du stade physiologique par exemple. Le relevé du ou des compteurs sur le circuit d'eau est également utile pour vérifier les consommations globales par période mais aussi pour détecter les fuites éventuelles. A noter que la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement prévoit la présence obligatoire d'un compteur à eau par installation.

Abreuvement des animaux

Les besoins en eau du porc n'ont jamais été bien définis dans la mesure où de nombreux facteurs environnementaux interviennent (aliment, température, taille du groupe, type d'abreuvoir).

Dans la pratique, on se réfère à des études sur l'eau utilisée par l'animal pour définir les besoins à un stade physiologique donné, même s'il est difficile parfois de faire la part entre l'eau réellement ingérée et l'eau gaspillée. Les besoins se situeraient à 10 % du poids vif soit :

- 1 à 4 litres en post-sevrage,
- 4 à 12 litres en engraissement,
- 15 à 20 litres pour la truie en gestation,
- 20 à 35 litres pour la truie allaitante.

La consommation d'eau augmente avec **l'accroissement du poids vif des animaux et suit l'augmentation de la prise alimentaire :**

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage





- En post-sevrage, les porcelets consomment 0,5 litre par jour à l'entrée (7 kg de poids vif) pour atteindre 4 à 5 litres à la sortie (27 kg de poids vif). L'accroissement de la quantité d'eau bue est proche de 0,2 litre par kg de poids vif.
- En engraissement, pour des conditions thermiques constantes et proches de la thermoneutralité (20-24 °C), l'accroissement de la consommation journalière d'eau est de 0,06 litre par kg de poids vif. Pour une température ambiante de 28 °C, cette valeur devient 0,1 litre/kg de poids vif.

Le taux de dilution (L/kg d'aliment) augmente avec **la température ambiante**.

Ce phénomène est en majeure partie dû à un accroissement des pertes d'eau par la respiration pour assurer la thermorégulation. Le bilan fait apparaître, par kg d'aliment ingéré, une quantité d'eau disponible proche pour les différentes températures ambiantes.

Tableau 1 : Incidence de la température ambiante sur le taux de dilution (litres/kg d'aliment – Massabie, 2001)

Température ambiante	17 °C	20 °C	24 °C	28 °C
Eau vaporisée (l/j)	2,14	2,52	3,22	4,20
Eau bue (l/j)	6,26	6,69	7,22	7,64
Eau disponible (l/j)	4,13	4,17	4,00	3,44
Aliment (kg/j)	2,48	2,39	2,22	2,00
Eau disponible (l/kg aliment)	1,66	1,75	1,80	1,72

Par ailleurs, lorsque l'environnement thermique fluctue sur la journée, la consommation d'eau suit l'élévation de la température, alors que normalement elle est réalisée lors de la prise alimentaire. Pour la truie allaitante, une température élevée n'augmente pas la quantité d'eau journalière bue, mais le taux de dilution est plus élevé dans la mesure où la prise alimentaire est réduite.

Le niveau alimentaire des porcs a une incidence sur la consommation d'eau. Lorsque les porcs sont rationnés, un accroissement de la quantité d'eau bue est communément observé. Ce phénomène proviendrait du besoin pour l'animal d'apaiser la sensation de faim provoquée par le rationnement alimentaire. L'eau est alors utilisée comme lest au niveau du tube digestif. Ce phénomène existe aussi pour la truie gestante, les animaux étant rationnés à ce stade du cycle de reproduction.

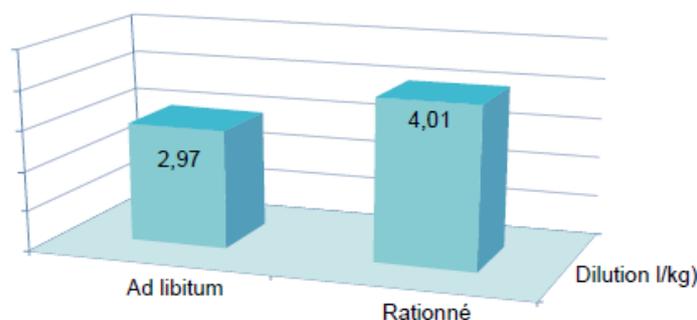


Figure 1 : Incidence du niveau alimentaire sur le taux de dilution (Massabie, 2010)

Deux **facteurs nutritionnels** majeurs sont connus pour augmenter la consommation d'eau :

- la quantité de protéines,
- la concentration minérale, notamment les niveaux de sodium et de potassium.

Les régimes à faible niveau de protéines contribuent à la baisse de la consommation d'eau (Cf fiche P2 – alimentation multiphase pour en savoir plus).

L'augmentation du taux de matière azotée dans l'aliment s'accompagne d'un accroissement du taux de dilution. Cela serait dû au fait que l'urine ne peut contenir que 20g/litre d'urée, ce composé étant proportionnel à la quantité d'azote dégradée.

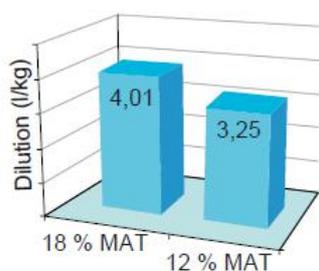
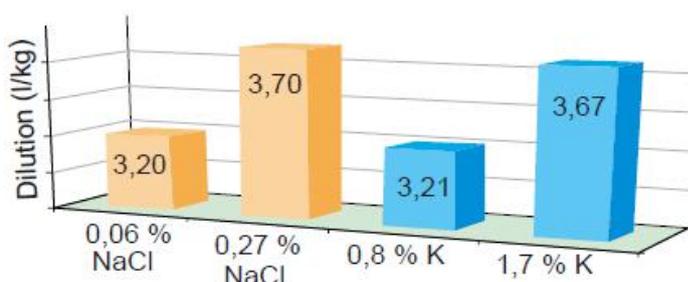


Figure 2 : l'augmentation du taux azoté accroît la dilution (litre/kg d'aliment – Massabie, 2001)

De la même façon, l'augmentation des teneurs en chlorure de sodium ou en potassium accroît les besoins en eau. Celle-ci sert au maintien de l'homéostasie minérale.



D'après Hagsten et Perry (1976) et Gill (1989)

Figure 3 : Effet des teneurs en NaCl et potassium sur le taux de dilution (litre/kg d'aliment – Massabie, 2010)

Le **type d'abreuvoir** utilisé et son **réglage** jouent également un rôle important sur la consommation d'eau des animaux. Lorsque le débit du dispositif d'abreuvement est élevé, la consommation d'eau est plus importante, sans qu'il y ait une amélioration des performances. Ce phénomène est accentué quand le porc est soumis à des températures élevées : dans ce cas, l'animal cherche à se mouiller pour augmenter les pertes en chaleur (Tableau 2).

Tableau 2 : Incidence du réglage du débit sur la consommation d'eau (Massabie, 2001)

Abreuvoir bol à palette ; dilution (l/kg)	Débit 3 l/min	Débit 1 l/min
Hiver	3,52	2,56
Été	6,58	3,37

Plusieurs types d'abreuvoirs sont disponibles sur le marché (cf fiche P18 – Abreuvoirs économes en eau):



- **abreuvement avec pipette** : ce système garantit une distribution d'eau propre et est moins chère (25 -40 € par équipement y compris la descente – hors coût de montage) que les bols (45 à 60 €). Positionnée sur l'auge, son remplissage permet d'alerter l'éleveur d'un dysfonctionnement. Cependant, ce système présente des risques de dérèglement du débit voire de bouchage de la pipette. Il est préférable de choisir des pipettes en inox pour faciliter leurs nettoyages.



- **abreuvement avec bol** : correspond au mieux au comportement d'abreuvement du porc. Il faut cependant veiller à garder le bol propre. Il doit être correctement positionné pour ne pas être souillé par les déjections



Le bon fonctionnement d'un abreuvoir dépend essentiellement de son débit, du nombre d'animaux par abreuvoir et de sa hauteur par rapport au sol.

Tableau 3 : Recommandations pour l'installation des pipettes
(Chambre d'agriculture de Bretagne et al., 2018)

	Nombre maxi animaux/pipette (Alim SECHE)	Nombre maxi animaux/pipette (Alim SOUPE)	Hauteur fixation - cm* mini-maxi (moy)	Débit l/mn	Pression (bars)
Porcelet sevré	10	20	15-50 (30)	0,5-0,8	0,8
Porc charcutier (25-115 kg)	10	20	45-80 (55)	0,5-0,8	0,8-1,0
Truie gestante	5	20	60-90 (80)	1,5	1
Truie allaitante	1 par truie	1 par truie	90	1,5	1

* hauteur par rapport au fond de l'auge si pipette placée au-dessus de l'auge

Tableau 4 : Recommandations pour l'installation des bols
(Chambre d'agriculture de Bretagne et al., 2018)

	Nombre maxi animaux/bol (Alim sèche)	Nombre maxi animaux/bol (Alim soupe)	Hauteur fixation - cm- (moy)	Débit (l/mn)	Pression (bars)
Porcelet sevré	18	20	8-15 (12)	0,5-1,0	0,8
Porc charcutier	18	20	15-30 (23)	0,5-1,0	0,8-1,0
Truie gestante en groupe - Logement type bat-flanc et réfectoire-courette - Logement type DAC	10 50	20 50	25-40 (32)	3,0	1,0
Truie allaitante	1 par truie	1 par truie	5-10 (8)	3,0	1,0

La distribution d'eau pour l'abreuvement des porcs peut aussi être réalisée par l'intermédiaire de la machine à soupe. On parle alors de repas d'eau. Pour respecter la réglementation sur la mise à disposition permanente d'eau, plusieurs distributions d'eau devront être programmées par jour. L'utilisation de la machine à soupe pour la distribution d'eau ne représente pas d'investissement supplémentaire. Cependant, la consommation électrique et l'usure du matériel sont à prendre en considération comme charges supplémentaires. De même, certaines limites peuvent exister à l'utilisation de la machine à soupe : précision des volumes d'eau distribués, eau résiduelle dans les auges pouvant être souillée par les animaux et leurs déjections. Pour les nouveaux bâtiments, il est préférable d'envisager l'installation d'un équipement d'abreuvement supplémentaire (pipette ou bol) en complément de la soupe.

Nettoyage des bâtiments et du matériel d'élevage :

Il est préférable de nettoyer les bâtiments d'élevage et les équipements avec des nettoyeurs à haute/basse pression après chaque cycle de production. On favorisera également un système de prétrempage adapté. A ce titre, la brumisation peut être utilisée pour le pré-trempage (cf fiche P16 – Brumisation). La récupération

Lavage d'air

La mise en place d'un dévésiculeur ou brise-gouttelettes est une voie efficace de réduction de la consommation d'eau des laveurs d'air. En effet, des résultats obtenus en conditions de terrain ont montré que les laveurs équipés de dévésiculeurs avaient des consommations d'eau réduites de moitié par rapport à ceux qui n'en n'étaient pas équipés (Lagadec et al., 2015 – cf fiche PVB30 – lavage d'air eau/acide).

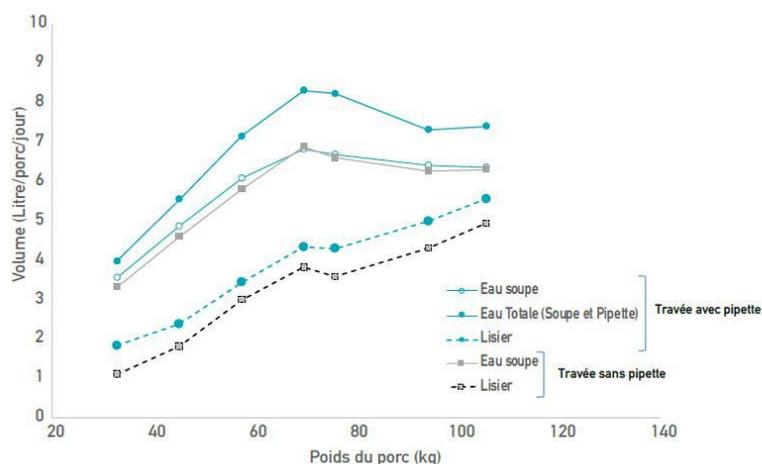
La récupération des eaux de pluies est aussi une voie de réduction de la consommation en eau des unités de lavage d'air.



Effets croisés

Les consommations en eau supplémentaires lors du rationnement des animaux seront éliminées via l'urine ce qui augmentera le volume total des déjections. La mise en place d'un abreuvement complémentaire à la soupe peut conduire à une augmentation des volumes de lisier produit (Figure 4).

Figure 4 : Quantités d'eau total consommée (eau de la soupe avec ou sans pipette en complément) et du volume de lisier produit (Chambre d'agriculture de Bretagne et al., 2018)



A contrario, une baisse de la consommation d'eau par les porcs et/ou pour le nettoyage des équipements conduira à une réduction des volumes d'effluents à stocker et à épandre, d'où indirectement une réduction de la consommation d'énergie (et de GES) et du temps de main d'œuvre consacrés au stockage et à l'épandage des effluents.

Coûts

Le coût des systèmes d'abreuvement varie entre 25 et 40 € pour les pipettes et entre 45 et 60 € pour les bols (par équipement y compris la descente – hors coût de montage).

Pour le matériel de nettoyage, le coût d'achat est estimé entre 7 et 15 centimes d'euros par porc charcutier produit.

Applicabilité

Il n'y a pas de réserve particulière quant à l'application de ces techniques.

Facteurs incitatifs

La réduction de la consommation d'eau par l'élevage entraîne une réduction des coûts de production donc une amélioration possible de la marge brute de l'éleveur. Pour le poste abreuvement, la réduction du gaspillage peut engendrer une réduction du volume d'effluent à stocker et à épandre, ce qui représente un gain de temps et des économies possibles sur les postes stockage et épandage.

Au niveau réglementaire, l'utilisation raisonnée de l'eau en élevage appartenant à la rubrique 3660 (cf fiche PVB 21 – Le BREF Elevage) est mentionnée dans la MTD 2 (Bonne organisation interne), la MTD 5 (utilisation rationnelle de l'eau) et la MTD 29 (Surveillance des paramètres des procédés) de la version 2017 du BREF Elevages (Décision d'exécution UE 2017/302 et Santonja et al., 2017) :

- MTD 2d : Contrôle, réparation et entretien régulier des structures et des équipements tels que les systèmes de distribution d'eau et d'aliments.



- MTD 5a : Tenir un registre de la consommation en eau
- MTD 5b : Détecter et réparer les fuites d'eau
- MTD 5c : Utiliser des dispositifs de nettoyage à haute pression pour le nettoyage des hébergements et des équipements
- MTD 5d : Choisir des équipements appropriés spécifiquement adaptés à la catégorie animale considérée et garantissant l'accès à l'eau
- MTD 5e : Vérifier, et si nécessaire, adapter régulièrement le réglage de l'équipement de distribution d'eau
- MTD 5f : Réutiliser les eaux pluviales non polluées pour le nettoyage.
- MTD 29 a (consommation d'eau) : Relevé de la consommation en eau au moins une fois par an

Etat des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont assez largement diffusées au sein des élevages français.

Pour en savoir plus

- *Chambre d'agriculture de Bretagne, IFIP, ANSES, FNP, COOP de France, INAPORC, AVPO, SNGTV, 2018. Fiches 1 à 7. 14 pp. [http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/31194/\\$File/Fiches%20Abreuvement.pdf?OpenElement](http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/31194/$File/Fiches%20Abreuvement.pdf?OpenElement)*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *Lagadec S., Bellec F., Masson L., Dappelo C., Landrain P., Guingand N., 2015. Enquête sur 31 laveurs d'air en porcherie en Bretagne, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement de l'ammoniac. 47^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France : 177-182 <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2015/enviro/05E.pdf>*
- *Massabie P. 2001. L'abreuvement des porcs. 6pp <https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/abreuvement.pdf>*
- *Massabie P., Aubert C., Ménard J.L., Roy H., Boulestreau-Boulay A.L., Dubois A., Dezat E., Dennery G., Roussel P., Martineau C., Brunschwrig P., Thomas J., Quilien J.P., Briand P., Coutant S., Fulbert L., Huneau T., Lowagie S., Magnière J.P., Nlcloud M., Piroux D., Boudon A., 2013. Maîtrise des consommations d'eau en élevage : élaboration d'un référentiel, Identification des moyens de réduction, construction d'une démarche de diagnostic. Innovations Agronomiques 30 : 87-101*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche P17 Techniques pour une utilisation efficace de l'eau – Approche générale. 7 pages.





Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Eau

Abreuvoirs économes en eau

Objectif et principe

- Réduire la consommation d'eau
- Éviter le gaspillage de la ressource en eau.

La technique consiste à réduire le gaspillage et les fuites pour l'eau destinée à l'abreuvement des animaux, c'est-à-dire toutes les utilisations n'étant pas immédiatement en rapport avec les besoins physiologiques des animaux, en mettant en œuvre les pratiques suivantes :

- Mettre en place des abreuvoirs adaptés permettant d'éviter les gaspillages par les animaux,
- Régler correctement et contrôler les débits à l'abreuvoir,
- Vérifier les quantités d'eau utilisées au moyen d'un compteur,
- Détecter et réparer les fuites du système d'eau.

Mise en place

Plusieurs types d'abreuvoirs sont disponibles sur le marché (Figure 1) :

- **Les pipettes** : apprentissage facile, propreté assurée mais gaspillage important si les débits sont mal réglés ou si la hauteur de la pipette n'est pas appropriée.
- **L'abreuvoir pousse tube** : il équipe généralement les nourrisoupes ou il peut être disposé au-dessus d'une augette (possibilité de souillure).
- **L'abreuvoir à bol et palette** : adaptation rapide des animaux, gaspillage limité et propreté correcte. Le bol est généralement en fonte, mais il existe des appareils avec bol en matériau synthétique ou en tôle inoxydable ayant la forme d'un groin.
- **L'abreuvoir à niveau constant ou à membrane** : il équipe généralement les auges collectives comme en verraterie – gestante. Selon le niveau d'eau laissé en fond d'auge, l'adaptation est rapide et le gaspillage d'eau est très limité.

Le bon fonctionnement d'un abreuvoir dépend essentiellement :

- de son débit,
- du nombre d'animaux par abreuvoir,
- de sa hauteur par rapport au sol.

Le débit et le montage doivent tenir compte du type d'abreuvoir et du stade physiologique de l'animal.

Les **débits d'eau aux abreuvoirs** doivent être contrôlés périodiquement. A l'aide d'une surbotte et d'une balance, on pèse l'eau qui s'écoule pendant une minute. Si le débit obtenu est différent de celui recommandé pour le stade physiologique concerné, il faut modifier le réglage du gicleur après s'être assuré que la pression est correcte et constante (entre 0,8 et 3,0 bars) au niveau de l'installation.



Pour certains bols, l'ajustement se fait au travers d'une vis placée sur la palette ou d'une pastille ajourée à tourner à l'intérieur de la canalisation. Pour les sucettes et les abreuvoirs « pousse tube », il faut démonter le mécanisme pour intervenir sur le gicleur.

De plus, afin de régler correctement le débit, il est nécessaire de maîtriser la pression dans la canalisation :

- Pression trop faible : installation d'une vessie dimensionnée selon la quantité d'eau consommée par l'ensemble des points de livraison positionnés en aval
- Pression trop forte : installation d'un détendeur ou d'un réducteur de pression équipé d'un manomètre de lecture. Pour des circuits longs, plusieurs régulateurs de pression sont à prévoir.

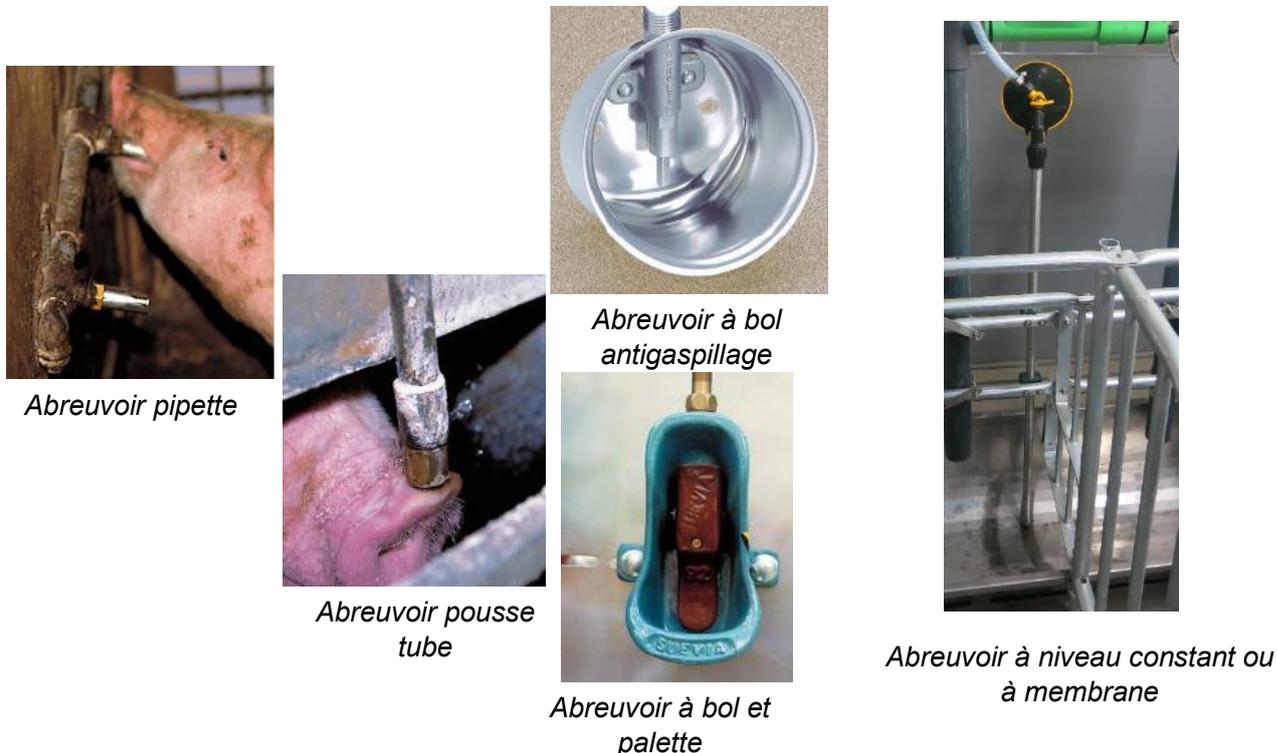


Figure 1 : Les différents types d'abreuvoir existants (Source : ITP, 2001)

Il faut choisir des diamètres de canalisation suffisants pour limiter la vitesse de l'eau à moins de 2 m/s. Une vitesse supérieure entraîne des risques de sifflements, des coups de bélier et une usure excessive de certaines pièces. Le diamètre d'une canalisation est déterminé à partir du débit maximal (nombre d'abreuvoirs x débit par abreuvoir). On peut ainsi définir les sections de tuyau à utiliser en fonction du volume d'eau qui transitera par minute.

Par ailleurs, il est recommandé de placer un filtre en amont, les gicleurs des abreuvoirs pouvant partiellement être obstrués par des corps étrangers. Il est également préférable de les nettoyer périodiquement (lors d'un vide sanitaire) plutôt que d'intervenir lors d'un problème avéré.

Le **nombre d'animaux** et la bonne **position d'installation** des abreuvoirs (localisation et hauteur) garantissent leur bonne utilisation par les animaux. Les recommandations d'installations pour les pipettes et les bols sont données dans le tableau suivant :



Tableau 1 : Recommandations pour l'installation des systèmes d'abreuvement en fonction de la catégorie animale (extrait de Chambre d'Agriculture de Bretagne *et al.*, 2018)

Catégorie animale	Type d'abreuvoir	Nombre maxi d'animaux par abreuvoir (alimentation sèche)	Nombre maxi d'animaux par abreuvoir (alimentation soupe)	Hauteur de fixation (cm) Mini-maxi (moyenne)	Débit (L/min)
Porcelet sevré	Pipette	10	20	15-50 (30)	0,5 – 0,8
	Bol	18		8-15 (12)	0,8
Porc charcutier (25-115 kg)	Pipette	10	20	45-80 (55)	0,5 – 0,8
	Bol	18		15-30 (23)	0,8 – 1,0
Truie gestante	Pipette	5	20	60-90 (80)	1,5
	Bol	10 (logement type bât-flanc et réfectoire courette) 50 (logement type DAC)	20 (logement type bât-flanc et réfectoire courette) 50 (logement type DAC)	25-40 (32)	1,0
Truie allaitante	Pipette	1 par truie	1 par truie	90	1,5
	Bol			5-10 (8)	1,0

Bénéfices environnementaux

Lorsque le débit du dispositif d'abreuvement est élevé, la consommation d'eau est plus importante, sans qu'il y ait une amélioration des performances. Ce phénomène est accentué quand le porc est soumis à des températures élevées. Dans ce cas, l'animal cherche à se mouiller pour augmenter les pertes de chaleur. Pour un abreuvoir de type bol, le débit de 1 L/min semble le mieux adapté (Tableau 1).

Avec certains équipements (sucette, bouton poussoir), le débit peut être inférieur, de l'ordre de 0,5 L/min. Dans ce cas, la consommation d'eau est réduite (Tableau 2).

Tableau 1 : Incidence du réglage du débit sur le taux de dilution (l/kg d'aliment – source : ITP, 2001)

Dilution (l/kg)	Abreuvoir bol à palette	
	Débit (3 l/min)	Débit (1 l/min)
Hiver	3,52	2,56
Eté	6,58	3,37

Tableau 2 : Incidence du type d'abreuvoir sur le taux de dilution (l/kg d'aliment – source : ITP, 2001).

Dilution (l/kg)	Abreuvoir bol (l/min)	Poussoir Nourrisoupe (0,5 l/min)
Hiver	3,37	2,38
Eté	2,56	2,01

Effets croisés

Une baisse de la consommation d'eau conduira à une réduction des volumes d'effluents à stocker et à épandre, d'où indirectement, une diminution de la consommation d'énergie et du temps de main d'œuvre consacrés à l'épandage des déjections.



Coûts

Pour les pipettes, le coût varie entre 25 et 40 € pour l'achat de l'équipement, hors coût de montage alors que celui des bols varie entre 45 et 60 € (descente compris mais hors coût de montage - Chambre d'Agriculture de Bretagne *et al.*, 2018).

Applicabilité

Il n'existe pas vraiment de limite d'applicabilité pour les abreuvoirs économes sinon dans leurs bonnes mises en œuvre. Pour les bols, on veillera à les garder propre et on s'attachera tout particulièrement à respecter les hauteurs d'installations pour les pipettes pour limiter le gaspillage.

Facteurs incitatifs

Une diminution de la consommation d'eau par l'élevage entraîne une réduction des coûts de production donc une amélioration possible de la marge brute pour l'éleveur.

Une diminution de la consommation d'eau pour l'abreuvement des animaux entraîne également une réduction du volume d'effluents à épandre, un gain de temps pour l'éleveur et une économie possible sur les consommations d'énergie à l'épandage.

Plusieurs techniques en lien avec l'utilisation d'abreuvoirs économes en eau sont considérées comme des MTD dans le BREF Élevages version 2017 (Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302), à savoir :

- la MTD 5 sur l'utilisation rationnelle de l'eau avec :
 - o MTD 5b : détecter et réparer les fuites d'eau,
 - o MTD 5d : choisir des équipements appropriés (par exemple abreuvoirs à tétine, abreuvoirs siphoniques, bacs à eau), spécifiquement adaptés à la catégorie animale considérée et garantissant l'accès à l'eau à volonté,
 - o MTD 5e: vérifier et, si nécessaire, adapter régulièrement le réglage de l'équipement de distribution d'eau.
- la MTD 2 sur la bonne organisation interne de l'installation avec
 - o MTD2d : contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements tels que les systèmes de distribution d'eau et d'aliments

État des lieux de l'application de cette technique

Ces abreuvoirs sont de plus en plus répandus dans les élevages français.



Pour en savoir plus

- *Chambre d'Agriculture de Bretagne, IFIP, Anses, FNP, Coop de France, Inaporc, AVPO, SNGTV. 2018. Fiches 3 et 4. 14p <http://www.bretagne.synagri.com/synagri/les-fiches-bien-etre>*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *GUIMONT H., POULIOT F., GODBOUT S., LEBLANC R., TURGEON M-J., 2005. Abreuvoir économiseurs d'eau utilisés au Québec. Comparaison des performances en engraissement. TechniPorc vol 28, n°4, pages 27 à 34.*
- *ITP, 2001. L'abreuvement des porcs. IFIP éd., Paris, France, plaquette 6 p.*
- *MASSABIE P., 2001. L'abreuvement des porcs. TechniPorc vol 24, n°6, pages 9 à 14*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr ; nadine.quingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Abreuvoirs économes en eau. 5 pages.





Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Energie

Maîtrise de la ventilation et de la température

Objectif et principe

Assurer l'évacuation des gaz toxiques (CO_2 , CH_4 , NH_3) tout en apportant l'oxygène nécessaire à la respiration des animaux.

Maintenir une température adaptée au stade physiologique des animaux pour de bonnes performances, en étant en bonne santé et sans troubles du comportement.

Par leurs métabolismes et leurs activités, les porcs produisent du dioxyde de carbone (CO_2), de la vapeur d'eau et également de la chaleur.

Les animaux doivent obligatoirement se refroidir pour maintenir leur température corporelle. Ainsi, les porcs perdent à la fois de la chaleur par la peau, ce qui contribue au réchauffement de l'air ambiant (chaleur sensible), mais aussi par vaporisation de l'eau dans les poumons (l'énergie qui a permis à l'eau de passer de l'état liquide à l'état de gaz sera libérée sous forme de chaleur lorsque la vapeur d'eau se condensera : c'est la chaleur latente). Plus la température ambiante est élevée, plus elle se rapproche de celle de la peau et moins la quantité de chaleur sensible perdue est importante. Or, la chaleur que le porc ne perd pas par la peau doit être perdue par la chaleur latente.

- Lorsque l'environnement est chaud, le porc augmente donc son rythme respiratoire pour augmenter l'évaporation d'eau dans ses poumons et ainsi compenser la diminution des pertes de chaleur par la peau. Ce mécanisme de thermorégulation est particulièrement efficace lorsque l'air ambiant est chaud et sec. En présence d'un air chaud et humide, ni la chaleur sensible ni la chaleur latente ne permettent à l'animal de réduire sa température corporelle. Le brassage d'air devient alors la seule alternative pour abaisser la température ressentie des animaux.
- Lorsque l'environnement est froid ou lorsqu'il est soumis à un courant d'air froid, le porc peut céder à son environnement plus de chaleur qu'il ne le doit pour réguler sa température, il a donc froid. Il peut alors se réchauffer via la peau, par conduction si l'animal est couché sur un plancher chauffant, un fumier en fermentation ou à proximité d'un congénère, par convection s'il est placé dans un flux d'air chaud, par rayonnement s'il est à proximité d'une lampe infrarouge ou radiant.

De l'ammoniac (NH_3) et du méthane (CH_4) provenant de l'urée et de la fermentation des fèces, sont également présents dans l'air des porcheries. La teneur en NH_3 dans l'air dépend de nombreux facteurs liés à l'alimentation des porcs, au type de sol (caillebotis partiel, caillebotis intégral, litière) mais aussi à l'importance du renouvellement de l'air par la ventilation.

Ainsi, la ventilation a pour rôle d'évacuer la vapeur d'eau, le CO_2 , le CH_4 , le NH_3 , et d'apporter l'oxygène nécessaire à la respiration des porcs toute l'année ; tout en limitant l'élévation de la température en période chaude et les déperditions de chaleur en période froide.



Mise en place

Évacuation des gaz produits par les animaux et apport d'oxygène toute l'année

La ventilation est le seul moyen d'évacuer l'humidité, le CO₂, le méthane et l'ammoniac produits et d'apporter l'oxygène nécessaire à la respiration des animaux.

Humidité : C'est la capacité de l'air à absorber la vapeur d'eau quand sa température s'élève qui permet l'évacuation de la vapeur d'eau produite par les animaux : plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau. L'air entrant dans les salles d'élevage en fonctionnement s'y réchauffe et se charge de vapeur d'eau puis en étant évacué vers l'extérieur, via la ventilation, il emporte cette vapeur d'eau hors du bâtiment.

Ammoniac : n trop forte concentration dans l'air ambiant, l'ammoniac peut présenter des effets toxiques à moyen ou long termes pour les hommes et les animaux qui y sont exposés quotidiennement. La législation du travail impose de ne pas dépasser la valeur moyenne d'exposition (VME = 10 ppm), pour une exposition quotidienne de 8 heures. La VME peut être dépassée sur une courte période, sans toutefois dépasser la valeur limite d'exposition (VLE = 20 ppm) qui permet d'éviter les effets toxiques immédiats ou à court terme de ce gaz (problèmes respiratoires notamment).

Dioxyde de carbone : une teneur dans l'air ambiant des salles d'engraissement inférieure à 0,2% met en évidence un renouvellement d'air important, tandis qu'une teneur supérieure à 0,4% indique une sous ventilation.

Evacuation de la chaleur produite par les animaux

La chaleur produite par les animaux est évacuée de deux façons :

- *par le renouvellement de l'air des salles assuré par la ventilation* :

Le renouvellement de l'air est le principal moyen de refroidissement des salles. En effet, les pertes de chaleur par la ventilation représentent 70 à près de 100 % des pertes de chaleur totales du bâtiment. Une surventilation provoque donc le refroidissement des porcs en salle d'engraissement ou un gaspillage de chauffage dans les salles chauffées (maternité et post sevrage) (cf. fiche Ventilation des bâtiments économes en énergie).

Les entrées d'air utilisant des locaux tampons ventilés permettent en hiver de faire entrer de l'air moins froid dans la salle que celles qui font entrer l'air directement de l'extérieur. Les couloirs et les combles dans lesquels passe l'air avant d'entrer dans les salles sont, par exemple, des locaux tampons ventilés. En effet, la salle cède de la chaleur non pas directement à l'extérieur du bâtiment, mais au couloir où l'air entrant se réchauffe, permettant de récupérer selon le débit 85 à 95 % de la chaleur perdue. Si cet air passe ensuite dans un comble isolé, 75 à 85 % de la chaleur traversant le plafond sont récupérés par l'air entrant qui arrive ainsi moins froid dans les salles. Pour que le local tampon soit efficace, il faut que le trajet de l'air y soit important.

- *par déperdition par les parois* :

L'isolation des parois (murs et toitures) a pour rôle principal de limiter les transferts thermiques entre l'intérieur et l'extérieur (cf. fiche Isolation des bâtiments).

En hiver, elle permet de réduire le refroidissement des salles, et donc d'éviter que les animaux ne perdent plus de chaleur que ce qu'ils doivent pour maintenir leur température corporelle.

En été, l'isolation a pour rôle de limiter le réchauffement des salles, notamment limiter l'effet four dans les combles liés à la toiture qui retransmet la chaleur des rayons du soleil à l'air avant qu'il ne rentre dans les salles, afin de permettre aux porcs d'évacuer suffisamment de chaleur et de ne pas avoir besoin d'augmenter leur rythme respiratoire de façon trop importante.

En outre, l'isolation permet de limiter les échanges de chaleur entre les animaux et les parois par conduction et rayonnement (pertes de chaleur en hiver ou réchauffement en été).



Conditions thermiques optimales pour les animaux

La température ambiante de la salle doit être corrigée par les effets de la vitesse de l'air sur les animaux et de l'humidité au sol, pour obtenir la température que les porcs ressentent. Leur comportement est un bon indicateur de cette température. En effet, la position que les porcs adoptent pour se coucher leur permet de réduire ou d'augmenter leur déperdition de chaleur par la peau. La puissance et la hauteur des appareils de chauffage pourront donc être adaptées à la situation.

Tableau 1 : Températures recommandées pour l'élevage des porcs sur caillebotis (source : IFIP, 2008 et 2019)

	Température minimale	Température optimale
Maternité (pour les truies)*	22°C	24 °C
Gestante	20°C	21 – 22 °C
Post sevrage	27 à 24°C	28 – 24 °C
Engraissement	22°C	24 °C

* coin à porcelets : naissance, 30 – 32 °C / sevrage, température ambiante

En hiver, la nécessité d'évacuer le CO₂, le méthane, l'ammoniac et la vapeur d'eau produit par le métabolisme des porcs et leur effluent, imposant de ventiler, est antagoniste à la nécessité de conserver la chaleur à l'intérieur des salles impliquant de ventiler le moins possible.

Le débit minimum de ventilation est le débit nécessaire pour évacuer la vapeur d'eau produite par des animaux jeunes pour le stade physiologique considéré (entrant dans une salle), par temps froid (moins de 5°C).

- En post-sevrage, par temps froid et au débit minimum de ventilation, la somme des déperditions de chaleur par le renouvellement d'air et par les parois est supérieure à la production de chaleur sensible des porcelets. La salle met longtemps avant d'atteindre la température minimale recommandée (Tableau 1), il est donc nécessaire de chauffer.
- En engraissement, dans les mêmes conditions, ces déperditions totales de chaleur sont approximativement équivalentes à la production de chaleur sensible des porcs, il n'est donc pas obligatoire de chauffer même si cette pratique reste intéressante notamment sur les dix premiers jours de présence et sur des animaux relativement légers (35 – 40 kg) pour assurer un bon démarrage du lot.

Le respect du débit minimum associé à la coordination du chauffage et de la ventilation permet d'éviter les dépenses de chauffage inutiles (en post sevrage) ou d'éviter une température trop basse (en engraissement) (cf. fiche Ventilation des bâtiments économes en énergie).

En été, le débit maximum est calculé pour limiter l'élévation de la température de la salle et non pas pour évacuer toute la chaleur produite par les animaux.

En cas d'arrêt de la ventilation, le principal moyen de refroidissement de la salle et le seul moyen d'évacuation de la vapeur d'eau ne sont plus opérationnels. Le porc ne peut donc plus se refroidir par la chaleur sensible parce que la température de la salle est proche de celle de sa peau. Il ne peut également plus se refroidir par vaporisation de l'eau dans ses poumons car l'air qu'il inspire est chaud et saturé en eau. La température de l'air ne s'élève pas dans les poumons et n'absorbe pas de vapeur d'eau, la respiration ne permet donc plus le refroidissement de l'animal.

Le dispositif qui fait entrer l'air dans les salles est en grande partie responsable du bon ou du mauvais fonctionnement du bâtiment. La connaissance des caractéristiques des différentes entrées d'air et des règles d'installation qui en découlent est indispensable pour en choisir une, la dimensionner et l'installer correctement. Si les sections d'entrée d'air entre l'extérieur et l'intérieur sont insuffisantes, il peut y avoir de la « concurrence » entre salles, conduisant à des inversions de circuits d'air.



Le boîtier de contrôle de la ventilation permet de modifier la vitesse de rotation des ventilateurs en fonction de la température ou du renouvellement de l'air dans le cas de ventilateur avec contrôle du débit. Chaque boîtier est relié à une sonde de température. La précision de ces sondes est à vérifier une à deux fois par an, on veillera également à bien les nettoyer. La sonde reflète rarement la température exacte au niveau des animaux étant donné qu'elle doit être hors de leur portée. Elle peut se trouver dans un air plus chaud ou plus frais en fonction de son emplacement, il faut donc tenir compte de ces éléments pour l'interprétation de la température qu'elle indique.

La température de consigne du chauffage est à programmer sur le boîtier de régulation de la ventilation pour avoir une bonne coordination des deux systèmes. En dessous de cette température, les chauffages « tout ou rien » fonctionnent à pleine puissance. Pour une gestion de l'ambiance à la fois homogène et constante dans le temps, il faut privilégier l'installation de ligne électrique régulée pour les dispositifs de chauffage. Elle permet une montée et descente en température progressive du corps chauffant. Le chauffage doit au moins fonctionner jusqu'à atteindre la température minimum recommandée. La température de consigne de ventilation doit permettre d'obtenir une température ambiante dans la salle la plus proche possible de la température optimale recommandée pour chacun des stades physiologiques (cf Tableau 1) Il n'est pas souhaitable de continuer à chauffer lorsque le ventilateur accélère sauf dans certains cas particuliers (sevrage).

Il est indispensable d'être vigilant sur la coordination du fonctionnement de la ventilation et du chauffage pour éviter les gaspillages d'énergie (cf. fiche Ventilation des bâtiments économes en énergie).

Le préchauffage permet de terminer le séchage de salles, d'éviter que les animaux soient en contact ou à proximité de surface froide, d'atteindre rapidement la température adaptée pour de bonnes performances. La ventilation au débit minimum est nécessaire pendant cette phase afin d'apporter l'oxygène aux brûleurs des générateurs d'air chaud et pour éviter les accumulations d'ammoniac si la préfosse n'a pas été lavée. Une aération insuffisante peut conduire à la formation de monoxyde de carbone, gaz inodore mais mortel.

Bénéfices environnementaux

De par sa bonne gestion et son adéquation aux besoins des animaux, la maîtrise de la ventilation dans les bâtiments d'élevage peut conduire à une réduction de la consommation d'énergie et à l'émission de GES liés à ce poste. (Fiches Ventilation économe – Chauffage économe)

Effets croisés

Si la température est insuffisante et/ou la vitesse de l'air arrivant sur les animaux est élevée, divers désordres sanitaires ou comportementaux peuvent apparaître (toux, diarrhée, morsure...). De plus, quand la température diminue, le porc utilise une proportion plus importante de l'aliment qu'il consomme, pour le maintien de sa température. La quantité d'aliment consommé peut donc augmenter dans le cas d'une alimentation à volonté, ou on peut voir apparaître des retards de croissance dans le cas d'une alimentation rationnée.

Une bonne isolation permet d'éviter la condensation. Lorsque l'air se refroidit, sa capacité à contenir de la vapeur d'eau décroît. Si un air chaud et chargé en vapeur d'eau vient au contact d'une surface froide, il se refroidit et ne peut plus contenir autant de vapeur d'eau. Celle-ci va se condenser et mouiller la surface froide, voire se mettre à ruisseler.

La condensation peut ainsi apparaître sur les sols et les parois des salles après l'entrée des animaux, surtout par temps froid dans des salles non préchauffées ou insuffisamment avant l'entrée des animaux.

Dans les situations extrêmes, on peut trouver du brouillard (condensation) dans les porcheries, soit parce qu'il fait très froid et qu'on ventile peu pour essayer de conserver la chaleur, soit parce que la ventilation s'arrête et que la vapeur d'eau ne peut plus sortir.



Applicabilité

La maîtrise des débits et le bon fonctionnement des boîtiers de régulation de la ventilation et du chauffage ne sont qu'une question de réglage à adapter en fonction du stade physiologique et de la saison.

La conception des entrées d'air et de l'isolation doivent être particulièrement bien réfléchies lors de la construction du bâtiment.

Facteurs incitatifs

La maîtrise de la ventilation en coordination avec la régulation du système de chauffage et en association avec une bonne isolation, permet de maîtriser l'ambiance dans les salles et donc mettre les animaux dans les meilleures conditions pour exprimer leur potentiel.

Cela signifie, moins de problèmes de santé et de comportement, une consommation alimentaire optimisée par rapport à la croissance des animaux, moins de gaspillage d'énergie.

D'un point de vue réglementaire, la maîtrise de la ventilation et de la température est reconnue comme une MTD dans le BREF Élevages version 2017 (MTD 8 – Utilisation rationnelle de l'énergie - Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) avec :

- MTD 8a : Mise en place de systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation à haute efficacité
- MTD 8b : Optimisation des systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation de même que leur gestion, en particulier en cas d'utilisation de systèmes d'épuration d'air,
- MTD 8c : Isolation des murs, sols et /ou plafonds des bâtiments d'hébergement.

Elles sont complétées par la MTD 2d qui s'inscrit dans un cadre plus général : contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements tels que les systèmes de ventilation et les sondes de température.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Les structures d'appui dispensent des conseils et des formations sur cette thématique pour sensibiliser les éleveurs à une gestion optimisée de la ventilation.

Pour en savoir plus

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- IFIP, 2006. *Manuel de chauffage et de ventilation pour les bâtiments d'élevage porcin*. IFIP éd., Paris, France, 56 p.
- IFIP, CRAB, 2008. *Maîtrise de la ventilation et du chauffage en porcherie*. IFIP éd., Paris, France, 56 p.
- IFIP, CRAPL et CRAB, 2013. *Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+). Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine*. 72 p. <http://www.rmt-batiments.org/spip.php?article221>
- IFIP, 2019. *BâtiSanté, des bâtiments maîtrisés pour des porcs en bonne santé : guide visuel d'autodiagnostic et fiches techniques*. 40 p. <https://www.ifip.asso.fr/fr/content/formulaire-de-demande-de-t%C3%A9l%C3%A9chargement-du-guide-ifip-b%C3%A2tisant%C3%A9>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs*; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf



Contacts : yvonnick.rousseiere@ifip.asso.fr; nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Maîtrise de la ventilation et de la température en porcherie. 6 pages.





Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Energie
GES

Techniques pour une réduction efficace de la consommation d'énergie – Approche générale

Objectif et principe

Au niveau d'un élevage de porcs, sur une base de 983 kWh par truie (et sa suite) et par an, le chauffage représente 46 % des dépenses énergétiques et la ventilation, 39 % (Etude URE, ADEME, 2007). La réduction de la consommation d'énergie dans un élevage peut être réalisée en agissant (par ordre de priorité) :

- 1) Sur le chauffage,
- 2) Sur la ventilation,
- 3) Sur l'éclairage,
- 4) Et sur la préparation et distribution des aliments.

Avant même d'envisager des solutions coûteuses en acquisition de matériel neuf, énergétiquement plus économe, de bonnes pratiques peuvent facilement être mises en place par l'éleveur.

Mise en place

La consommation d'énergie varie en fonction des catégories animales et des postes (chauffage, ventilation, alimentation, éclairage – Tableau 1)

Tableau 1 : Références de consommation d'énergie par poste et par stade (*) (IFIP et al., 2013)

	Conso. de référence tout type confondu	Conso. de référence chauffage	Conso. de référence ventilation	Conso. de référence alimentation	Conso. de référence éclairage	Unité
Stade physiologique concerné	Filière porcine					
Maternité	900	729	90	9	72	kWh/place
Post-sevrage	85	67	12	1	5	kWh/place
Engraissement	40	0	36	3	1	kWh/place
Gestation	160	0	144	8	8	kWh/place

(*) Pour un élevage naisseur-engraisseur avec bâtiments en coque de panneaux béton isolés (15cm) et ventilation salle par salle avec plafond diffuseur de type perf-alu +10 cm de laine de verre. Maternité de 24 places, post-sevrage et engraissement de 200 places chacun et verraterie-gestante de 150 places





La bonne pratique environnementale d'élevage (BPEE) consiste tout d'abord à appliquer les bonnes pratiques agricoles (BPA) pour la gestion environnementale (Cf. Fiche PVB11 : Système de management environnemental et bonnes pratiques).

Entretien du matériel :

D'une manière générale, l'entretien du matériel permet d'optimiser les consommations, notamment celles des systèmes de ventilation (gaines et ventilateurs) et de chauffage qui évoluent dans une ambiance agressive et un empoussièremement élevé. L'efficacité des échangeurs de chaleur ou des systèmes de chauffage à ailette peut être particulièrement affectée par l'accumulation de poussières sur les zones d'échanges.

Il faut également vérifier le bon fonctionnement de tous les appareils électriques et les entretenir régulièrement. Par exemple, il est conseillé de contrôler les fuites sur les circuits d'air comprimé pour limiter le nombre de cycles de fonctionnement du compresseur et donc les consommations électriques inutiles.

Couple chauffage-ventilation

Le technicien d'élevage et l'éleveur doivent veiller aux réglages des consignes de ventilation et de chauffage afin d'avoir une bonne coordination du couple chauffage-ventilation.

En effet, ce dernier constitue le point essentiel de la gestion de l'ambiance d'une salle et donc des performances techniques. Il s'agit de déterminer le meilleur compromis, chaque réglage ayant une action antagoniste sur l'autre.

Avec une consigne de chauffage supérieure à la consigne de ventilation, le débit de ventilation est supérieur au minimum. Ce réglage a un intérêt technique car il permet d'assainir l'air ambiant dans les salles, en limitant la sous-ventilation, tout en maintenant la température la plus proche possible de la zone de confort thermique des animaux. Néanmoins, cela conduit à un gaspillage de chaleur, surtout en hiver où les pertes thermiques dues au renouvellement de l'air, peuvent être importantes (Figure 1).

Afin de pallier cela, il suffit d'appliquer une consigne identique ou légèrement supérieure ($0,5^{\circ}\text{C}$) entre le chauffage et la ventilation.

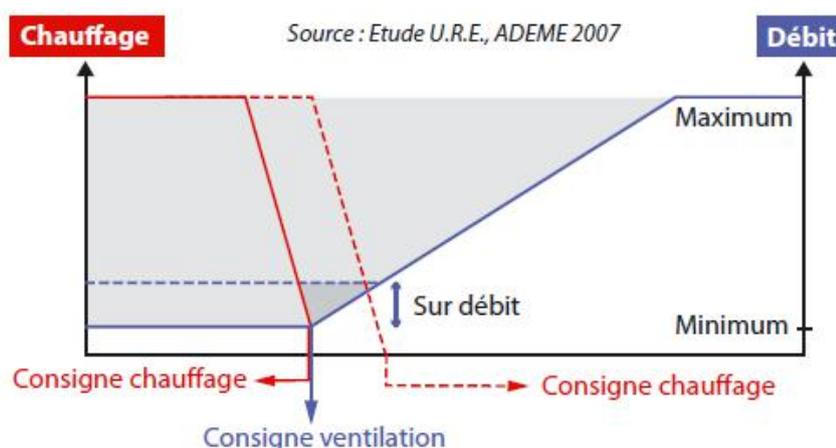


Figure 1 : Coordination du couple chauffage-ventilation (cas d'un chauffage régulé – IFIP, 2008)

La consigne de ventilation étant évolutive dans le temps selon le poids des animaux, il faut modifier régulièrement la consigne de chauffage pour qu'elle suive la même évolution. Les boîtiers de régulation permettant un paramétrage combiné du chauffage et de la ventilation, via des décalages de courbes notamment, s'adaptent de manière optimale aux besoins des animaux : des réductions de consommation significatives sont souvent observées.

Il est essentiel de fournir un bon contrôle de la température par un positionnement adéquat des sondes thermiques, et de contrôler périodiquement leur étalonnage.

Les risques de mauvaise gestion du couple chauffage-ventilation peuvent être limités en utilisant la même sonde.

Toujours dans l'optique de limiter les pertes d'énergie (chauffage) occasionnées par un mauvais réglage de la ventilation, il est capital de contrôler les débits d'air.

Tableau 2 : Consommations énergétiques liées au chauffage pour une salle de post-sevrage en fonction du débit minimum d'air à l'entrée des porcelets.

Consigne minimum de ventilation en début de post-sevrage	Consommation d'énergie en chauffage
3 m ³ /h/animal	6,68 kWh/porc produit
4 m ³ /h/animal	9,02 kWh/porc produit
5 m ³ /h/animal	12,29 kWh/porc produit
6 m ³ /h/animal	14,82 kWh/ porc produit
7 m ³ /h/animal	17,40 kWh/porc produit

Source : IFIP, calculs effectués avec le logiciel StaldVent

Le calcul a été réalisé pour une salle de 250 places, située en coin de bâtiment, avec panneaux béton isolés et plafond diffuseur. Pour une ventilation minimum de 3 m³/h/animal en début de bande (valeur conseillée par l'IFIP) la consommation d'énergie par porc produit est 2 fois moins importante que celle obtenue avec 5 m³/h/animal (valeur fréquemment observée en élevage) (Tableau 2).

Une bonne maîtrise des débits de ventilation peut donc permettre des économies appréciables sur le chauffage sans pour autant dégrader l'ambiance et sans investissement supplémentaire.

La mise en place de trappes de freinage manuelle durant la saison hivernale ou la mi-saison est aussi une solution connue permettant de limiter les pertes liées au renouvellement de l'air. En pratique, leur utilisation reste délicate et chronophage, notamment sur les jours avec des températures extrêmes (exemple, nuit fraîche et journée chaude). Pour une régulation fine et précise du débit d'extraction d'air, il faut privilégier l'installation d'une trappe motorisée associée à une mesure de la vitesse d'air dans la cheminée.

Des éléments complémentaires sont fournis dans les fiches P21 : Ventilation économes en énergie et P22 : Chauffage économes en énergie.

Isolation des bâtiments

Les consommations d'énergie peuvent également être réduites en augmentant le niveau d'isolation. Toutefois, agir sur l'isolation suppose des investissements onéreux. Il est donc nécessaire de bien concevoir l'isolation du bâtiment lors de sa construction.

Cette technique fait l'objet d'une fiche spécifique (cf. Fiche P23 : Isolation des bâtiments).

Ventilation économe

La mise en œuvre d'éco-ventilateurs ou de variateurs de fréquence sur des ventilateurs classiques est une voie de réduction de la facture énergétique. Ces techniques font l'objet d'une fiche spécifiques (cf Fiche P21 : Ventilation économe en énergie).



Système d'éclairage

L'installation de système d'éclairage économe en énergie (diode électroluminescente (LED), ballast éco-énergétique ou de dernière génération, détecteur automatique de présence...) peut permettre de réaliser des économies intéressantes sur les consommations énergétiques.

Cette technique fait l'objet d'une fiche spécifique (cf. Fiche P24 : Éclairage économe en énergie).

Distribution des aliments :

La distribution manuelle est évidemment moins gourmande en énergie mais s'avère coûteuse en main d'œuvre. Le transfert pneumatique est le système de distribution le plus consommateur, le transfert mécanique étant intermédiaire entre les deux autres techniques.

Dans le cas d'une distribution automatique, deux systèmes permettent de limiter les consommations : le démarrage progressif de la fabrication ou l'installation d'un variateur de fréquence sur la machine à soupe.

Par ailleurs, la distribution d'une alimentation sèche est moins consommatrice d'énergie en comparaison d'une alimentation sous forme de soupe (Figure 2).

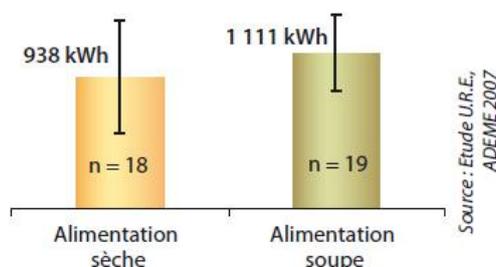


Figure 2 : Incidence du mode de distribution de l'aliment sur la consommation électrique (en kWh/truie/an).

Ainsi une alimentation sèche pourrait permettre une économie de 173 kWh/truie/an (environ 8,2 kWh/porc charcutier produit), soit près de 16 % de la consommation électrique totale de l'élevage.

Malgré cela et contrairement aux autres thématiques (chauffage, ventilation, isolation...), les économies d'énergies rentrent peu dans le critère d'achat des éleveurs sur ce poste. Le choix du mode de présentation de l'aliment (sec ou soupe) se fait avant tout sur des critères techniques : mode de rationnement, temps de préparation et de distribution, disposition et aménagement des cases...

Orientation et organisation des bâtiments :

Lors de la construction d'un bâtiment neuf, il est nécessaire de bien penser l'implantation du bâtiment ainsi que son organisation pour limiter les consommations d'énergie.

Pour limiter les surfaces déperditives, il faut :

- positionner le bâtiment à l'abri des vents (éviter de le placer en haut d'une colline par exemple).
- orienter le bâtiment dans le sens du vent afin que seuls les pignons soient exposés aux vents dominants.
- veiller à enterrer les préfosse pour limiter les pertes de chaleur au niveau du stockage du lisier.

En outre, l'organisation intérieure des bâtiments peut également permettre de limiter les pertes thermiques. Ainsi, les salles des stades physiologiques chauffés ne seront pas positionnées en pignon. Il faut également privilégier les doubles couloirs qui isolent les salles de l'extérieur (locaux



tampons ventilés). Enfin, la présence de nurserie implique une diminution importante des consommations en chauffage.

L'ensemble de ces techniques, lorsqu'elles sont menées conjointement peuvent permettre d'atteindre les objectifs fixés pour les bâtiments d'élevage à basse consommation d'énergie (BEBC – IFIP *et al.*, 2013). En élevage porcin, cela ne concerne que les bâtiments qui accueillent des animaux. Pour être reconnu BEBC, une obligation de moyens doit être respectée pour un objectif de résultats, à savoir ne pas dépasser, à l'échelle du bâtiment, un seuil de consommation d'énergie (Tableau 3).

Elles peuvent être combinées avec d'autres techniques qui vont réduire les consommations d'énergie en récupérant des énergies renouvelables produites par l'activité elle-même (échangeurs de chaleur, ...) (cf. Fiche 25 : Échangeurs de chaleur).

Des techniques de production d'énergie vont compléter ces dispositifs : utilisation des énergies éolienne et solaire, valorisation de la biomasse, méthanisation (cf. Fiche PVB13 : Produire de l'énergie (éolien, solaire, biomasse) et Fiche PVB9 : Traitement anaérobie du lisier/fumier dans une unité de méthanisation).

L'objectif est ici de produire en complément, autant que ce qui a été consommé par le bâtiment, voire plus. Dans ce cas, le bâtiment devient un bâtiment à énergie positive (BEBC+ - IFIP *et al.*, 2013).

Tableau 3 : Objectif de résultats pour un bâtiment BEBC (IFIP, 2013).

	Consommation de référence actuelle	Consommation maximale pour obtenir un BEBC	Unité	Pourcentage d'économie à atteindre
Stade physiologique concerné	Filière porcine			
Maternité	900	540	kWh/place	40 %
Post-sevrage	85	51	kWh/place	40 %
Engraissement	40	20	kWh/place	50 %
Gestation	160	80	kWh/place	50 %
Tous stades confondus	983	491	kWh/truie présente	50 %

Bénéfices environnementaux

La mise en œuvre de ces différentes techniques conduit à une réduction de la consommation d'énergie. En fonction des techniques, le niveau d'abattement peut être différent.

Pour en savoir plus :

- Fiche P21 : Ventilation économe en énergie
- Fiche P22 : Chauffage économe en énergie
- Fiche P23 : Isolation des bâtiments

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g éqCO₂



Coûts

En fonction des techniques mises en œuvre, les coûts d'investissement et de fonction peuvent être très différents. Pour plus de détails, se référer aux fiches suivantes :

- Fiche P21 : Ventilation économe en énergie
- Fiche P22 : Chauffage économe en énergie
- Fiche P23 : Isolation des bâtiments

Applicabilité

La modification des pratiques d'élevage (notamment réglage du couple chauffage-ventilation, et entretien du matériel) permet de réaliser des économies d'énergie conséquentes, en particulier sur le poste chauffage, sans nécessiter aucun investissement.

Cependant, l'entretien plus régulier du matériel, la vérification de l'étalonnage des sondes etc. impliquent un suivi plus important et sont donc exigeants en temps.

La mise en place de certaines pratiques demandera au préalable la réalisation d'un ou plusieurs diagnostics qui ont un coût. Néanmoins, les économies d'énergie envisageables compensent rapidement ces investissements.

Facteurs incitatifs

Une réduction du niveau d'utilisation d'énergie contribue à une réduction des coûts annuels d'exploitation.

Afin d'assurer une utilisation rationnelle de l'énergie, de nombreuses techniques présentées ici sont reconnues comme MTD dans le BREF Élevages version 2017 (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) :

- MTD 8a ; Systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation à haute efficacité,
- MTD 8b : Optimisation des systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation de même que leur gestion, en particulier en cas d'utilisation de systèmes d'épuration d'air,
- MTD 8c : Isolation des murs, sols et /ou plafonds des bâtiments d'hébergement.
- MTD 8d : Utilisation d'un éclairage basse consommation,

Elles sont complétées par la MTD 2d qui s'inscrit dans un cadre plus général : contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements. Ces entretiens réguliers évitent les surconsommations d'énergie.

Certaines techniques (isolations des bâtiments, éclairage économe...) sont éligibles aux aides du PCAEA (Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles).

Etat des lieux de l'application de cette technique

L'augmentation des coûts de l'énergie incite les éleveurs à mettre en œuvre des techniques visant à réduire la consommation énergétique tout en assurant des conditions optimales de qualité de l'air aux animaux qu'ils élèvent. Ces techniques de réduction de la consommation d'énergie sont donc de plus en plus largement mises en œuvre sur le terrain.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2007. *Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les bâtiments d'Elevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs.* ADEME éd., Angers, France, 83 p.
- Bartolomeu D., Amand G., Dollé J.B., 2007. *Réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments d'élevage.* *TechniPorc*, vol 30, n°2, pages 41-42.
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive*

2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>

- IFIP, 2006. Manuel de chauffage et de ventilation pour les bâtiments d'élevage porcin. IFIP éd., Paris, France, 56 p.
 - IFIP, 2007. Les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage de porcs. IFIP éd., Paris, France, brochure réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME, 4 p.
 - IFIP, 2008. Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire. IFIP éd., Paris, France, document réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME 20 p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/46249_plaquette_ifip_20p.pdf
 - IFIP, 2013. Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+) – Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine. IFIP éd. Paris, France, 72 p.
 - IFIP et CRAB, 2008. Maîtrise de la ventilation et du chauffage en porcherie. IFIP éd., Paris, France, 56 p.
 - IFIP, CRAPL et CRAB, 2013. Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+). Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine. 72 p. <http://www.rmt-batiments.org/spip.php?article221>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr ; nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Techniques pour une réduction efficace de la consommation d'énergie – Approche générale. 7 pages.





Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Energie
GES

Ventilation économe en énergie

Objectif et principe

L'objectif est de réduire les consommations d'énergie dues au renouvellement de l'air dans les bâtiments d'élevage. La ventilation représente 39% de la consommation d'énergie d'un élevage moyen. En engraissement et en verraterie-gestante, la ventilation représente 90% de l'énergie consommée (IFIP *et al.*, 2013).

La technique consiste à mettre en place un système de ventilation économe en énergie en veillant à :

- 1) adapter le dimensionnement du système aux besoins des animaux,
- 2) entretenir et nettoyer les gaines et ventilateurs, et les accessoires de contrôle,
- 3) utiliser des équipements plus efficaces et moins consommateurs.

Mise en place

La ventilation concerne l'ensemble des stades physiologiques. Le niveau de consommation peut être très variable en relation avec les caractéristiques des ventilateurs en place et leur régulation.

Le nombre et la puissance des ventilateurs doivent être choisis pour atteindre les débits maximum requis. Les débits maximum sont établis pour limiter l'élévation de la température à 6°C de plus que la température extérieure. Dans les zones où un écart moins important suffit, un débit maxi moindre peut être envisagé. Dans les zones où un écart supérieur est nécessaire, un débit maxi supérieur est indispensable (Tableau 1).

Tableau 1 : Débit mini et maxi en fonction des stades physiologique des animaux (m³/h/animal)

	Truies allaitantes	Truies gestantes	Post sevrage	Engraissement
Débit minimum (Dmin)	35	25	3	8
Débit maximum (D max)	250	150	30	65
Rapport D min/D max	7	6	10	8

Source : IFIP et CRAB (2008)

Un nettoyage régulier des ventilateurs permet d'éviter la surconsommation liée aux poussières qui s'y déposent et améliore la durée de vie du matériel. L'idéal est de procéder à cet entretien lors de chaque vide sanitaire.





La vérification, à minima une fois par an, de l'étalonnage des sondes thermiques reste aussi un élément essentiel pour être énergétiquement performant.

Les bâtiments d'élevage ayant un système de **ventilation centralisée** sont moins consommateurs d'énergie sur ce poste. En effet, avec une ventilation standard dynamique, chaque salle est équipée d'un ou plusieurs ventilateurs, tandis qu'avec une ventilation centralisée, une gaine unique collecte l'air vicié de tout le bâtiment et l'extrait à l'aide d'un ou deux blocs d'extraction équipés de turbines (ventilateurs de fort diamètre). De plus, les turbines utilisées pour ce type de ventilation sont moins gourmandes en énergie par mètre cube d'air extrait. L'utilisation de variateur de fréquence est aussi nettement plus économes que les systèmes conventionnels. En effet, la ventilation centralisée est généralement équipée d'une régulation par variateur de fréquence qui permet de diminuer les consommations d'énergie lorsque les besoins en ventilation diminuent. Avec un système « TRIAC » (utilisé pour réguler les ventilations classiques), lorsque les ventilateurs ont une diminution de régime, l'énergie qui n'est plus consommée par le ventilateur est en partie dissipée sous forme de chaleur.

Un ventilateur MultiFan de 920 mm de diamètre (couramment utilisé en ventilation centralisée) consomment une puissance de 37,4 W/1 000 m³ d'air contre 53,3 W/1 000 m³ d'air pour un ventilateur de 500 mm de diamètre (couramment utilisé en ventilation standard). Il y a donc bien une double économie d'énergie en faveur de la centralisation (Figure 1) :

- une au niveau de la régulation,
- une au niveau de la performance énergétique par m³ d'air extrait.

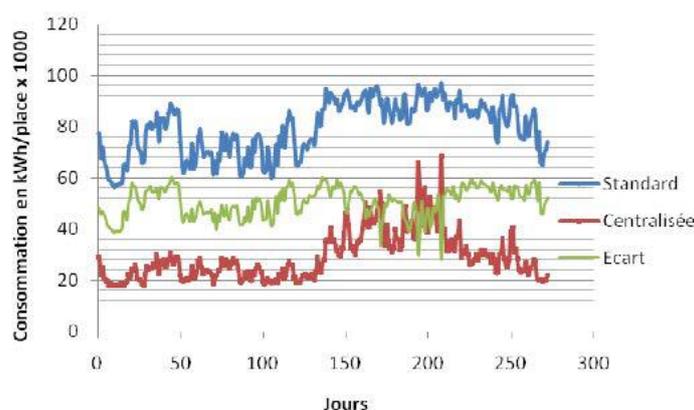


Figure 1 : Comparaison des consommations de la ventilation standard versus centralisée (IFIP, 2009)

Ainsi un élevage naisseur-engraisseur moyen consomme en engraissement 175,5 kWh/truie présente/an pour la ventilation avec un système classique, contre 64,1 kWh/truie présente/an avec une ventilation centralisée. L'économie d'énergie s'élève donc à hauteur de 111,4 kWh/truie/an (environ 5,3 kWh/porc charcutier produit), soit 60 % de la consommation d'énergie liée à la ventilation des bâtiments. Le supplément d'investissement, à la construction, d'une ventilation centralisée, peut alors être comblé par la réduction de la facture énergétique.

Il est possible par ailleurs de limiter les consommations des ventilateurs en optant pour des **équipements économes (éco-ventilateurs)**. Ce type de ventilateurs permet une économie de 65 à 90% par rapport à l'existant en fonction des modèles (Marcon, 2015 – Kergoulay et Rucard, 2019). L'économie d'énergie de ces ventilateurs réside dans le type et la qualité de la régulation du moteur (type asynchrone pour les ventilateurs classiques contre brushless pour les éco-ventilateurs – Marcon, 2015).

Hormis une modification de motorisation, de l'aérodynamisme des pales ou du type de courant nécessaire au fonctionnement du ventilateur, la mise en place de ventilateurs économes se

fait à l'identique des solutions de ventilation déjà existantes. Cependant, pour un diamètre équivalent, l'éco-ventilateur est capable d'extraire un débit d'air plus important (Tableau 2). Ainsi, le remplacement d'un ventilateur standard par un ventilateur économe peut permettre, sur des bâtiments existants, de résoudre des problèmes de sous-ventilation saisonnière ou de lutter plus efficacement contre les pics de chaleur durant l'été.

Tableau 2 : Valeurs indicatives du débit maximum des ventilateurs pour des pertes de charges de 50 Pa (IFIP, 2019)

Diamètre du ventilateur	Débit (m ³ /h)	
	Standard *	Econome
350 mm	2 500 – 2 800	2 800
400 mm	3 700 – 3 800	5 350
450 mm	5 000 – 5 500	7 000
500 mm	6 500 – 7 150	8 700
630 mm	9 700 – 9 900	13 100

* débit variable selon la date d'installation des ventilateurs

De plus, le mode de fonctionnement des ventilateurs économes garantit une meilleure maîtrise de la ventilation à bas régime. La conservation du couple du moteur au minimum de ventilation ainsi que des performances d'extraction d'un facteur 8 entre le débit minimum et maximum permettent de limiter la surventilation en période froide, généralement responsable de besoin de chauffage supplémentaire et donc de gaspillage énergétique. Le tableau 3 reprend l'ensemble des différences clés entre les ventilateurs classiques et les ventilateurs économes.

Tableau 3 : Principaux éléments différenciant les ventilateurs standards des ventilateurs économes (IFIP, 2019)

	Standard	Econome
Mode de fonctionnement	Signal 75 V pour le mini Signal 220 V pour le maxi	Signal 0 V pour le maxi Signal 10 V pour le mini
Ecart entre débits : mini et maxi	Facteur 5	Facteur 8
Puissance du moteur	Perd son couple à bas régime	Conserve son couple au mini
Consommation électrique	Constante quel que soit le régime du moteur	Progressif : proportionnel au régime du moteur

L'installation de **variateurs de fréquence** sur les ventilateurs déjà installés sur l'élevage peut aussi permettre de réaliser des économies d'énergie. La mise en œuvre d'un variateur de fréquence sur un ventilateur classique conduit à des réductions de 58 à 72% par rapport à un ventilateur sans variateur (Marcon, 2015). Bien qu'induisant une réduction de consommation d'énergie moindre que les éco-ventilateurs, un seul variateur de fréquence peut réguler plusieurs ventilateurs.

Bénéfices environnementaux

La mise en œuvre d'équipements et/ou de stratégie de réduction de la consommation énergétique liée au système de ventilation peut conduire à des économies d'énergies pouvant atteindre 90%. Sur la base d'une consommation d'énergie d'un élevage standard naisseur-engraisseur de 48 kWh/porc charcutier produit, dont 39 % pour la ventilation des bâtiments d'après l'étude URE (ADEME, 2006), la consommation électrique de la ventilation représentant environ 19 kWh/porc charcutier, les ventilateurs économes en énergie permettraient donc de réaliser une économie d'environ 17,1 kWh/porc charcutier produit.

Tableau 4 : Comparatif de consommation des différents types de ventilation (IFIP et al., 2013)

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Type de ventilation	Stade physiologique	kWh consommé par place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
Naturelle	Maternité	0,00	- €	-
	Post-sevrage	0,00	- €	-
	Engraissement	0,00	- €	-
	Gestantes	0,00	- €	-
Classique salle/salle	Maternité	90,00	- €	-
	Post-sevrage	12,75	- €	-
	Engraissement	36,00	- €	-
	Gestantes	144,00	- €	-
Centralisée	Maternité	36,00	0,040 €	10,0 ans
	Post-sevrage	5,10	0,062 €	15,4 ans
	Engraissement	14,40	0,044 €	10,9 ans
	Gestantes	57,6	0,024 €	5,9 ans
Ventilateurs « économes »	Maternité	13,50	0,033 €	4 ans
	Post-sevrage	1,91	0,055 €	6,9 ans
	Engraissement	5,40	0,029 €	3,6 ans
	Gestantes	21,60	0,015 €	2 ans

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g éq. CO₂.

Coûts

Les éco-ventilateurs sont en moyenne 2,5 fois plus cher que les ventilateurs classiques. Cependant, du fait de la réduction de la consommation d'énergie, le temps de retour sur investissement de ce type d'équipement est de l'ordre de 3 ans (Marcon, 2015). A titre d'exemple, sur un salle d'engraissement de 180 places, l'économie réalisée avec des éco-ventilateurs est de 370 à 460 € sur l'année en fonction du type de ventilateurs (prix moyen éco-ventilateur : 1000 € - prix de l'électricité : 0.08€/kWh), soit une économie de 0,68 à 0,85 € par porc produit. Avec un variateur de fréquence raccordé à deux ventilateurs, l'économie annuelle, dans la même configuration, serait de 300 à 370€ (Marcon, 2015) soit une économie de 0,55 à 0,68 € par porc produit.

Le coût indicatif pour l'achat de ventilateurs de grande dimension est estimé entre 3 et 4 ct d'€ (HT)/porc produit. Ce prix est calculé pour un matériel neuf, amorti sur 10 ans, le dimensionnement du système de ventilation est calculé pour un élevage de 250 truies (100 000 m³/h de besoin de renouvellement).

Concernant la ventilation centralisée, son coût est de 5 à 10% supérieur à celui d'une ventilation conventionnelle.

Applicabilité

L'efficacité des éco-ventilateurs sur la facture énergétique justifie pleinement leurs mises en œuvre dans des bâtiments neufs d'autant plus que ces derniers peuvent être éligibles aux aides du Plan pour la compétitivité et l'adaptation des exploitations agricoles (PCA EA). Pour



les bâtiments anciens, en fonction de l'âge et de l'état des ventilateurs, on optera soit pour un remplacement par des éco-ventilateurs soit pour l'installation de variateurs de fréquence.

Concernant la ventilation centralisée, elle est plus aisée à mettre en œuvre sur des bâtiments neufs. Certaines techniques de centralisation dite « latérale » (construction de gaines sur la longueur des bâtiments) peuvent être mises en œuvre sur certains types de bâtiments existants (Figure 2). La technologie et les techniques mises en œuvre pour ce type de ventilation sont maintenant éprouvées. De plus, l'installation d'une extraction centralisée permet la mise en place de système de traitement de l'air (cf Fiche P23 : Laveurs d'air eau/acide)

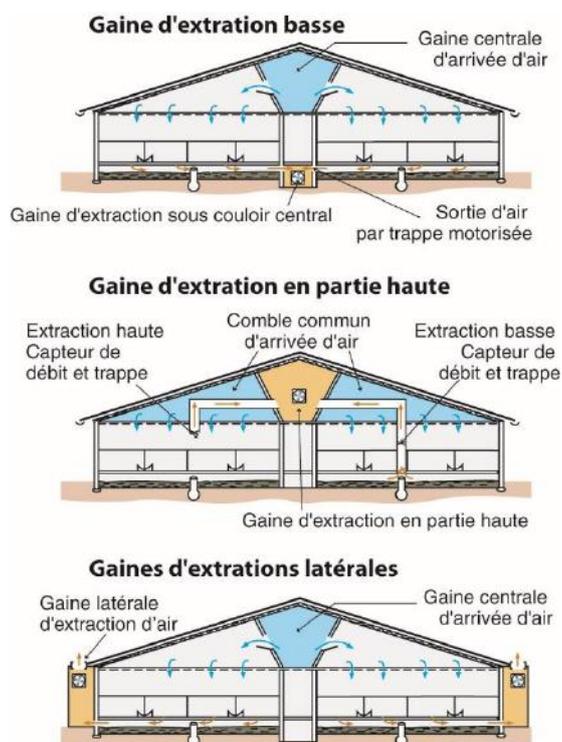


Figure 2 : Différents types d'extractions d'air applicables en porcheries (Guingand, 2008)

Facteurs incitatifs

Une réduction du niveau d'utilisation d'énergie contribue à une réduction des coûts annuels d'exploitation.

L'optimisation de la conception des systèmes de ventilation, et l'entretien des gaines de ventilation sont considérées comme des **MTD** dans le BREF Élevages version 2017 (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) :

- MTD 8b - Optimisation des systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation
- MTD 2d - Contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements tels que les systèmes de ventilation et les sondes de température.

Les éco-ventilateurs, les variateurs de fréquence et les ventilateurs acquis pour la mise en œuvre d'une centralisation de la ventilation sont éligibles aux aides du PCAEA (Plan pour la compétitivité et l'adaptation des exploitations agricoles).

Etat des lieux de l'application de cette technique

Les préoccupations des éleveurs quant à la réduction de la facture énergétique permettent un large développement des éco-ventilateurs. L'installation des variateurs de fréquence est plus récente mais est une option en cours de développement.





Pour en savoir plus

- ADEME, 2007. *Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les bâtiments d'Elevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs.* ADEME éd., Angers, France, 83 p.
- Bartolomeu D., Amand G., Dollé J.B., 2007. Réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments d'élevage. *TechniPorc*, vol 30, n°2, pages 41-42.
- Bartolomeu D., Massabie P., 2006. Système centralisé d'extraction d'air : bilan technique. *TechniPorc*, vol 29, n°1, pages 13-18.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. *Journal officiel de l'Union européenne* du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Guingand N., 2008. Le lavage d'air en élevages porcins. *TechniPorc* vol 31, n°1, pages 23-27.
- IFIP, 2006. *Manuel de chauffage et de ventilation pour les bâtiments d'élevage porcin.* IFIP éd., Paris, France, 56 p. - Pour plus d'informations, contacter l'IFIP <http://www.ifip.asso.fr/>
- IFIP, 2007. *Les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage de porcs.* IFIP éd., Paris, France, brochure réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME, 4 p.
- IFIP, 2008. *Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire.* IFIP éd., Paris, France, document réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME 20 p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/46249_plaquette_ifip_20p.pdf
- IFIP, 2009. *Acquisition de données sur les consommations d'énergie dans des élevages porcins, avicoles et laitiers. Rapport final.* ADEME. 44 p.
- IFIP, 2019. *BâtiSanté, des bâtiments maîtrisés pour des porcs en bonne santé : guide visuel d'autodiagnostic et fiches techniques.* 40 p. <https://www.ifip.asso.fr/fr/content/formulaire-de-demande-de-t%C3%A9l%C3%A9chargement-du-guide-ifip-b%C3%A2tissant%C3%A9>
- IFIP et CRAB, 2008. *Maîtrise de la ventilation et du chauffage en porcherie.* IFIP éd., Paris, France, 56 p.
- IFIP, CRAPL et CRAB, 2013. *Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+). Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine.* 72 p. <http://www.rmt-batiments.org/spip.php?article221>
- Kergoulay F. et Rucard G., 2017. Sept équipements de ventilation économe en énergie évalués en bâtiment d'engraissement. 49^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France : 259-260. <http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2017/environnement/E06.pdf>
- Marcon M., 2015. *Eco-ventilateurs, efficacité prouvée.* *TechPorc* 21, 16-18
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485.* https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr; nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Ventilation économe en énergie.* 6 pages.





Chauffage économe en énergie des bâtiments d'élevage

Objectif et principe

Il s'agit de réduire la consommation d'énergie des appareils de chauffage dans les bâtiments d'élevage.

La technique consiste à limiter la consommation d'énergie du poste chauffage en veillant à :

- Adapter les puissances des appareils aux besoins des animaux
- Bien choisir les emplacements des appareils de chauffage et des sondes de régulation
- Entretien et nettoyer les appareils de chauffage
- Utiliser des équipements plus efficaces et moins consommateurs

Mise en place

Contrairement à la ventilation, le chauffage des salles concerne en particulier la maternité et le post sevrage. Pour économiser de l'énergie tout en maintenant les animaux dans leur zone de confort thermique, plusieurs points sont à prendre en compte :

1. Le type d'équipement :

- Chauffage radiatif traditionnel : lampe ou radiant (Figure 1)

Ce type de chauffage radiatif fonctionne en émettant des ondes infra-rouges courtes. Cela permet de ne pas chauffer l'air ambiant ni les parois d'une salle tout en procurant une sensation de chaleur aux animaux ainsi qu'aux matériaux ou aux éléments ciblés. Il s'agit du mode de chauffage le plus représenté en élevage de porcs grâce à son utilisation simple, sa robustesse et son coût. Néanmoins, ces appareils sont gourmands en énergie et génèrent une source de chaleur à la fois très localisée, restreinte et parfois hétérogène entre la zone à l'aplomb du radiant et la zone en périphérie. Depuis quelques années, de nouveaux systèmes sortent sur le marché, utilisant le même mode de fonctionnement mais avec des longueurs d'ondes différentes. Leur principal intérêt concerne les économies d'énergie.



Figure 1 : Chauffages radiatifs traditionnels, à gauche, en maternité et à droite, en post-sevrage (crédits photos IFIP)



- Chauffage radiatif nouvelle génération : panneau ou radiant (Figure 2)
Que ce soient les radiants IRC utilisant une lampe halogène ou les panneaux radiatifs émettant des ondes infra-rouges moyennes ou longues, tous ces dispositifs ont des rendements thermiques supérieurs aux systèmes radiatifs traditionnels. De plus, la zone chauffée par l'appareil est à la fois plus étendue et plus homogène en température. Selon les modèles et les marques, les économies de chauffage observées oscillent entre 25 et 60 % par rapport aux systèmes radiatifs traditionnels.



Figure 2 : Dispositifs de chauffage nouvelle génération, à gauche, un chauffage IR à ondes longues et à droite un chauffage IRC halogène (crédits photos IFIP)

- Plaque chauffante : électrique ou eau chaude (Figure 3)
Il s'agit d'un transfert de calories par contact ce qui permet de ne pas réchauffer l'air ambiant de la salle tout en apportant les calories directement aux animaux pour les maintenir dans leur zone de confort thermique. D'un point de vue énergétique, un chauffage au sol est plus efficace qu'un appareil rayonnant.



Figure 3 : Dalle eau chaude pour porcelet, maternité à gauche et post-sevrage à droite (crédits photos IFIP)

- Niche : compatible avec tous les dispositifs de chauffage (Figure 4)
Peu importe le dispositif de chauffage choisi, l'objectif de la niche est de réduire le volume d'air à chauffer pour différencier dans la salle deux aires de vie : une aire de couchage chauffée pour respecter la zone de confort thermique des animaux et une aire de circulation (déplacement, alimentation, abreuvement, défécation) plus fraîche. Une niche est composée d'un capot que l'éleveur pourra relever, manuellement ou automatiquement, au fur et à mesure que les animaux vont grandir, d'un tapis ou sol plein pour éviter les remontés d'air froid provenant des fosses à lisier dans la niche et d'une source de chaleur.

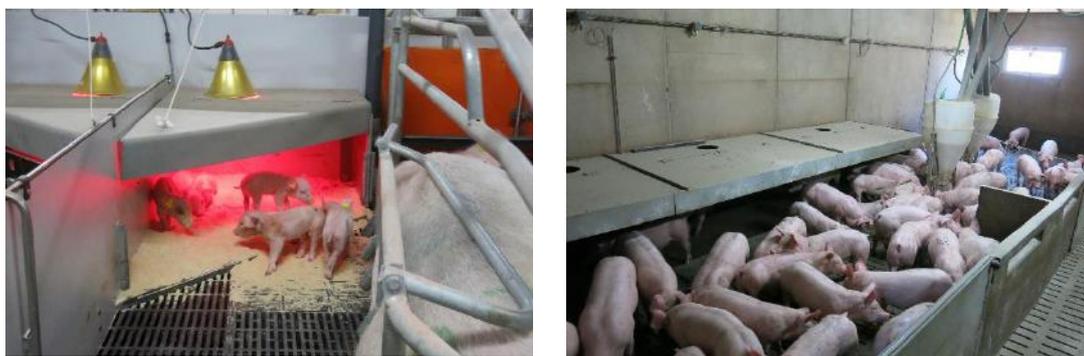


Figure 4 : Niche à porcelets, en maternité à gauche et en post-sevrage à droite
(crédits photos IFIP)

2. La puissance de chauffage installée : Le dimensionnement du chauffage dépend de deux paramètres (Figure 5) :

- La façon dont les calories sont apportées : un chauffage indirect (ex : aérotherme) demande plus de puissance qu'un chauffage par contact (ex : dalle électrique ou eau chaude).
- Le volume d'air à chauffer : totalité d'une salle ou espace confiné correspondant à une petite partie du volume d'air disponible de la salle.

Stade	Equipement	Puissance installée
Maternité	Niche	150 W/ case
	Nid ouvert	250 W/ case
Post sevrage	Radiant	30 W/ porcelet
	Sol	20 W/ porcelet
	Aérotherme	40 W/ porcelet

*En post-sevrage, données adaptées à la région Grand Ouest avec un climat tempéré.
Prévoir : + 50 % en région centre (climat intermédiaire)
+ 100 % dans le grand Est (climat froide)*

Figure 5 : Puissance de chauffage appropriée selon le stade physiologique, le type d'équipement et la zone géographique (IFIP, 2019)

3. Le positionnement des appareils de chauffage : L'essentiel des dispositifs de chauffage doivent être positionnés pour créer une zone de confort thermique dans la case permettant à chacun des animaux de pouvoir s'y coucher. Il faut donc à la fois travailler sur la température obtenue au niveau des porcs (gérée soit par un thermostat soit par la distance séparant la source de chaleur du sol) et la surface chauffée disponible (cône de chauffage sur les systèmes de radiant ou surface des niches et des plaques chauffantes). Une seule exception à cette règle : les dispositifs de chauffage destinés à réchauffer l'air ambiant (ex : aérotherme, tube avec ailettes...). Ils doivent être positionnés dans le flux d'air neuf de la salle ou au niveau des retombés d'air froid pour l'obtention d'un bon mélange de l'air frais avec celui de la salle et une circulation optimale de l'air chaud (mouvements de convection).

4. Le positionnement de la sonde de régulation : L'objectif est de mesurer une valeur la plus proche possible de la température au niveau des animaux. Or, pour des raisons de durée de vie du capteur, il est primordial que les animaux n'est pas accès à la sonde.

La régulation du chauffage peut se faire à partir de deux types d'informations différentes :

- Régulation à partir de la sonde d'ambiance : Pour mesurer une température la plus représentative de la salle, il faut déterminer son circuit d'air et placer la sonde dans

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



un flux provenant de l'ambiance à proximité des porcs. Si la sonde est placée dans le flux d'air entrant ou à proximité de la porte de la salle, la température mesurée est sous-estimée et le chauffage fonctionne inutilement. En pratique, cette sonde est positionnée au milieu de la salle, au-dessus d'une cloison entre deux cases, 1 m au-dessus du niveau des animaux et si possible, accessible depuis le couloir. Dans ce cas de figure, la même sonde de température permet un pilotage à la fois de la ventilation et du chauffage. La régulation du chauffage est alors directement liée aux paramétrages de la ventilation et il faut appliquer des décalages de températures de consigne ou de courbe.

- Régulation à partir d'une sonde dédiée : Dans ce cas de figure, la sonde de ventilation et la sonde de chauffage sont distinctes. Cette particularité permet la gestion de deux ambiances très différentes dans une même salle ; généralement une ambiance plus fraîche dans l'air ambiant et une ambiance plus chaude dans un espace confiné de la salle (ex : niche ou plaque électrique)

- 5. L'entretien des équipements** : Cela passe essentiellement par un réétalonnage des sondes de régulation une fois par an et un dépoussiérage des dispositifs de chauffage, notamment les radiants et les tubes à ailettes, à chaque vide sanitaire. Cela permet de prolonger leur durée de vie et de faire des économies d'énergie. A titre indicatif, un radiant fortement empoussiéré à une perte d'efficacité thermique de l'ordre de 10 %.

Bénéfices environnementaux

L'utilisation de lampes chauffantes améliorées dans les logements de mise bas permet de réduire la consommation d'énergie de 175 kWh/truie/an à 105 kWh/truie/an (BREF, 2003 et URE, 2006).

Le chauffage par plaques électriques au sol permet dans certains cas une diminution d'environ 30 % de la consommation électrique par rapport à un chauffage rayonnant, soit environ 3 kWh/porc sevré.

Avec les chauffages radiatif « nouvelle génération » (ICR halogène, ondes infra-rouges moyennes ou longues), les économies de chauffage observées oscillent entre 25 et 60 % par rapport aux systèmes radiatifs traditionnels.

En maternité, alors que les besoins thermiques sont de l'ordre de 32°C pour les porcelets à la naissance, la température pour les truies ne devrait pas dépasser 24°C, l'optimum avoisinant les 20 – 22°C. La niche permet d'assurer le confort des porcelets dans une partie confinée de la salle (32°C à la mise bas, 30°C la semaine qui suit puis 27-28°C jusqu'au sevrage) tout en évitant de dégrader les conditions d'ambiance pour les truies. En limitant ainsi les déperditions thermiques inutiles, les économies d'énergie sont substantielles. Par rapport à un système de nid classique, le simple ajout d'un capot relevable permet de faire 25% d'économie sur les consommations de chauffage. Des systèmes plus évolués, nommées niches intelligentes, disposent d'un capteur infra-rouge qui mesure la température de peau des porcelets. Selon la température mesurée, la lampe adapte sa température de chauffe et le capot se monte ou s'abaisse. Avec ce dispositif, il est possible de faire 60 % d'économie supplémentaire sur les consommations de chauffage (Massabie, 2014).

En post-sevrage, les économies de chauffage sont également importantes avec une niche mais dans des proportions différentes. Tandis que l'air sous la niche va être chauffé entre 29 et 26°C pendant toute la durée du stade physiologique, la température de l'air ambiant de la salle va rester à 20°C. Dans ces conditions, la présence d'un capot fixe permet de faire 93 % d'économie de chauffage par rapport aux systèmes de radiants traditionnels. Les tests réalisés avec des niches intelligentes mettent en avant une économie d'énergie supplémentaire de 43 % (soit 96 % d'économie de chauffage par rapport aux systèmes de radiants traditionnels) (Marcon 2016).

→ Que ce soit en maternité ou en post-sevrage, aucune dégradation des performances techniques n'a été observée lors des tests avec des niches ou des systèmes radiatifs « nouvelle génération ».



Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂.

Coûts

Le coût indicatif pour l'achat d'un chauffage par le sol avec un complément des lampes infra rouge en salle de maternité est de l'ordre de 3 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit (source : IFIP, 2007). Ce prix est calculé pour un élevage standard naisseur-engraisseur de 250 truies (50 places de maternité), d'après une fourchette de coût par place de maternité (source : IFIP, 2007), avec un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions).

A titre indicatif, le chauffage électrique au sol permet, dans certaines conditions, une économie d'environ 0,2 ct d'€ /kg de porc charcutier produit.

L'utilisation de lampes chauffantes améliorées dans les logements de mises bas permettent une économie de 0,3 à 0,4 ct d'€ /kg de porc charcutier produit.

Concernant les niches (maternité ou post-sevrage), les économies d'énergie observées permettent d'obtenir des temps de retour sur investissement raisonnables compris entre 4,0 et 6,8 ans en maternité et 5,6 et 8,3 ans en post-sevrage (sur la base d'un coût d'électricité de 8 ct €/kWh)

Applicabilité

Le dimensionnement du chauffage, le positionnement des sondes et l'entretien du matériel en lien avec le chauffage sont des pratiques faciles à mettre en place et qui ne nécessitent aucun investissement.

En revanche la mise en place du chauffage localisé (type plaque eau chaude ou niche pour porcelet) constitue un coût qui peut être compensé par les économies d'énergie potentielles (variables selon les cas).

Les nouvelles niches existantes sur le marché sont plus légères et pratiques. Cependant, en raison de mauvaises expériences avec des niches pour porcelets dans les années 80-90 beaucoup d'éleveurs sont réticents à l'utilisation de cette technique.

Facteurs incitatifs

La réduction de la consommation d'énergie du poste chauffage dans l'élevage entraîne une réduction des coûts de production donc une amélioration possible de la marge brute de l'éleveur.

Au niveau réglementaire, l'utilisation raisonnée de l'énergie en élevage appartenant à la rubrique 3660 (cf fiche PVB 21 – Le BREF Elevage) est mentionnée dans la MTD 8 (Utilisation rationnelle de l'énergie -Décision d'exécution UE 2017/302 et Santonja et al., 2017) :

- MTD 8a : mise en place de système de chauffage/refroidissement et de ventilation à haute efficacité
- MTD 8b : Optimisation des systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation ainsi que de leur gestion

Etat des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont assez largement diffusées au sein des élevages français.



Pour en savoir plus

- ADEME (2007) : *Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les bâtiments d'Elevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs.* ADEME éd., Angers, France, 83 p.
- BARTOLOMEU D., AMAND G., DOLLE J.B. (2007) : *Réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments d'élevage.* TechniPorc, vol 30, n°2, pages 41-42.
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs.* Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- IFIP (2007) : *Les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage de porcs.* IFIP éd., Paris, France, brochure réalisée dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME, 4 p.
- IFIP (2006) : *Manuel de chauffage et de ventilation pour les bâtiments d'élevage porcin.* IFIP éd., Paris, France, 56 p.
- IFIP (2008) : *Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire.* IFIP éd., Paris, France, document réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME 16 p.
- IFIP, CRAB (2008) : *Maîtrise de la ventilation et du chauffage en porcherie.* IFIP éd., Paris, France, 56 p.
- IFIP (2019). *BâtiSanté, des bâtiments maîtrisés pour des porcs en bonne santé : guide visuel d'autodiagnostic et fiches techniques.* 40 p.
<https://www.ifip.asso.fr/fr/content/formulaire-de-demande-de-t%C3%A9l%C3%A9chargement-du-guide-ifip-b%C3%A9tisant%C3%A9>
- Marcon M., 2016. *Les niches en post-sevrage : régulation par case ou par salle.* TechPorc, Janvier-Février, N°27.
- Massabie P., 2014. *Chauffage en maternité, tests en élevage.* TechPorc, Janvier – Février, N°15.
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs;* EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr; nadine.quingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche P22 Chauffage économe en énergie des bâtiments d'élevage.* 6 pages.



Existe aussi en



MTD
Dans le BREF 2017

Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Energie
GES

Isolation des bâtiments

Objectif et principe

L'isolation des bâtiments contribue à réduire les consommations d'énergie dues principalement au chauffage des salles. Les pertes par les parois représentent 20% des déperditions de chaleur (IFIP, 2009). En agissant sur l'isolation du bâtiment, les pertes thermiques (déperditions de chaleur) à travers les parois, le sol et la toiture peuvent être limitées (Figure 1) :

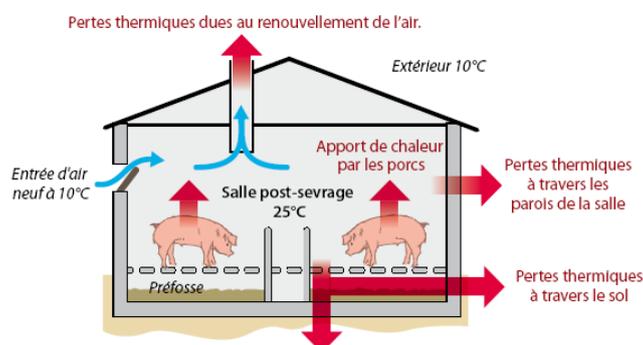


Figure 1 : Bilan thermique d'une salle : apport – pertes de chaleur (exemple en post sevrage : Marcon, 2009)

Depuis l'intérieur du bâtiment, les calories atteignent les parois extérieures par convection et rayonnement et passent au travers de celle-ci par conduction et s'échappent à nouveau par convection et rayonnement (Figure 2).

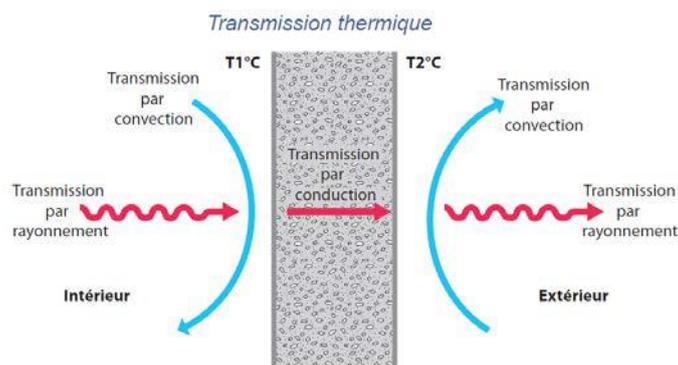


Figure 2 : schématisation de la transmission thermique au travers d'une paroi (IFIP et al., 2013)

Le but de l'isolation thermique est de diminuer les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur par interposition d'un matériau ayant la capacité de conduction la plus faible possible, c'est-à-dire la résistance thermique la plus forte.



Mise en place

Dans les bâtiments anciens et mal isolés, il est possible d'économiser de l'énergie en proposant une rénovation au cas par cas de l'isolation, en tenant compte du choix des matériaux (conductivité thermique, épaisseur des isolants...). Deux coefficients sont généralement utilisés pour définir cette isolation :

- **Le coefficient de conductivité thermique (noté λ)** : quantité de chaleur qui traverse en une heure un matériau d'une surface d'un mètre carré, d'un mètre d'épaisseur pour une différence de température d'un degré Celsius entre ses deux faces. Ce coefficient est exprimé en $W/m \cdot ^\circ C$. Plus il est faible, plus le matériau est isolant : lorsque deux matériaux sont à la même température (plus basse que celle de la peau), celui qui a la plus faible conductivité paraît plus chaud parce que la chaleur de la peau y est conduite moins facilement. Ce coefficient est strictement lié au matériau employé.
- **Le coefficient de transmission thermique surfacique (noté K ou U)** : flux de chaleur traversant en une heure, une paroi de nature et d'épaisseur connues, d'une surface d'un mètre carré pour une différence de température d'un degré Celsius entre ses deux faces. Ce coefficient est exprimé en $W/m^2 \cdot ^\circ C$. Plus la paroi est isolante, et plus ce coefficient est faible. Il permet de calculer les déperditions thermiques au travers de parois (Tableau 1 et Tableau 2).

Tableau 1 : Valeurs recommandées pour le coefficient de transmission surfacique K ($W/m^2 \cdot ^\circ C$) pour deux conditions de températures hivernales (IFIP, 2008)

Sol	Stade physiologique	Toiture		Murs	
		-5°C	-15°C	-5°C	-15°C
Sol abondamment paillé	Maternité	1,0	0,6	1,2 à 1,5	0,8
	Post-sevrage				
	Engraissement Reproducteurs				
Gisoir bétonné et isolé + aire à déjections	Maternité	0,5	0,35	0,8	0,6
	Post-sevrage	0,8	0,5	1,0	0,7
	Engraissement Reproducteurs				
Caillebotis intégral	Maternité	0,4	0,35	0,6	0,5
	Post-sevrage	0,6	0,4	0,8	0,6
	Engraissement Reproducteurs				

Les principales qualités d'un isolant doivent être :

- une excellente résistance aux transferts caloriques (coefficient λ),
- une résistance à la chaleur et au feu,
- une faible sensibilité et un bon comportement à l'humidité,
- une résistance aux insectes et aux rongeurs,
- une résistance aux pressions utilisées pour le nettoyage,
- une absence de tassement avec le temps,
- une facilité de pose,
- un bon rapport qualité prix au m^2 en place.



Tableau 2 : Coefficient K ($W/m^2 \cdot ^\circ C$) pour quelques types de parois. (IFIP et al., 2013)

Panneau béton isolé				
Epaisseur en mm	150	200		
U en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,57	0,41		
Brique monolithe isolée				
Epaisseur en mm	200	300		
U en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,44	0,38		
Mousse de polyuréthane				
Epaisseur en mm	30	40	50	60
U paroi en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,62	0,45	0,39	0,32
U plafond en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,75	0,55	0,47	0,39
Polystyrène extrudé				
Epaisseur en mm	30	40	50	60
U paroi en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,78	0,61	0,49	0,42
U plafond en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,95	0,74	0,60	0,51
Laine minérale				
Epaisseur en mm	50	75	100	200
U paroi en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,53	0,36	0,27	0,14
U plafond en $w/(m^2 \cdot ^\circ C)$	0,64	0,44	0,33	0,17

Lors de l'implantation d'un bâtiment neuf, il est important de limiter l'exposition aux vents dominants et de prévoir d'enterrer les préfosses de stockage des effluents (Figure 3). Pour des bâtiments existants, le talutage des préfosses aériennes et l'installation de haies brise-vent sont des techniques simples et peu coûteuses qui peuvent agir de manière conséquente sur la facture énergétique.

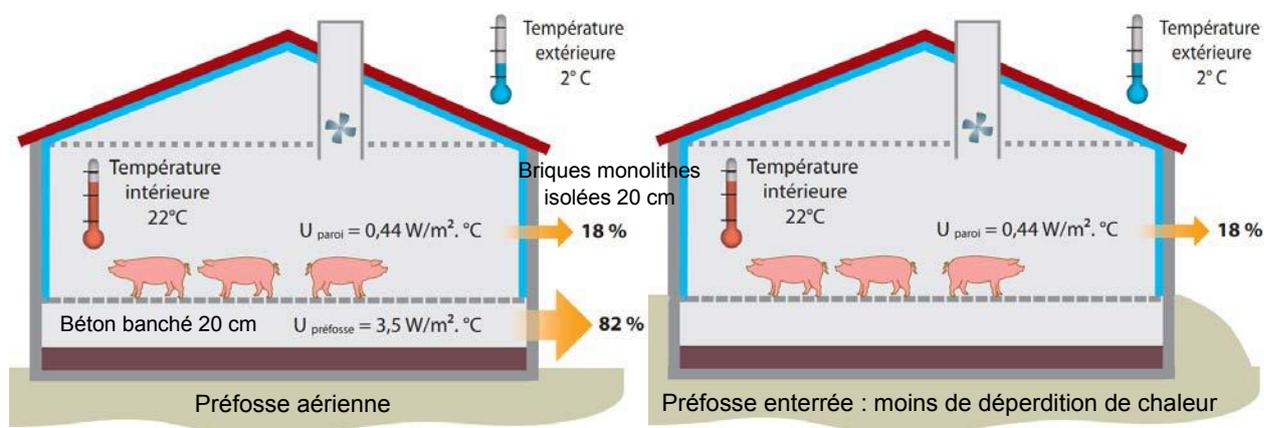


Figure 3 : Impact des préfosses hors sol sur les déperditions de chaleur (IFIP, 2008)

De même, sur un bâtiment neuf, il faut être particulièrement vigilant à limiter les ponts thermiques en assurant une continuité de l'isolation, notamment dans les angles du bâtiment ou à la jonction de deux parois. Un pont thermique est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique, généralement due à deux phénomènes :

- Un changement de la géométrie de l'enveloppe,
- Un changement de matériaux et/ou de résistance thermique.

Comme le présente la figure 4, on observe généralement ce type de défaut au niveau de la ceinture en béton armé qui sert à assembler certains panneaux béton en partie haute ou au niveau du cadre des fenêtres. La juxtaposition de cette zone plus fraîche, liée à un défaut d'isolation, avec la paroi

intérieure des murs de la salle, généralement plus chaude que l'air extérieur, conduit à un phénomène de condensation le long des murs. L'eau finit par ruisseler avant de tomber au sol dans les fonds de cases. Ce défaut peut être corrigé très facilement lors de la pose, par exemple par l'application d'une bande isolante directement dans le béton armé ou au sommet des panneaux béton ou de briques monolithes. Une fois la construction terminée, il devient délicat d'apporter des solutions correctives.

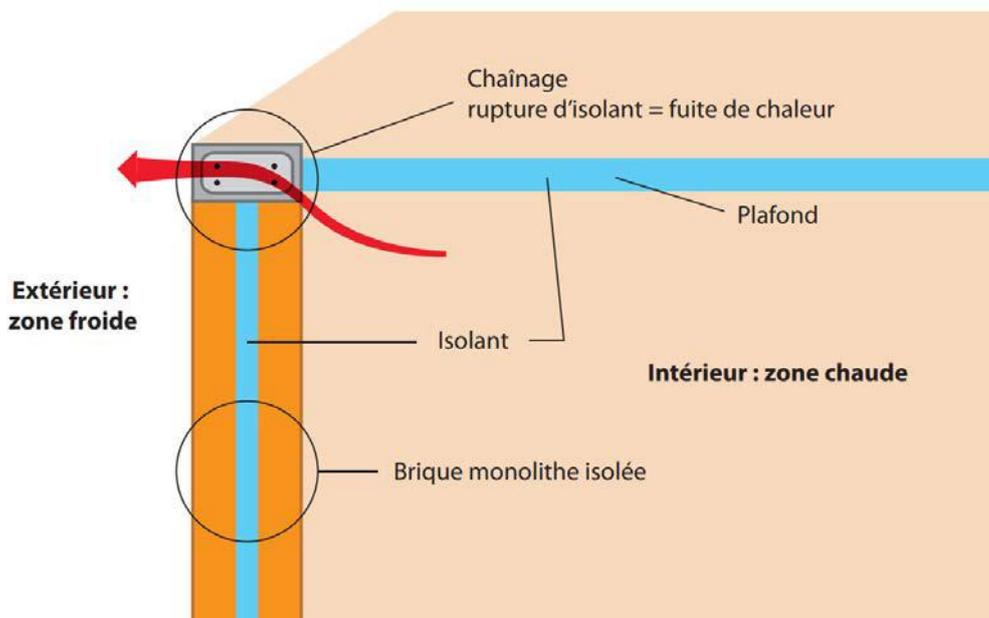


Figure 4 : Exemple de ponts thermiques sur la zone de chaînage des panneaux des élévations (IFIP et al., 2013)

Par ailleurs, en toutes circonstances, la coque du bâtiment doit être la plus étanche possible. Il est donc important de vérifier régulièrement l'étanchéité des portes et fenêtres, ainsi que l'absence d'entrées d'air parasite pouvant également occasionner des phénomènes de condensation sur les parois.

Bénéfices environnementaux

D'après l'étude URE (ADEME, 2007), les bâtiments dont l'isolation est qualifiée de bonne à très bonne sont moins consommateurs d'énergie et économisent 218 kWh/truie/an (environ 10,4 kWh/porc charcutier produit) par rapport à des bâtiments avec une isolation moyenne, soit près de 19 % de la consommation d'énergie (Figure 5).

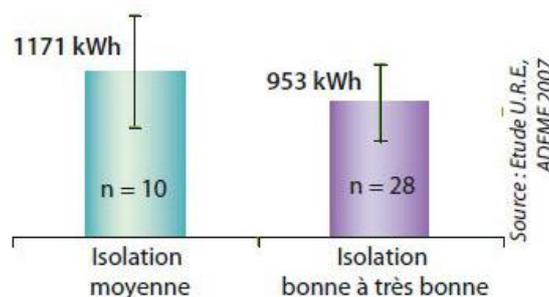


Figure 5 : Incidence du niveau d'isolation du post-sevrage sur la consommation énergétique (en kWh/truie/an)



Une étude montre qu'en ajoutant 1 cm d'isolant (au niveau du plafond et des murs) dans une salle de post sevrage de 250 places de post sevrage, située en coin de bâtiment, avec panneaux béton isolés et plafond diffuseur, les consommations d'énergie liées au chauffage peuvent diminuer de 11 à 18 % (pour respectivement un débit minimum en début de bande de 3 et 7 m³/h/animal) (source : IFIP, calculs réalisés avec le logiciel StalVent).

Plus généralement, en enlevant, 2 à 8 cm d'isolant, les consommations d'énergie pour le chauffage des salles de post sevrage peuvent augmenter de 3 à 47 % soit entre 0,4 et 8,7 kWh/porc produit par rapport à une situation moyenne d'une salle avec 8 cm d'isolant en parois (Tableau 3).

Tableau 3 : Impact du niveau d'isolation dans une salle de post sevrage sur les consommations de chauffage (IFIP, 2008)

Epaisseur de l'isolant	8 cm	6 cm	4 cm	2 cm	0 cm
Consommation chauffage en kWh / place	64,5	66,8	71,0	80,7	121,0
Consommation chauffage en kWh / porc produit	9,9	10,3	10,9	12,4	18,6
Ecart en pourcentage*		3,4 %	9,1 %	20,1 %	46,6 %

* L'écart en pourcentage est exprimé par rapport à la situation standard de 8 cm d'isolant

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g éq CO₂.

Au niveau des ponts thermiques, les déperditions sont, sommes toutes, assez négligeables (moins de 5 % des pertes totales d'un bâtiment isolé). Le principal problème est le ruissèlement d'eau qu'il génère sur les parois des salles, qui va nuire à la fois à la bonne gestion de l'ambiance et aux respects de la zone de confort thermique des animaux.

De plus, l'eau liée au phénomène de condensation est un facteur majeur de détérioration des isolants car elle prend la place de l'air qui est le principal composant de la qualité thermique des produits.

Coûts

Les coûts d'investissement pour la rénovation de l'isolation d'un bâtiment sont extrêmement variables en fonction de l'âge du bâtiment, de son entretien, de ses dimensions...

A titre indicatif, pour l'application d'un isolant classique type mousse polyuréthane dans le cadre d'une rénovation, les coûts d'investissement moyens sont de 18 à 35 € (TTC)/m² pour des épaisseurs de 30 à 50 mm (source : IFIP).

Les bâtiments dont l'isolation est qualifiée de bonne à très bonne économisent environ 1 ct d'€/kg de porc charcutier produit par rapport à des bâtiments dont l'isolation est moyenne (IFIP, 2008).

Les économies réalisées en ajoutant 2 à 8 cm d'isolant en salle de post sevrage, peuvent également aller jusqu'à 1 ct d'€/kg de porc charcutier produit (IFIP, 2008).

Selon les investissements, la production et le type de combustible, le retour sur investissement moyen constaté est de 5 ans (source : Réseau REAGRI).

Applicabilité

L'isolation des bâtiments est à concevoir lors de leur construction. Cependant, pour les vieux bâtiments, il est possible de rénover l'isolation en utilisant de la mousse projetée.

L'isolation est un élément primordial pour limiter les gaspillages de chauffage. Il faut toutefois préciser que les bâtiments utilisant les panneaux béton ou la brique monolithe isolée sont thermiquement très performants.

Le coût d'investissement pour la rénovation de l'isolation par rapport à l'âge des bâtiments, leur vétusté etc., peut constituer un frein à la mise en œuvre de cette technique.

Facteurs incitatifs

Une réduction du niveau d'utilisation d'énergie contribue à une réduction des coûts annuels d'exploitation.

Une bonne isolation constitue un facteur clé pour la maîtrise de la ventilation des bâtiments.

L'entretien des bâtiments d'élevage et notamment de leur isolation est considéré comme une bonne pratique agricole et fait donc partie des **MTD** dans la version du BREF Élevages de 2017 (MTD 8c – Isolation des murs, sols et/ou plafonds des bâtiments d'hébergement, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)

L'isolation des bâtiments est éligible aux aides du PCAEA (Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles).

Etat des lieux de l'application de cette technique

L'isolation des bâtiments est une technique très largement prise en compte par les éleveurs et leurs supports techniques dans la conception des bâtiments neufs. Pour les bâtiments existants, les contraintes de mises en œuvre sont des freins au développement de cette technique.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2007. *Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les bâtiments d'Elevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs.* ADEME éd., Angers, France, 83 p.
- Bartolomeu D., Amand G., Dollé J.B., 2007. *Réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments d'élevage.* TechniPorc, vol 30, n°2, pages 41-42.
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs.* Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- IFIP (2006) : *Manuel de chauffage et de ventilation pour les bâtiments d'élevage porcin.* IFIP éd., Paris, France, 56 p.
- IFIP, 2007. *Les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage de porcs.* IFIP éd., Paris, France, brochure réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME, 4 p.
- IFIP, 2008. *Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire.* IFIP éd., Paris, France, document réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME 20 p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/46249_plaquette_ifip_20p.pdf
- IFIP, 2009. *Acquisition de données sur les consommations d'énergie dans des élevages porcins, avicoles et laitiers. Rapport final.* ADEME. 44 p.
- IFIP, CRAB, 2008. *Maîtrise de la ventilation et du chauffage en porcherie.* IFIP éd., Paris, France, 56 p.
- IFIP, CRAPL et CRAB, 2013. *Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+). Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine.* 72 p. <http://www.rmt-batiments.org/spip.php?article221>



- Marcon M., 2009. La maîtrise de l'énergie dans la ventilation et le chauffage des bâtiments porcins. *TechniPorc*, vol 32 n°1: 9 – 12.
<https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/tp01marcon09.pdf>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485.
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr; nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Isolation des bâtiments. 7 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Energie
GES

Éclairage économe en énergie

Objectif et principe

Réduire les consommations d'électricité dues à l'éclairage des animaux et des couloirs dans les bâtiments d'élevage tout en respectant les exigences liés au bien-être des animaux.

La technique consiste à mettre en place un système d'éclairage économe en énergie grâce à :

- 1) des ballasts économes (éco-énergétiques ou de dernière génération), des tubes led.
- 2) des détecteurs de présence photosensibles dans les couloirs de circulation
- 3) une programmation de la lumière artificielle
- 4) l'utilisation de la lumière naturelle pour l'éclairage des animaux ou les couloirs de circulation

Mise en place

D'après la directive européenne 2001/88/CE établissant les normes relatives à la protection des animaux, les porcs – toutes catégories animales - doivent être exposés à une lumière naturelle ou artificielle d'au moins 40 lux pendant une durée minimale de 8 heures par jour.

Pour limiter les consommations d'électricité liées à l'éclairage, des ballasts **éco-énergétiques** existent. Toutefois, le seul fait de remplacer d'anciennes installations par des ballasts de dernière génération permet d'améliorer la consommation d'électricité sans pour autant subir le surcoût d'un changement de l'installation complète.

Les tubes **LED** présentent un certain nombre d'avantages par rapport aux tubes fluorescents :

- Durée de vie plus longue : 50 000 à 80 000 h de fonctionnement selon les distributeurs contre 10 000 h en système fluorescent,
- Economie d'énergie,
- Etanchéité et résistance au laveur haute pression accrue,
- Tube constitué de matériaux déformables capables d'absorber les chocs,
- Facilité d'installation : les tubes leds sont reliés les uns aux autres et suspendus sur un câble inox tendu au-dessus des cases,
- Possibilité de faire varier l'intensité lumineuse avec ce type d'équipement, ce qui peut présenter l'avantage de spécifier l'éclairage en fonction des zones d'activités tout en garantissant des économies d'énergie.

Cependant, certaines précautions doivent être prises lors du montage. Ils ne doivent pas être installés en série avec des tubes néons, au risque de couper la mise à la terre des néons encore en place (Rousselière, 2019). De plus, il faut être vigilant à la fois au flux lumineux (puissance lumineuse perçue par l'œil) et à l'efficacité lumineuse (quotient du flux lumineux émis par la puissance électrique consommée) du dispositif d'éclairage lors du remplacement d'un tube fluorescent traditionnel par un tube led. En effet, les tubes leds disposent d'une efficacité lumineuse bien supérieure aux tubes fluorescents mais selon les modèles et les marques, le flux lumineux peut être réduit de 48 à 68%. Généralement, lorsque ce type de problème est observé, il n'est pas possible, pour des questions de gestion thermique, d'augmenter le nombre de diodes dans le tube pour en améliorer les performances lumineuses. Ainsi, pour maintenir une luminosité de 40 lux à hauteur des animaux, le remplacement d'un néon fluorescent par un néon led n'est pas toujours correct (Lux, 2010).



Il est également envisageable d'augmenter la part de **lumière naturelle** en veillant à limiter le rayonnement direct sur les animaux (films ou pare-soleil). Des puits de lumière peuvent être installés sur la toiture des bâtiments pour apporter la lumière naturelle soit dans les salles soit dans les couloirs de circulation.

Par ailleurs, il est intéressant d'utiliser des **détecteurs automatiques** pour l'éclairage des couloirs, limitant ainsi la consommation énergétique au strict nécessaire (limite la consommation liées aux oublis d'éteindre les lumières des espaces de circulation).

La mise en place de **programmateurs ou de minuteurs** permet d'assurer le respect des 8 heures d'éclairage et de compenser les risques d'oublis d'éteindre les lumières des espaces de circulation.

Bénéfices environnementaux

L'impact de cette technique sur les consommations d'énergie reste relativement faible puisque l'éclairage ne représente que 7% des consommations d'énergie directes d'un élevage moyen (Ademe, 2007).

La mise en œuvre d'un éclairage naturel au travers des fenêtres ou par des puits de lumière permet de garantir un minimum d'éclairage des salles pour un coût de fonctionnement nul.

Les tubes LED permettent une réduction de plus de 85% de la consommation d'énergie par rapport à des tubes fluorescent classiques (Rousselière, 2017).

Effets croisés

Un éclairage inadapté peut avoir des répercussions sur les performances zootechniques des animaux. L'activité principalement diurne des porcs conduit les animaux à consommer l'aliment principalement de jour. Au moment du sevrage, les porcelets ne consomment l'aliment qu'en présence de lumière (Chambre d'Agriculture de Bretagne *et al.*, 2018).

Sur le marché des tubes leds, il existe une grande diversité de produits dont la qualité peut être assez inégale. Certains tubes peuvent notamment générer des courants vagabonds préjudiciables à la santé et au comportement des animaux (Rousselière, 2019).

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

Les bâtiments éclairés en lumière naturelle permettent d'améliorer les conditions de travail et contribuent à rendre l'élevage attractif aux yeux des salariés mais aussi des visiteurs. De plus, un bon éclairage des postes de travail les rend plus confortables et plus sûrs (Chambre d'Agriculture de Bretagne *et al.*, 2018).

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g éq CO₂,

Coûts

L'investissement nécessaire pour équiper un élevage d'un éclairage économe en énergie est à étudier au cas par cas. Ce coût va dépendre de la taille de l'élevage, de l'organisation des bâtiments (utilisation ou non de lumière naturelle, taille des salles, organisation des couloirs...).

A titre indicatif :

- Tube fluorescent : entre 30 et 40 €
- Tube LED : 50 à 70 €
- Puits de lumière : 600 à 800 €

Applicabilité

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Les ballasts éco-énergétique sont difficiles à rentabiliser par rapport à l'économie d'énergie réalisée et à leur durée de vie.

Pour les bâtiments neufs, la mise en œuvre de l'éclairage naturel est possible. Il est préférable de prévoir un éclairage latéral par rapport à un éclairage de toit qui est plus coûteux. L'éclairage naturel ne sera cependant pas suffisant et il faudra y ajouter un éclairage artificiel qui pourra être combiné avec un système de programmation en vue de respecter la durée d'éclairage imposée par la réglementation.

Pour les bâtiments existants, la mise en œuvre d'éclairage naturelle est souvent très délicate d'un point de vue technique et très onéreuse. On s'emploiera alors à mettre en œuvre des éclairages de type led avec un programmateur, en vue de réduire la consommation énergétique.

Facteurs incitatifs

Une réduction du niveau d'utilisation d'énergie contribue à une réduction des coûts annuels d'exploitation.

L'utilisation d'un éclairage basse énergie est considérée comme une **MTD** dans le BREF Élevage version 2017 (MTD 8d – Utilisation d'un éclairage basse consommation, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302).

La mise en œuvre d'éclairage économe en énergie peut être éligible aux aides du PCAEA (Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles).

État des lieux de l'application de cette technique

L'obligation réglementaire relative au bien-être animal fait évoluer les élevages vers ces techniques d'éclairage économe en énergie. A ce jour, les tubes fluorescents restent majoritairement présents dans les élevages.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2007. *Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les bâtiments d'Elevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs*. ADEME éd., Angers, France, 83 p.
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs*. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Bartolomeu D., Amand G., Dollé J.B., 2007. Réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments d'élevage. *TechniPorc*, vol 30, n°2, pages 41-42.
- Chambre d'Agriculture de Bretagne, IFIP, FNP, Coop De France, Inaporc, AVPO et SNGTV, 2018. *L'éclairage des bâtiments en élevage de porcs*. Fiche technique Lumière. 2p. https://www.evise.fr/images/elevage_porc/Fiche_lumiere_Porc.pdf
- IFIP, 2007. *Les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage de porcs*. IFIP éd., Paris, France, brochure réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME, 4 p.
- IFIP, 2008. *Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire*. IFIP éd., Paris, France, document réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME 20 p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/46249_plaquette_ifip_20p.pdf
- IFIP, CRAB et CRAPL, 2013. *Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+) – Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine*. IFIP éd. Paris, France, 72 p. . <http://www.rmt-batiments.org/spip.php?article221>



- Lux, 2010. Solutions d'éclairage, Tubes à LED de substitution aux T8 : soyons vigilants !, n°256, Janv- Févr 2019.p. 6-8.Rousselière Y., 2017. *Mettre en lumière l'intérêt de l'éclairage LED*. TechPorc, n°37, Sept. – Oct. 2017, p. 9-10.
- Rousselière Y., 2019. Le led, l'éclairage économe en énergie. RéussirPorc – TechPorc, n°271, Sept. 2019.
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs*; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485.
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr; nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Eclairage économe en énergie*. 4 pages.



Existe aussi en



Catégories animales

Truie gestante
Truie allaitante
Porcelet post-sevrage
Porc charcutier

Impacts

Énergie
GES

Échangeur de chaleur

Objectif et principe

La mise en place d'échangeur de chaleur permet de :

- réduire les consommations d'énergie directes, dues au chauffage des salles,
- mieux maîtriser l'ambiance des bâtiments en augmentant les niveaux de ventilation tout en maintenant la température des salles.

Le principe consiste à prélever une partie de la chaleur contenue dans l'air extrait du bâtiment ou dans le sol, pour la transférer à l'air neuf y entrant. L'échangeur est un système de récupération de la chaleur mais n'est pas un système de chauffage ; il intervient en complément.

Mise en place

Il existe plusieurs types d'échangeurs/récupérateur de chaleur

L'échangeur de chaleur air/air

L'échangeur de chaleur air/air est un caisson dans lequel se croisent deux réseaux de canalisations indépendantes et non communicantes. Le transfert des calories se fait par conduction : l'air chaud vicié extrait du bâtiment et l'air frais extérieur traversent l'échangeur en flux croisé.

Au travers du premier réseau circule l'air chaud et vicié extrait de la porcherie. Au travers du second réseau, circule l'air froid et neuf venant de l'extérieur. Un échange de calories s'opère alors entre les deux réseaux de canalisations permettant un réchauffement de l'air entrant sans contact avec l'air vicié sortant de la porcherie (Figures 1 et 2). Il peut être composé soit de plaques en aluminium anodisé, soit de plaques ou de tubes en PVC (Photo 1 - IFIP *et al.*, 2013)

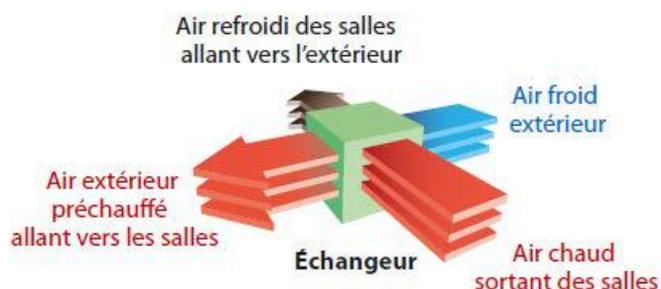


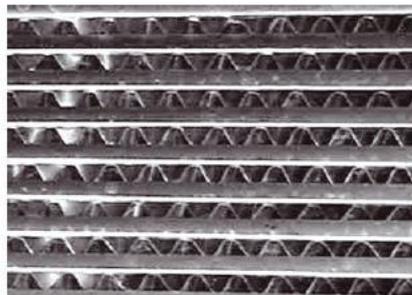
Figure 1 : Principe de fonctionnement de l'échangeur air/air (IFIP *et al.*, 2013)

Les échangeurs de chaleur air/air peuvent être installés en salle par salle ou en ventilation centralisée. Ce dernier dispositif présente de meilleures performances (Tableau 1) car il permet de transférer les calories des stades excédentaires (engraissement, gestante) aux stades déficitaires (maternité, post-sevrage). Cependant, cette configuration impose des dispositions supplémentaires, comme par exemple, le cloisonnement des combles, à minima par stade physiologique ou par salle.





Échangeur en PVC



Échangeur en aluminium

Photo 1 : Exemples d'échangeurs en PVC ou en aluminium (IFIP et al., 2008)

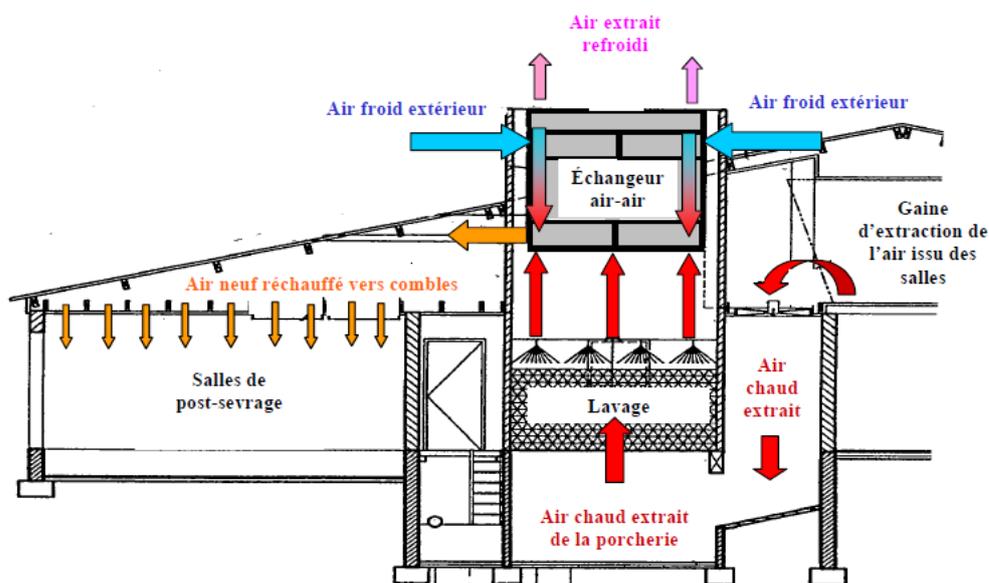


Figure 2 : Coupe d'un bâtiment avec les flux thermiques au niveau de l'échangeur (IFIP, 2009)

Tableau 1 : Comparatif des consommations énergétiques pour un atelier en post-sevrage(PS) équipé ou non d'échangeur de chaleur air/air (IFIP et al., 2013)

	PS sans échangeur	PS avec échangeur salle par salle	PS avec échangeur en centralisé
KWh consommés/place	60,28	44,14	24,26

Un entretien régulier est préconisé afin de maintenir les performances annoncées dans la durée. En effet, l'accumulation de poussières sur les différents éléments de l'échangeur peut limiter les échanges et altérer les performances du système.

L'échangeur de chaleur air/eau

Il est constitué de plaques ou de tubes situés dans la gaine d'extraction centralisée. L'eau de chauffage y circulant, récupère les calories issues de l'air vicié sortant du bâtiment. L'eau circule ensuite, en circuit fermé, jusqu'à un système de diffusion qui restitue l'énergie calorifique directement dans les combles ou qui alimente une pompe à chaleur (PAC).



L'échangeur de chaleur air/sol

Ce dispositif (aussi dénommé puits climatique ou puits canadien) utilise l'inertie thermique du sol pour réchauffer (en hiver) ou pour rafraîchir (en été) l'air entrant dans les bâtiments d'élevage.

Dans le sol, les variations thermiques diminuent avec la profondeur et sa température moyenne s'avère plus basse en été que celle de l'air extérieur et inversement en hiver. Ainsi, l'air frais extérieur, circulant dans un système de drains enterrés à quelques mètres de profondeur (Figure 3), récupère, en hiver, les calories du sol avant d'entrer dans le bâtiment. En été, l'air extérieur est, en revanche, rafraîchi avant de rentrer dans le bâtiment.

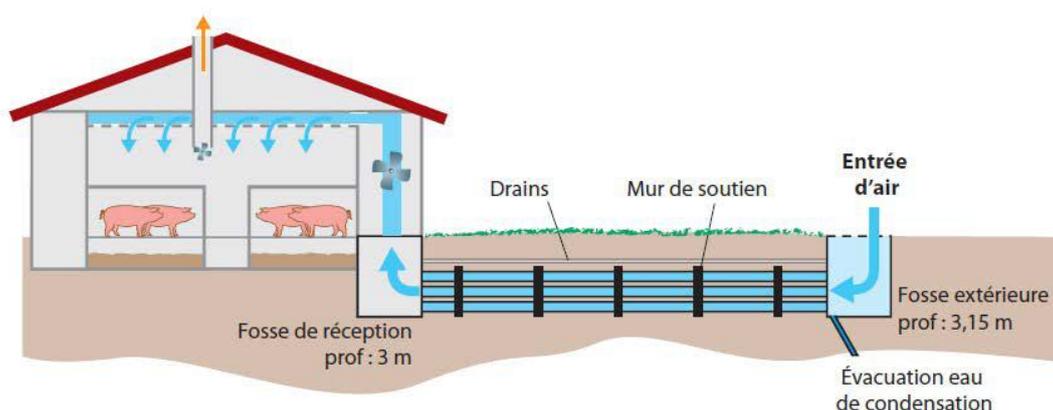


Figure 3 : Principe de fonctionnement de l'échangeur de type air/sol (IFIP *et al.*, 2013)

Quel que soit le système d'échangeur de chaleur, il ne permet pas de couvrir l'ensemble des besoins thermiques des animaux, notamment en période hivernale. Il faut donc systématiquement prévoir un système de chauffage d'appoint pour couvrir au mieux les besoins des animaux.

A contrario, en période estivale ou en mi-saison, l'échangeur n'a pas vocation à fonctionner en permanence. Lorsque la température de l'air dans les combles dépasse les 15 à 16 °C et que les animaux présents sont relativement lourds, l'échangeur se coupe afin d'éviter une montée en température trop importante dans les salles : on parle de système by-pass.

Bénéfices environnementaux

Le rendement maximum théorique des installations de type air/air est de 50 à 55 % (sur une année en élevage), ce qui signifie que pour un air extrait à 24°C du bâtiment, le réchauffement de l'air entrant peut approcher les +12°C avec une température extérieure voisine de 0°C (Figure 4).

Ce système a un intérêt direct en post-sevrage, puisqu'il permet une réduction de la consommation électrique de chauffage de 30 à 50 %. D'après une étude sur les consommations d'énergie (ADEME, URE, 2007), l'atelier post-sevrage consomme 36 % de l'énergétique totale d'un élevage de type naisseur-engraisseur. La majorité (80 %) est consacrée au chauffage des salles, c'est-à-dire 14 kWh/porc charcutier produit environ. L'échangeur de chaleur permettrait donc une économie de 4 à 7 kWh/porc charcutier produit.



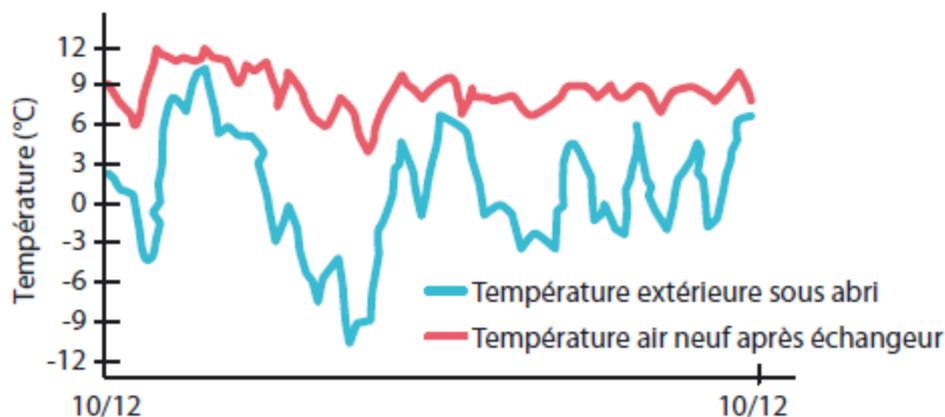


Figure 4 : Gain en température et amortissement des amplitudes thermiques

Source : Granier et al., 1994.

L'échangeur air/air a le meilleur rendement en période froide lorsque les besoins en chauffage sont maximum (Tableau 2).

Tableau 2 : Rendement des échangeurs de chaleur air/air, en fonction de la température extérieure

T exté (°C)	T entrée salle (°C)	Réchauffement (°C)	Énergie récupérée (w/porc)
- 9,4	2,6	12,0	97
- 4,9	6,4	11,3	89
0,0	9,2	9,2	69
4,4	11,6	7,2	46
7,8	13,9	6,1	41

Source : Granier et al., 1994

Sur le plan énergétique, les échangeurs de type air/air apportent une réduction de 35 % à 65% sur la consommation pour le chauffage (IFIP, 2013).

Effets croisés

Une diminution des consommations électriques entraîne indirectement une diminution des émissions de GES.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g éqCO₂,

Coûts

Le coût indicatif pour l'achat d'un échangeur air/air se situe aux alentours de 0,40 € (HT)/porc produit (IFIP, 2008). Ce prix est celui un échangeur d'une capacité de 25 000 m³/h destiné à un élevage de 250 truies (environ 0,7 €/m³ d'air extrait), avec un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions). L'échangeur de chaleur permettrait une économie de 0,2 à 0,4 ct €/kg de porc charcutier produit.

Des valeurs de coût sont fournies dans le guide BEBC+ pour le post-sevrage (Tableau 3 - IFIP et al., 2013).



Tableau 3 – consommation et économie d'un échangeur de chaleur en post-sevrage (IFIP et al., 2013)

	kWh consommés/ place	Prix du kWh économisé	Temps de retour sur investissement
PS sans échangeur	60,28	- €	
PS avec échangeur salle/salle	44,17	0,093 €/kWh	11,6 ans
PS avec échangeur en centralisé	24,26	0,083 €/kWh	10,4 ans

Applicabilité

Cet équipement ne permet tout de même pas d'atteindre les températures nécessaires de démarrage en post sevrage. Un système de chauffage complémentaire demeure donc indispensable lors de l'entrée des porcelets ou en périodes froides.

Pour conserver ses performances, l'échangeur doit rester propre et dispose souvent d'un système de buses laveuses intégrées ou se trouve associé à un laveur d'air en amont.

Facteurs incitatifs

L'échangeur de chaleur présente l'avantage de préchauffer l'air avant son entrée dans le bâtiment, ce qui limite les risques de retombées d'air froid sur les porcs et offre davantage de souplesse quant à la gestion de la ventilation.

Une réduction du niveau d'utilisation d'énergie contribue à une réduction des coûts annuels d'exploitation.

Cette technique est considérée comme une **MTD** dans la version du BREF Élevages 2017 (MTD 8 - Afin d'utiliser rationnellement l'énergie dans une installation d'élevage, la MTD consiste à appliquer une combinaison de techniques : e) utilisation d'échangeurs de chaleur : air/air, air/eau, air/sol, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302).

Les échangeurs de chaleurs peuvent être éligibles aux aides du PCAEA (Plan de Compétitivité et d'Adaptation des Exploitations Agricoles).

État des lieux de l'application de cette technique

Ce type d'équipement se développe de plus en plus en élevages.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2007. *Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les bâtiments d'Élevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs.* ADEME éd., Angers, France, 83 p.
- Bartolomeu D., Amand G., Dollé J.B., 2007. *Réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments d'élevage.* *TechniPorc*, vol 30, n°2, pages 41-42.
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs.* *Journal officiel de l'Union européenne* du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Granier R., Rousseau P., Larnaudie M. et Massabie P., 1994. *Préchauffage de l'air neuf de renouvellement dans les porcheries d'engraissement : étude du principe du double flux.* *Journées de la Recherche Porcine*, 26, 55-62.

- IFIP, 2007. Les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage de porcs. IFIP éd., Paris, France, brochure réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME, 4 p.
- IFIP, 2008. Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire. IFIP éd., Paris, France, document réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME 20 p. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/46249_plaquette_ifip_20p.pdf
- IFIP, CRAB et CRAPL, 2013. Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+) – Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine. IFIP éd. Paris, France, 72 p. . <http://www.rmt-batiments.org/spip.php?article221>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr; nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Échangeur de chaleur. 6 pages.





Nitrification-dénitrification par boue activée avec séparation de phases

Objectif et principe

Il s'agit de concentrer l'azote organique et le phosphore dans un refus de séparation de phases et de produire un lisier traité à faible teneur en azote et en phosphore résiduel.

Cette technique est un traitement biologique qui fait intervenir des micro-organismes spécialisés dans la transformation de l'azote. L'azote ammoniacal du lisier est ainsi transformé en azote gazeux non polluant (N_2). L'abattement du phosphore repose uniquement sur la mise en place d'un séparateur de phases, généralement placé en tête du traitement. Le refus de séparation de phases, solide, se prête bien au compostage.

Mise en place

Le lisier est soumis dans un premier temps à un procédé de séparation de phases (tamis, vis compacteuse, décanteuse centrifuge) ce qui permet de retirer les éléments particuliers. L'installation d'une fosse de brassage en tête de traitement est indispensable pour réguler et homogénéiser le flux de lisier.

Par la suite, des séquences d'oxygénation suivies de périodes d'anoxie (privation d'oxygène) se succèdent dans le bassin d'aération, pendant 6 à 7 semaines environ. Ces conditions favorisent le développement de la population bactérienne permettant de transformer l'azote ammoniacal du lisier en azote gazeux non polluant (N_2), et se dégageant dans l'atmosphère. La succession des étapes de transformation s'établit de la façon suivante :

- Pendant la phase d'aération, l'azote ammoniacal est oxydé en nitrites puis en nitrates (nitrification).
- Elle est suivie d'un apport de lisier brut dans le réacteur,
- puis une phase d'anoxie où les formes d'azote oxydé sont réduites en N_2 (dénitrification).

Un bassin de décantation est généralement installé après le réacteur biologique pour décanter voire stocker les boues. Il permet de gérer distinctement les boues (environ 30 % du volume initial) qui seront épandues à la tonne à lisier et l'eau résiduaire (environ 60-70 % du volume initial) épandues avec un système d'irrigation.

Les différents modèles d'équipement proposés par les constructeurs, se différencient essentiellement par la durée des cycles de traitement (pouvant aller de 1h à 24h), le type d'oxygénateur (turbine de surface lente ou rapide, turbine immergée, diffuseur fines bulles...) et par les règles de décisions du procédé de traitement.

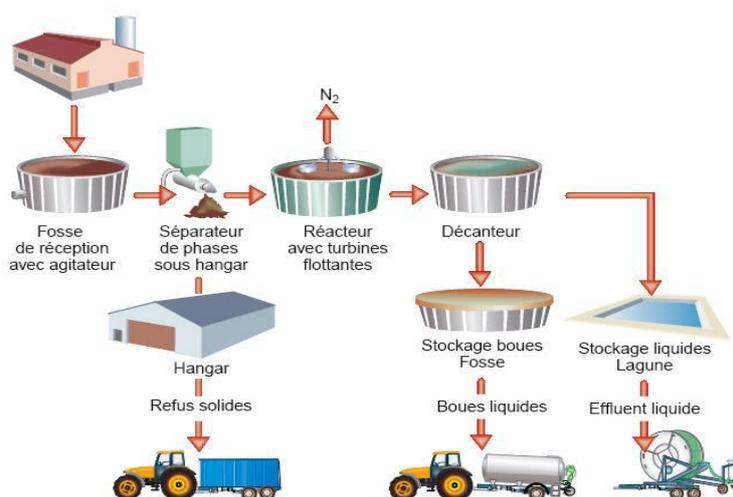


Schéma 1 : procédé de traitement biologique par nitrification – dénitrification (source IFIP)

Bénéfices environnementaux

On observe généralement un abattement de l'azote de 70 %, voire de 95 % si le refus de séparation de phases est exporté.

Le phosphore est concentré dans la partie solide issue de la séparation de phases en tête de traitement. On observe un abattement de 15 à 95 % selon le type de séparateur de phases (ITP, 2004).

Effets croisés

En raison de l'abattement total de l'azote ammoniacal par le procédé (il ne reste plus que 50 à 100 mg $N_{\text{ammoniacal}}$ /kg de lisier) il n'y a pas d'émissions de NH_3 au stockage.

Cependant, ce type de traitement peut émettre des GES en faible quantité. Le CO_2 est le principal gaz émis suite à la transformation biologique des composés organiques du lisier. La production de N_2O correspond à moins de 1 % de l'azote total du lisier entrant dans la station de traitement. La production de CH_4 est peu élevée.

De l'énergie électrique est nécessaire pour exploiter l'aération, les pompes et la pré-séparation des solides, environ 16 kWh/m³ de lisier brut pour un élevage naisseur-engraisseur de 250 truies (BREF, 2003).

Les procédés de traitement biologique du lisier, permettent de réduire fortement les odeurs au stockage de l'effluent.

Coûts

Le coût indicatif pour l'investissement d'un matériel neuf se situe entre 6 et 8 ct d'€/kg de porc charcutier produit (7 ct d'€/kg de porc charcutier en moyenne). Ces prix tiennent compte d'un amortissement sur 7 ans pour le matériel et 15 ans pour le génie-civil, Les coûts varient essentiellement en fonction du volume de lisier à traiter/an et du choix des équipements (récupération ou non d'équipements existants) (source : ITP, 2004).

Le coût de fonctionnement est de l'ordre de 4 ct d'€/kg de porc charcutier produit (3,5 €/m³ en moyenne). Ces prix tiennent compte des consommations d'énergie, de la main d'œuvre nécessaire, de l'auto-surveillance par l'éleveur, de l'épandage des coproduits (source : Loussouarn et Le Bris, 2012)).

NB : le coût de l'épandage du lisier classique serait à déduire du coût global.

Applicabilité

Le traitement biologique par boues activées constitue 70 % des unités en fonctionnement et 80 % du lisier traité (Levasseur et Lemaire, 2003). La technique peut être utilisée sur des exploitations nouvelles et existantes. Mais en raison de son coût, elle ne peut être en pratique mise que dans de très grandes exploitations (plus de 300 truies naisseur-engraisseur ou en traitement (semi)-collectif).

L'aménagement et le bon fonctionnement de cette technique sont très importants pour empêcher un transfert des problèmes environnementaux de l'eau aux composants de l'air. Un contrôle minutieux du processus est donc essentiel.

Les températures excessives en été peuvent temporairement réduire l'activité biologique et donc les performances épuratoires du procédé (la réaction N/D est en outre légèrement exothermique). Les températures minimums nécessaires pour qu'une activité biologique se produise peuvent être également (mais plus rarement) plus difficiles à maintenir en particulier dans les zones les plus froides en hiver.

Facteurs incitatifs

Cette technique peut offrir une solution pour la gestion des excédents d'azote et de phosphore face aux exigences de la réglementation.

Au niveau réglementaire, la mise en œuvre d'un procédé de nitrification-dénitrification au sein d'un élevage appartenant à la rubrique 3660 (cf fiche PVB 21 – Le BREF Elevage) est mentionnée dans la MTD 19e (Traitement des effluents d'élevage pour la réduction de l'azote et du phosphore) de la version 2017 du BREF Elevage (Décision d'exécution UE 2017/302 et Santonja et al., 2017). Le BREF donne des restrictions d'applicabilité : ce type de traitement est non applicable aux nouvelles unités/installations d'élevage et n'est considérée comme MTD que pour les unités existantes dans lesquelles il est nécessaire d'éliminer de l'azote en raison du peu de terrains disponibles pour l'épandage des effluents d'élevage.

Performance de la séparation de phases

D'autres séparateurs peuvent être utilisés (dégrillage, décanteuse-centrifugeuse) en fonction de la nature de l'effluent à traiter (choix selon les performances de rétention du procédé).

L'abattement d'azote est variable selon les modèles d'équipement et l'exportation ou non des boues issues de la séparation de phase (40 à 80% d'abattement). Le taux d'abattement du phosphore dépend du type de séparateur utilisé et également de l'exportation ou non des boues. Il peut varier entre 60 et 75%.

Depuis 2009, les conditions d'application du phosphore se sont durcies en particulier sur le bassin Loire-Bretagne (SDAGE, 2009), l'utilisation d'une séparation de phases performante tant à devenir la norme. De nombreuses unités de traitement des lisiers ont alors dû faire une recirculation des boues biologiques en tête de la décanteuse-centrifuge. Cela permet d'avoir un taux de capture du phosphore dépassant les 90 %. Le refus de séparation de phases obtenue composte alors plus difficilement (moindre porosité).

Pour en savoir plus

- *ITP (2004) : Traitement des effluents porcins. Guide pratique des Procédés. Nitrification-dénitrification par boue activée avec séparation de phases, page 20.*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou*



de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>

- LEVASSEUR P., LE BRIS B., GORIUS H., LE COZLER Y. (2003) : Traitement biologique par boue activée et compostage du lisier sur paille : enquête en élevage. TechniPorc vol 26, n°1, pages 5-11.
- LOUSSOUARN A. et LE BRIS Bertrand, 2012. Coûts de fonctionnement des stations de traitement du lisier en rythme de croisière – Références 2009. Rapport d'étude. Chambres d'agriculture de Bretagne, 8 pages.
- LOYON L., PEU P., GUIZIOU F., PICARD S. (2006): Emissions gazeuses de NH3, N2O, CH4, CO2 au cours du traitement biologique du lisier de porc selon 3 modes d'aération. Journées de la Recherche Porcine, 38, pages 49-52.
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- SDAGE, 2009. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Loire Bretagne 20102015, 248 pages.
- TEFFENE O. (2002) : Les stations de traitement des effluents porcins, estimation des coûts et conséquences économiques. TechniPorc, vol 25, n°4, pages 7-15

Contacts : pascal.levasseur@ifip.asso.fr ; nadine.guingand@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche P29 Nitrification-dénitrification par boues activées avec séparation de phases. 4 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Toutes les volailles

ImpactsRejet N
Rejet P
NH₃

Stratégie nutritionnelle

Approche générale

Objectif et principe

Réduire l'excrétion des éléments (N, P) par les animaux dans leurs effluents afin de réduire les rejets d'azote et de phosphore et les émissions d'ammoniac.

En règle générale, on considère que 50 à 70 % de l'azote et 60 à 80 % du phosphore ingérés se retrouvent dans les déjections des volailles.

Les techniques de gestion nutritionnelle consistent à :

- répondre aux besoins des animaux tout en améliorant la digestibilité des aliments,
- améliorer l'efficacité de la synthèse des protéines corporelles.

Il s'agit donc de mettre en place une stratégie nutritionnelle globale axée en particulier sur la réduction des teneurs en azote et phosphore et sur l'augmentation de la digestibilité des nutriments par l'évolution des matières premières et/ou l'utilisation d'additifs (acides aminés, enzymes).

Mise en place

Plusieurs techniques sont utilisées pour avoir une meilleure efficacité des aliments :

- application de quantités de protéines adaptées,
- formulation en tenant compte de la digestibilité des nutriments,
- utilisation d'acides aminés de synthèse,
- ajout de quantités de phosphore adaptées,
- utilisation de phytases et d'autres additifs alimentaires,
- utilisation d'une alimentation en phases : la composition de l'aliment est adaptée à l'état physiologique de l'animal.

Dans tous les cas, l'important est qu'il y ait la meilleure adéquation possible entre les apports et les besoins des animaux et que l'équilibre soit respecté entre les différents composants de l'aliment.

Bénéfices environnementaux

La gestion nutritionnelle est la principale mesure préventive pour réduire la charge de pollution.

Adaptation des quantités de protéines :

Une réduction ponctuelle en protéines de 1 point (de 18 à 17 %) conduit à une réduction de 10 % de la production d'azote et de la production d'ammoniac.





Digestibilité des nutriments :

L'utilisation de matières premières présentant une bonne digestibilité des acides aminés et d'acides aminés de synthèse, la mise en œuvre de traitements technologiques particuliers, l'utilisation d'enzymes..., toutes ces techniques ont pour but de conduire à des gains importants au niveau de la digestibilité de la matière organique, avec pour conséquence une diminution (Tableau 1) :

- des rejets azotés de 7 % (par rapport à la situation actuelle),
- des rejets phosphorés de 39 %.

Tableau 1 : Exemples de rejets par animal produit

	2006	2013	Écart 2013/2006
Rejets N			
Poulet standard	30 g	28 g	- 7 %
Rejets P₂O₅			
Poulet standard	25 g	15 g	- 39%

Source : CORPEN 2013

La génétique, en production avicole, a permis d'augmenter l'efficacité alimentaire (pour 60 %). Depuis 30 ans, les indices de consommation (quantité d'aliment nécessaire pour produire un kg de poids vif ou d'œufs) ont diminué de 15 % pour le poulet et de 25 % pour la pondeuse.

Effets croisés

La réduction des excréments d'azote par les animaux entraîne une réduction des émissions d'ammoniac au logement et au stockage.

Une baisse des performances des animaux peut parfois être enregistrée.

NB : L'amélioration de la génétique des animaux conjuguée aux efforts réalisés sur la nutrition, a permis de limiter les rejets d'azote et de phosphore, sans pour autant diminuer les performances des animaux.

Coûts

La mise en place de ces techniques est indépendante du choix de l'éleveur, qui reçoit généralement l'aliment directement en provenance de l'usine de fabrication. L'éleveur n'a donc pas la maîtrise de la composition et du coût de l'aliment.

Applicabilité

La technique est facile à mettre en œuvre par le biais des fabricants d'aliments, mais elle est indépendante de l'éleveur (sauf pour ceux qui le fabriquent à la ferme : moins de 5% de l'effectif).

Les systèmes de gestion nutritionnelle sont déjà en place, mais cette technique reste largement tributaire du marché des matières premières. Les prix relatifs des matières premières (blé, maïs, tourteaux de soja, colza, tournesol) et leurs origines, influencent la teneur en protéines des régimes qui sont habituellement calculés au coût le plus bas. Néanmoins, la réduction des rejets est recherchée en permanence.

Facteurs incitatifs

Des mesures prises en termes d'alimentation réduiront les quantités d'éléments fertilisants excrétés par les animaux et réduiront par conséquent le besoin de mesures curatives plus tard dans le cycle de production.



La pression environnementale liée à la réglementation est de plus en plus forte :

- équilibre de la fertilisation (N, P) prévu dans le cadre de la directive Nitrates,
- équilibre de la fertilisation prévu dans le cadre de la réglementation ICPE (article 18 de l'arrêté du 7 février 2005),
- restriction réglementaire en matière d'épandage à 100 kg P₂O₅/ha (Vendée) ou à 150 % des besoins des plantes,
- équilibre de la fertilisation lors du renouvellement des autorisations (SDAGE Loire-Bretagne).

Ces techniques sont considérées comme des **MTD** dans la version du BREF élevage de 2017 (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) (cf. fiche n° V2 - Alimentation en phase, cf. fiche n° V3 - Utilisation des acides aminés de synthèse, cf. fiche V4 – Utilisation de phytases, de phosphates alimentaires hautement digestibles et autres additifs et cf. fiche V5 – Alimentation de précision, pour en savoir plus).

État des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont couramment mises en œuvre dans les élevages français.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°3 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Ajuster l'alimentation des volailles. Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- CORPEN, 2013. Estimation des rejets d'Azote- Phosphore- Potassium- Calcium- Cuivre et Zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN-Volailles 2006 CORPEN éd., Paris, France, 63 p https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/sandrinel_Brochure_CORPEN_Volailles_revisee_21_JUIN_2013_DEFINITIVE_cle01d483.pdf
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : pampouille@itavi.asso.fr; blazy@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V1 : Stratégie nutritionnelle- Approche générale. 3 pages.





Alimentation en phase

Mise en place

Objectif et principe

Limiter les teneurs en azote et phosphore des effluents tout en :

- évitant les déficits en nutriments en phase de croissance,
- limitant les excès en phase de finition,
- conservant de bonnes performances.

La technique consiste à atteindre le bon équilibre entre les apports énergétiques, les besoins en acides aminés et en minéraux, en répondant strictement aux besoins des animaux, sans excès ni déficit.

La composition de l'aliment est adaptée à l'âge, l'état physiologique et la génétique de l'animal et son environnement, avec par exemple un découpage en 3 phases : démarrage, puis croissance et enfin finition.

Le nombre d'aliments successifs peut varier de 2 à 6, selon la production.

Pour les Poules pondeuses :

L'alimentation en phase consiste à ajuster les niveaux protéiques, de calcium et phosphore dans les différents stades de production.

Pour les Poulets de Chair :

L'alimentation en phase est appliquée avec généralement trois aliments : démarrage, croissance et finition, qui s'adaptent aux besoins des animaux (Tableau 1).

Tableau 1 : Exemple d'un régime alimentaire poulets de chair standard.

	Énergie Métabolisable kcal/kg	Protéines brutes (%)	Lysine totale (%)	Acides aminés soufrés totaux (%)
0 – 2 semaines	3000	22,2	1,16	0,87
2 - 4 semaines	3050	20,5	1,03	0,78
4 – 6 semaines	3100	19,8	0,98	0,75

Source : ITAVI



Pour les dindes :

Les dindes consomment de grandes quantités d'aliment sur une longue période. Tout comme pour le poulet, au cours de l'élevage, les besoins en protéines et acides aminés diminuent alors que les besoins en énergie augmentent.

L'alimentation en phase comprend 4 à 5 aliments, voire 6.

Pour les volailles standard, la présentation de l'aliment sous forme de granulés améliore l'indice de consommation et la croissance par rapport à une présentation en farine.

L'alimentation multiphase se fait souvent avec ajout :

- d'acides aminés de synthèse (cf. fiche V3 : Utilisation des acides aminés de synthèse, pour en savoir plus),
- de phytases (cf. fiche V4 : Utilisation de phytases, de phosphates alimentaires hautement digestibles et autres additifs, pour en savoir plus),
- de phosphores alimentaires inorganiques,
- ou autres additifs alimentaires.

Bénéfices environnementaux

Le principal effet de l'alimentation en phase est une diminution de l'excrétion des éléments (N, P) : l'insertion d'une étape d'alimentation pour les poulets de chair, par exemple, réduit l'excrétion d'azote de 15 à 35%.

Effets croisés

La réduction des excréments d'azote entraîne une réduction des émissions d'ammoniac au logement et au stockage des déjections.

Coûts

La mise en place de ces techniques est indépendante du choix de l'éleveur qui reçoit généralement l'aliment directement en provenance de l'usine de fabrication. L'éleveur n'a donc pas la maîtrise de la composition et du coût de l'aliment.

Applicabilité

Cette technique est déjà appliquée en France pour l'alimentation des volailles depuis les années 1960, c'est-à-dire depuis l'industrialisation de l'aviculture, mais les recherches se poursuivent pour toujours mieux répondre aux besoins des animaux en fonction de l'évolution de la génétique.

Facteurs incitatifs

Des mesures prises en termes d'alimentation réduiront les quantités d'éléments fertilisants excrétés par les animaux, et réduiront par conséquent le besoin de mesures curatives plus tard, dans le cycle de production.

La pression environnementale liée à la réglementation est de plus en plus forte :

- équilibre de la fertilisation (N, P) prévu dans le cadre de la directive Nitrates,
- équilibre de la fertilisation prévu dans le cadre de la réglementation ICPE (article 18 de l'arrêté du 7 février 2005),
- restriction réglementaire en matière d'épandage à 100 kg P₂O₅/ha (Vendée) ou à 150 % des besoins des plantes,
- équilibre de la fertilisation lors du renouvellement des autorisations (SDAGE Loire-Bretagne).

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Cette technique fait partie de l'itinéraire technique obligatoire de l'alimentation des volailles.

D'autre part, elle entraîne généralement une diminution du coût de l'aliment, et une augmentation des performances zootechniques.

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 3b – alimentation multiphase au moyen d'aliments adaptés aux besoins spécifiques de la période de production, Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

Parce qu'elle réduit les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'alimentation multiphase est inscrite dans le Programme de Réduction des Émissions de Polluants Atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 Mai 2017).

État des lieux de l'application de cette technique

Cette technique est couramment mise en œuvre dans les élevages français.

Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- ADEME, 2019. Fiche n°3 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Ajuster l'alimentation des volailles / pratique B : Mettre en place ou optimiser l'alimentation multiphase. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- CORPEN, 2013. Estimation des rejets d'Azote- Phosphore- Potassium- Calcium- Cuivre et Zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN-Volailles 2006 CORPEN éd., Paris, France, 63 p https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/sandrinel_Brochure_CORPEN_Volailles_revisee_21_JUIN_2013_DEFINITIVE_cle01d483.pdf
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : pampouille@itavi.asso.fr; blazy@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V2 : Alimentation en phases. 3 pages.



Utilisation des acides aminés de synthèse et de biosynthèse

Objectif et principe

Les objectifs sont :

- de réduire l'excrétion des éléments (N, P) par les animaux dans leurs effluents afin de réduire les rejets d'azote et de phosphore et les émissions d'ammoniac,
- d'apporter la juste quantité de nutriments permettant d'optimiser les performances tout en limitant les excès.

Dans le cas de l'azote, les animaux utilisent les acides aminés constitutifs des protéines alimentaires (essentiellement végétales) pour synthétiser leurs propres protéines (animales). Cependant, les profils en acides aminés de ces protéines diffèrent, ce qui conduit à apporter une quantité importante de protéines alimentaires pour sécuriser l'apport en acides aminés potentiellement les plus limitants, quitte à apporter les autres acides aminés en excès. Cet azote superflu ne sera pas utilisé par l'animal et sera rejeté.

La technique consiste donc à utiliser des acides aminés de synthèse et de biosynthèse permettant d'adapter le profil en acides aminés de l'aliment aux besoins de l'animal pour les plus limitants tels que la méthionine, la lysine et la thréonine.

Mise en place

Les principaux acides aminés (lysine, méthionine, thréonine, tryptophane) sont produits par l'industrie. Ils peuvent être présentés soit sous forme de poudre, soit sous forme liquide.

Leur digestibilité proche de 100 % est supérieure à celle des acides aminés des matières premières (de l'ordre de 50 à 90 %).

L'ajout d'acides aminés de synthèse permet de formuler des régimes moins riches en protéines et donc de diminuer l'incorporation de tourteaux comme le soja.

Bénéfices environnementaux

Ces formules supplémentées et à taux protéiques réduits ont un intérêt certain sur la réduction des rejets azotés (Tableau 1) :



Tableau 1 : Diminution des rejets d'azote dans les litières pour une réduction de la teneur en protéines alimentaire de 10 %

	Réduction des rejets N dans les litières
Poules pondeuses	14%
Canards	15%
Dindons	15%
Poulets	19%

Source : Modèle néerlandais réalisé par la Commission Européenne (ERM/AB-DLO, 1999)

Coûts

La mise en place de ces techniques est indépendante du choix de l'éleveur, qui reçoit généralement l'aliment directement en provenance de l'usine de fabrication. L'éleveur n'a donc pas la maîtrise de la composition et du coût de l'aliment.

Applicabilité

La technique est facile à mettre en œuvre par le biais des fabricants d'aliments, mais elle est indépendante de l'éleveur (sauf pour ceux qui fabriquent à la ferme : moins de 5 % de l'effectif).

Le prix des acides aminés de synthèse peut être un frein.

Les principaux acides aminés sont produits industriellement : L.Lysine, DL.Méthionine, L.Thréonine, L.Tryptophane, L.Valine, L.Arginine et L.Isoleucine. Ces acides aminés de synthèse sont utilisés dans les aliments de volailles pour permettre une diminution du taux protéique. D'autres acides aminés de synthèse sont en cours de développement, ce qui doit permettre à terme une réduction encore plus poussée des taux protéiques des aliments et par conséquent des rejets.

Facteurs incitatifs

Des mesures prises en termes d'alimentation réduiront les quantités d'éléments fertilisants excrétés par les animaux et réduiront par conséquent le besoin de mesures curatives plus tard dans le cycle de production.

La pression environnementale liée à la réglementation est de plus en plus forte :

- équilibre de la fertilisation (N, P) prévu dans le cadre de la directive Nitrates,
- équilibre de la fertilisation prévu dans le cadre de la réglementation ICPE (article 18 de l'arrêté du 7 février 2005),

Ces formules supplémentées et à taux protéiques réduits permettent l'amélioration de l'état sanitaire avec une influence sur la qualité des litières et de l'ambiance, d'où une amélioration des performances zootechniques, du bien-être et de la santé des animaux.

Par ailleurs, elles entraînent généralement une diminution du coût de l'aliment. Elles permettent une réduction de la dépendance vis-à-vis du soja, ce qui est très intéressant dans le contexte actuel du marché mondial des matières premières (1^{er} embargo sur le tourteau de soja en 1973).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 3c – Ajout de quantités limitées d'acides aminés essentiels à un régime alimentaire pauvre en protéines brutes, Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

État des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont couramment mises en œuvre dans les élevages français.



Pour en savoir plus

- ADEME, 2019. Fiche n°3 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Ajuster l'alimentation des volailles / pratique B : Ajuster les apports en protéines et compléter en acides aminés de synthèse. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- CORPEN, 2013. Estimation des rejets d'Azote- Phosphore- Potassium- Calcium- Cuivre et Zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN-Volailles 2006 CORPEN éd., Paris, France, 63 p
https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/sandrinel_Brochure_CORPEN_Volailles_revisee_21_JUIN_2013_DEFINITIVE_cle01d483.pdf
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : pampouille@itavi.asso.fr ; blazy@ifip.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V3 : Utilisation des acides aminés de synthèse. 3 pages.





Utilisation de phytases, de phosphates alimentaires hautement digestibles et autres additifs

Objectif et principe

Réduire l'excrétion du phosphore par les animaux dans leurs effluents afin de réduire les rejets.

Cette technique consiste à améliorer la digestibilité du phosphore contenu dans les aliments à destination des animaux, grâce à l'ajout :

- de *phytases* : enzyme présente naturellement dans de nombreuses matières premières végétales telles que le blé, le seigle, l'orge, le maïs... qui permet de libérer le phosphore et d'autres nutriments contenus dans les phytates.
- de phosphates alimentaires,
- d'autres additifs.

Mise en place

Plus des 2/3 du phosphore contenu dans les graines des matières premières les plus utilisées (céréales, oléagineux, etc.) se trouvent stockés sous forme de phosphore phytique. Cette molécule est considérée comme la principale forme de réserve du phosphore dans les graines. Or, Les animaux monogastriques comme les volailles, ne sont pas capables d'utiliser le phosphore phytique ou n'y parviennent qu'insuffisamment.

La digestibilité du phosphore est généralement assez faible :

- 17 % pour le tourteau de tournesol,
- 20 à 24 % pour le maïs et le tourteau de soja,
- 50 à 55 % pour le blé et l'orge.

La majeure partie de cette fraction de phosphore est donc éliminée dans les excréta sans être utilisée.

Ajout de phytase exogène :



Les animaux monogastriques ne produisent pas leur propre phytase, et la phytase naturellement présente dans les graines ne libère pas suffisamment le phosphore des matières premières. De plus, cette phytase naturelle est en partie détruite par les procédés de fabrication des aliments.

Cette enzyme peut donc être apportée dans l'alimentation des volailles par ajout de phytase microbienne, incorporée lors de la fabrication de l'aliment sous forme de poudre ou de liquide.

L'utilisation de phytase microbienne améliore la digestibilité et l'assimilation du phosphore total des matières premières végétales. Une plus grande quantité de phosphore peut ainsi être absorbée dans l'intestin grêle des volailles et un moindre apport en phosphore minéral est nécessaire pour couvrir leurs besoins.

NB : Outre le phosphore, d'autres cations bivalents comme le calcium, le magnésium, le fer et le zinc, ainsi que des acides aminés sont des composants des phytates. L'amélioration de la digestibilité de cette molécule permet une meilleure utilisation de ces éléments.

Ajout de phosphates alimentaires :

Les phosphates alimentaires inorganiques sont classés comme des ingrédients alimentaires minéraux. Leur phosphore est plus digestible pour les animaux que celui contenu dans les matières premières végétales.

Ils sont incorporés dans les aliments sous forme de poudre. Leur teneur en phosphore digestible est stable.

Autres additifs :

On peut également utiliser d'autres enzymes, des stimulateurs de croissance et des micro-organismes dont le rôle est principalement d'améliorer la croissance en réduisant l'alimentation et ainsi les nutriments totaux excrétés.

Bénéfices environnementaux

L'incorporation de phytases dans les aliments des volailles augmente la disponibilité du phosphore végétal de 20 à 30 % chez les poulets de chair, les pondeuses et les dindes.

En règle générale, une diminution de 0,1 % du phosphore total dans les aliments en utilisant la phytase, se traduit par une diminution de l'excrétion de phosphore de plus de 20 % pour les pondeuses et les poulets de chair.

Depuis 2013, les rejets de phosphore dans les fèces ont été réduits de 40 % grâce à l'utilisation de phytases (Tableau 1).

Tableau 1 : Diminution des rejets par animal produit (2006 : utilisation de phytase dans les aliments)

	2006	2013	Ecart 2013/2006
Poulet standard	25 g	15 g	- 39 %

Source : CORPEN, 2013

L'ajout de phosphates alimentaires hautement digestibles, ainsi que d'autres additifs qui permettent de maintenir la croissance des animaux tout en réduisant l'alimentation, participe à la réduction des rejets de phosphore dans l'environnement.

Effets croisés

La diminution de l'excrétion de phosphore par les animaux a pour conséquence des effluents à épandre, moins riches en phosphore.



Coûts

La mise en place de ces techniques est indépendante du choix de l'éleveur, qui reçoit généralement l'aliment directement en provenance de l'usine de fabrication. L'éleveur n'a pas la maîtrise de la composition et du coût de l'aliment.

Applicabilité

Le procédé de fabrication impose, du fait de la thermolabilité de la phytase, l'incorporation de cette dernière par spray liquide après fabrication des granulés. De ce fait, la technique est réservée aux unités importantes de fabrication (les petites unités de fabrication ne concernent qu'une faible partie du tonnage d'aliments volailles).

La phytase fait partie des additifs règlementés. Elle est aujourd'hui autorisée pour toutes les espèces de volailles. L'utilisation des phytases microbiennes dans les aliments pour volailles n'a cessé d'augmenter ces dernières années. Désormais, la quasi-totalité des aliments destinés aux volailles standard (et dans une moindre mesure aux volailles label ou reproductrices) contiennent des phytases. Celles-ci ne sont pas autorisées en élevage bio.

Les phosphates alimentaires hautement digestibles, ainsi que d'autres additifs commencent à être utilisés dans les aliments volailles.

Facteurs incitatifs

Des mesures prises en termes d'alimentation réduiront les quantités d'éléments fertilisants excrétés par les animaux et réduiront par conséquent le besoin de mesures curatives plus tard dans le cycle de production.

La pression environnementale liée à la réglementation est de plus en plus forte :

- équilibre de la fertilisation (N, P) prévu dans le cadre de la directive Nitrates,
- équilibre de la fertilisation prévu dans le cadre de la réglementation ICPE (article 18 de l'arrêté du 7 février 2005),
- restriction réglementaire en matière d'épandage à 100 kg P₂O₅/ha (Vendée) ou à 150 % des besoins des plantes,
- équilibre de la fertilisation lors du renouvellement des autorisations (SDAGE Loire-Bretagne).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 4b – Utilisation d'additifs autorisés pour l'alimentation animale qui réduisent le phosphore total excrété (par exemple phytase) et MTD 4c – Utilisation de phosphates inorganiques hautement très digestibles pour remplacer partiellement mes sources traditionnelles de phosphore dans l'alimentation, Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

État des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont couramment mises en œuvre dans les élevages français.

Pour en savoir plus

- CORPEN, 2013. Estimation des rejets d'Azote- Phosphore- Potassium- Calcium- Cuivre et Zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN-Volailles 2006 CORPEN éd., Paris, France, 63 p
https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/documents/pdf/sandrinel_Brochure_CORPEN_Volailles_revisee_21_JUIN_2013_DEFINITIVE_cle01d483.pdf
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : bouvarel@itavi.asso.fr; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V4 : Utilisation de phytases, de phosphates alimentaires hautement digestibles et autres additifs. 4 pages.



Logement des poules pondeuses ou des reproducteurs en cage

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac au sein des bâtiments d'élevage.

La fréquence d'évacuation couplée au séchage des fientes produites en cages sont des techniques limitant les émissions d'ammoniac (NH₃) et d'odeurs.

Pour cela, la collecte et l'enlèvement des fientes sont réalisés grâce à un convoyeur (type tapi de collecte et de transport). Afin de bloquer les réactions chimiques et biologiques, responsables des émissions d'ammoniac, un pré-séchage des fientes peut être entrepris : au sein du logement/ bâtiment (Cf fiche V7 : Pré-séchage dans le bâtiment) ou en séchoir extérieur (Cf fiche V8 : Séchage extérieur).

Mise en place & évolutions

Il existe plusieurs modes de logement en cage, associés à des systèmes de stockages et de gestion des déjections différents.

Il convient de noter que les modes de logement ont connu de nombreuses évolutions liées à la gestion des déjections et à au respect du bien-être animal.

Les systèmes de gestions des fientes sous forme de lisier (ou liquide) laissent de plus en plus place à la recherche d'une production de fientes sèches. Les types de logements traditionnellement rencontrés se différencient par i) les modalités de séchage des lisiers (aération passive, dynamique...), ii) le lieu de stockage (au sein du bâtiment d'élevage en fosse profonde ou dans un bâtiment connexe).

Les systèmes de cages aménagées

Le logement des poules pondeuses en cage a été abandonné suite aux évolutions législatives européennes en matière de bien-être (directive 1999/74/CE). Ce modèle a laissé place à des logements dits de cages aménagées ou de systèmes alternatifs à la cage (sol ou avec accès parcours).

Les cages aménagées présentent : un sol incliné, des matériaux type grillage soudé/ treillis en plastique, des installations fixes et des espaces supplémentaires mieux délimités. Ainsi des espaces réservés au nourrissage, l'abreuvement, la nidification, le grattage, le perchage et la collecte d'œufs sont imposés.

Pour plus de détails et d'informations les fiches poules pondeuses N°1 et 2 résultantes du Réseau Mixte Technique (RMT) Bien-être animal et système d'élevage sont à consulter.

Ces cages, sont généralement couplées à un système d'évacuation des fientes par tapis.





Les systèmes avec stockage des fientes en fosses profondes sous les cages

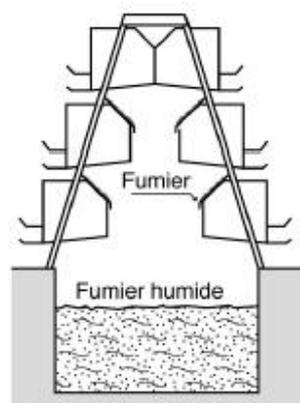


Figure 1 : Fosse profonde ouverte sous des cages disposées en marche d'escalier (extrait du BREF 2003)

Les fientes sont recueillies sur des volets en plastique ou des plaques métalliques situées sous les cages. Après un stockage de quelques jours, initiant leur séchage, les déjections sont raclées et renvoyées dans une fosse de profondeur variable (3 à 5 m). Les fientes s'accumulent ainsi pendant plus d'un an et peuvent atteindre une matière sèche de 70 à 80%.

Les cages peuvent être disposées en marche d'escalier, Flat-Deck ou compactes (californien).

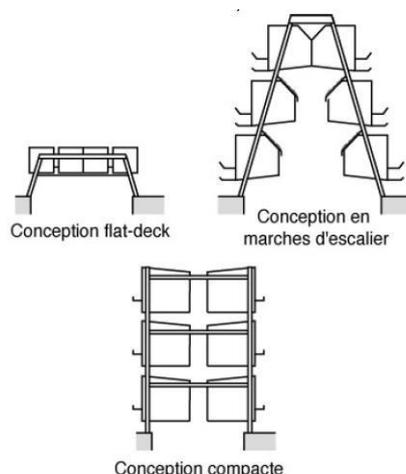


Figure 2 : 3 dispositions de cages de poules pondueuses avec un système de stockage en fosse profonde (extrait du BREF 2003)

Les systèmes en batteries avec évacuation des fientes par des racleurs vers un lieu de stockage extérieur fermé

Ce dispositif est une variante. Les déjections sont gérées sous forme de lisier avec un système de préfosse. Selon la profondeur des fosses situées sous les cages, les déjections en seront retirées plus ou moins fréquemment (allant d'une fréquence quotidienne à hebdomadaire) au moyen de racleur. La plupart du temps, elles seront encore dans un état liquide et pâteux. Leur stockage se fera alors en extérieur dans une fosse dédiée (cette variante est adaptée aux trois types de dispositions).

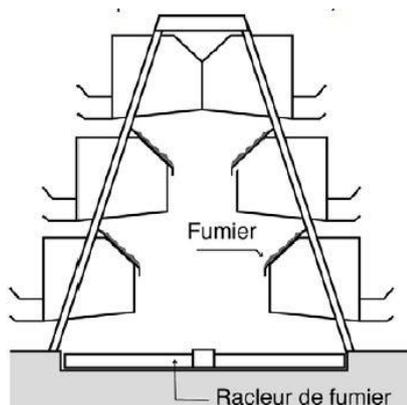


Figure 3 : Préfosse peu profonde avec racleur de lisier sous des cages en marche d'escalier (extrait du BREF 2003)

Les systèmes en cage avec un tapis d'évacuation fréquente des fientes

Dans ce système, les fientes tombent sur des tapis situés sous chaque étage. Elles sont stockées d'un à quelques jours avant d'être évacuées. Des dispositifs de pré-séchage peuvent être disposés au niveau des tapis (Cf fiche BPE V7).

Les déjections sont récupérées en bout de batterie par un convoyeur à bande qui les transporte vers un hangar de stockage, à l'extérieur du bâtiment de production. Le produit final dispose alors d'une teneur en matières sèches comprise entre 60 et 80%.

Une autre option réside à opérer le séchage des fientes dans un système extérieur (type tunnel de séchage- Cf fiche BPE V8). Le produit final dispose alors d'une teneur en matières sèches comprise entre 80 et 85%.

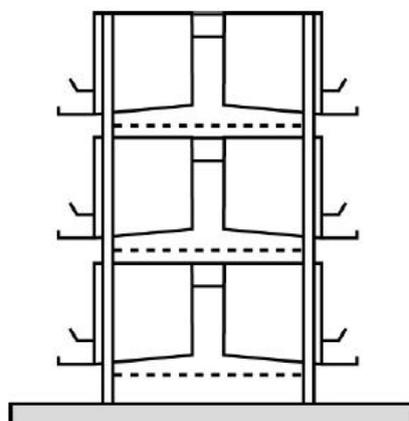


Figure 4 : Cages de poules pondouses avec système d'évacuation des fientes par un tapis (extrait du BREF 2003)

Le tapis, fabriqué en polypropylène ou en trévirra, est lisse, facile à nettoyer et les résidus ne peuvent y adhérer. Les tapis modernes renforcés permettent d'évacuer le lisier stocké sous de très longues rangées de cages, qui commence de sécher sur les tapis (en particulier en été).

Fréquence d'évacuation

Parmi les MTD du BREF 2017 et selon le dispositif de séchage prévu, les fréquences d'évacuation minimales des fientes sont présentées dans le tableau ci-dessous.





	BREF : Fréquence réglementaire minimum
Séchage à l'air	1 fois par semaine
Sans séchage à l'air	2 fois par semaine

Une fréquence d'extraction supérieure n'apporte qu'un gain limité au regard des émissions d'ammoniac évité et des coûts de fonctionnement des systèmes d'extraction.

Bénéfices environnementaux

Les systèmes de cages avec un stockage des fientes en fosse profonde ouvertes ne peuvent pas être considérés comme une BPE, mais servent de système de référence (y compris avec une variante incluant un racleur) pour évaluer les bénéfices environnementaux permis par les autres systèmes.

Les cages améliorées ont permis d'obtenir une diminution des émissions d'ammoniac de 58% comparé au système de référence.

Les émissions d'ammoniac selon la fréquence de collecte sont présentées dans le tableau suivant (d'après le BREF 2017, p302*) :

Fréquence d'enlèvement	kg de NH ₃ / poule poudeuse/an
2 fois par semaine	0.035 à 0.10
3 fois par semaine	0.028
1 à 2 fois par jours	0.020

*Ces données ont été collectées sur des logements types cages améliorées et en absence de séchage.

Il a été remarqué que les émissions sont d'autant moins importantes que la fréquence d'évacuation est importante.

Par exemple, une évacuation à raison de 2 fois / semaine des fientes conduit à une émission de 0.035 – 0.10 kg de NH₃/ poule poudeuse /an. Avec une fréquence d'évacuation de deux fois par jour, les émissions chutent à 0.020 kg de NH₃/ poule poudeuse /an, soit une réduction de 44 à 80% des émissions d'ammoniac.

Par ailleurs, les tapis de collecte et de transport des fientes se sont démocratisés grâce à un meilleur taux de capture du fumier (comparé à un racleur).

Effets croisés

L'extraction rapide des matières organiques, sources de mauvaises odeurs, permet d'également limiter les nuisances odorantes au sein du bâtiment.

Le fonctionnement des unités de convoyage nécessite une consommation énergétique et une maintenance du parc électromécanique accrus.

Coûts

Le passage à une filière de fientes sèches comparées à un lisier humide a permis de faciliter la manutention et la gestion de ce sous-produit.

Le coût d'un convoyeur pour évacuation fientes du bâtiment jusqu'en hangar est estimé à 320 €/mL (d'après le Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017)

Avec l'obtention d'un produit stable, sec (plus de 65% de matières sèches) et à haute valeur fertilisante, les fientes peuvent être revendues (moyennant l'obtention d'une normalisation).



Applicabilité

Le stockage des fientes en fosse profonde tend à disparaître à cause de conditions difficilement maîtrisables (émissions gazeuses) qu'il induit et ses performances environnementales limitées.

De même, les dispositifs en Flat-Deck ou Californien, associés à une gestion liquide des fientes, deviennent de moins en moins rependus.

Plus généralement, la mise en œuvre de tapis de transports aux unités existantes peut être limitée par la nécessité d'une révision complète du système d'hébergement.

L'émergence des cages aménagées (non applicable aux poulettes ni aux poulets de chair reproducteurs) et de modes d'élevage alternatifs ont permis des gains importants dans la prise en compte et l'application du bien-être animal. Il convient toutefois d'évaluer en parallèle les performances environnementales de ces nouvelles pratiques. Par exemple, les systèmes de séchages semblent favoriser l'émission de particules et les émissions en NH₃ semblent supérieures avec l'élevage en volière (Yousra, 2016).

Facteurs incitatifs

La collecte de fientes par un tapis est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevage (MTD 31-Techniques de réduction des émissions d'ammoniac provenant des bâtiments d'hébergement de poules poudeuses, de poulets de chair reproducteurs ou de poulettes).

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED (+ 40 000 Poules poudeuse).

Catégorie animale	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Poules poudeuses – système cage	0.08

A l'inverse, les systèmes en fosse profonde et cage ont disparu au profit de méthodes alternatives comme *la Litière profonde avec fosse à effluents d'élevage* et *la Volière*. (Ces dispositions sont présentées dans les fiches BPE V9).

Les fientes séchées sont normalisées et considérées comme des engrais organiques et ne nécessitent pas de plan d'épandage, de plus elles sont commercialisables et exportables.

Pour en savoir plus

- *BREF 2003, document de référence sur les meilleures techniques disponibles pour l'élevage intensif de volailles et de porcs, Juillet 2003 : Chapitre 4-5 Techniques pour la réduction d'émissions provenant des logements volailles pp174-201.* http://www.ugpvb.fr/uploads/ugpvb/files/environnement/IED/Bref%20Elevage%202003_1%C3%A8re%20partie.pdf
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017.* https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>

- Les cages aménagées pour poules pondeuses : les points clés, Fiche Poules pondeuses N°1, Juin 2011. RMT bien-être animal et système d'élevage. [www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/16761/\\$File/fiche_pondeuse_cage_amenagee.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/16761/$File/fiche_pondeuse_cage_amenagee.pdf?OpenElement)
- Les cages aménagées pour poules pondeuses : les points clés, Fiche Poules pondeuses N° 2, Juin 2011. RMT bien être animal et système d'élevage. http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/les-cages-amenagees-pour-poules-pondeuses-les-points-cles.html
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- Yousra Mahmoudi, 2016, Mémoire de thèse, Impacts du type de logement en élevage de poules pondeuses sur les performances zootechniques et le bien-être animal. <https://corpus.ulaval.ca/jspui/bitstream/20.500.11794/26829/1/32448.pdf>

Contacts : blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V6 : Logement des poules pondeuses ou des reproducteurs en cage. 6 pages.



Evacuation rapide et pré-séchage en bâtiment des fientes de poules en cages

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac au sein des bâtiments d'élevage.

La fréquence d'évacuation couplée au séchage des fientes produites en cages sont des techniques limitant les émissions d'ammoniac (NH₃) et d'odeurs.

Pour cela, les modalités de collecte et d'enlèvement des fientes sont présentées dans la fiche BPE V6. Afin de bloquer les réactions chimiques et biologiques, responsables des émissions d'ammoniac, un pré-séchage des fientes peut être entrepris : au sein du logement/ bâtiment ou en séchoir extérieur (Cf fiche BPE V8).

Mise en place

Cette technique peut s'adapter sur les logements en cage lorsque les fientes, produites par les animaux, tombent sur des tapis situés sous chaque étage de cages. Lors de l'excrétion, leur taux de matière sèche est de 20% (ITAVI, 2003).

Les fientes peuvent être soumises à un pré-séchage dans le bâtiment sur les tapis à l'aide de dispositifs variés (gaine de ventilation, éventail, chariot sécheur...). Dans cette configuration, l'évacuation des fientes se fait une à deux fois par semaine. Cela permet d'obtenir un taux de matière sèche proche de 50-55%. Les déjections sont ensuite récupérées en bout de batterie par un convoyeur à bande qui les transporte vers un hangar de stockage à l'extérieur du bâtiment, où elles pourront poursuivre leur séchage (Cf fiche BPE V8) (ITAVI 2003-Derel et Aubert, 2008).

L'alimentation du système d'air forcé doit être fait avec un air frais. Les taux de ventilation doivent être adaptés à la saison. En période froide, un volume d'air de 0.5 à 3.2 m³/emplacement/h est recommandé. En période chaude, des volumes de 3.1 à 6.9 m³/ emplacement/h sont à appliquer (BREF 2017).

Bénéfices environnementaux

L'évacuation rapide et le séchage des fientes permet de réduire les émissions d'ammoniac au bâtiment. Par rapport à un système de gestion en fosse profonde (stockage des fientes dans le bâtiment pendant toute la durée du lot), l'utilisation d'un tapis avec pré-séchage permet de réduire les émissions de 80%. Pour un emplacement/an, les émissions d'ammoniac passent de 0.15 kg à 0.017-0.04 kg si le séchage en bâtiment est appliqué (BREF 2017).

Dans un système d'évacuation des fientes par tapis, la mise en place d'un pré-séchage permet de réduire de 30 à 40% les émissions d'ammoniac globale (CITEPA 2019).





Les émissions de méthane sont peu impactées par la fréquence d'enlèvement des fientes, alors que la mise sous aération forcée a entraîné une réduction de 31% (passage de 0.035 à 0.024 kgCH₄/emplacement/an).

Les émissions de N₂O ne sont pas affectées par le pré-séchage en bâtiment.

Effets croisés

- **Azote** : Le séchage rapide permet de produire des produits organiques riches en azote, qui sont d'excellent fertilisants mais qui nécessite d'être gérés avec précaution pour limiter les risques de pollutions aux nitrates.
- **Odeurs** : le séchage rapide permet de limiter les fermentations et l'émission de composés odorants.
- **Nuisances liées à la prolifération de mouche** : le séchage rapide rend difficile la ponte des mouches dans les tas de fientes.
- **Energie** : La mise en œuvre de systèmes d'évacuation par racleurs ou par tapis, ainsi que le pré-séchage des fientes demandent de l'énergie pour le fonctionnement des ventilateurs et des tapis.

Coûts

Les fientes séchées issues des systèmes en batteries avec tapis d'évacuation et système de pré-séchage, sont plus facile à gérer que les fientes humides, car elles constituent un produit stable.

Les coûts indicatifs pour l'achat d'un système de pré-séchage de type « gaine de séchage » se situent entre 0,8 et 1 €/poule pondeuse.

L'énergie nécessaire au fonctionnement de ce système est de l'ordre de 2 kWh/animal/an, soit environ 0,16 €/poule pondeuse/an (source : Agromat et Semavi).

Applicabilité

D'une manière générale, l'évacuation rapide et le séchage des fientes (pré-séchage ou séchage extérieur) sont les systèmes de gestion des fientes que l'on retrouve communément dans les élevages sur le territoire national. Ces systèmes de séchage des fientes sont performants mais relativement onéreux.

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 31 – Émissions d'ammoniac provenant des bâtiments d'hébergement de poules pondeuses, de poulets de chair reproducteurs ou de poulette, Santonia *et al.*, 2017).

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED (+ 40 000 Poules pondeuse).

Tableau 1 : Niveaux d'émission associés à la MTD 3

Catégorie animale	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Poules pondeuses – système cage	0.08

Parce qu'elle permet de réduire les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'évacuation rapide et le séchage des fientes de poules pondeuses en cage est une technique inscrite dans le

Programme de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 Mai 2017).

Pour en savoir plus

- Derel R., Aubert C., Tema N°7, 2008, Evolution de la qualité microbiologique de fientes de poules pondeuses après séchage et au cours du stockage, 8 pages.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- CITEPA, 2019. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 56 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-synthese.pdf>
- ITAVI 2003. Caractérisation des fumiers, lisiers et fientes de volailles. Etude OFIVAL. 41 pages.
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr et fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V7 : Evacuation rapide et pré-séchage en bâtiment des fientes de poules en cages. 3 pages.



Evacuation rapide et séchage en extérieur des fientes de poules en cages

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac au sein des bâtiments d'élevage.

La fréquence d'évacuation couplée au séchage des fientes produites en cages sont des techniques limitant les émissions d'ammoniac (NH₃) et d'odeurs.

Pour cela, les modalités de collecte et d'enlèvement des fientes sont présentées dans la fiche BPE V6. Afin de bloquer les réactions chimiques et biologiques, responsables des émissions d'ammoniac, un séchage des fientes peut être entrepris : au sein du logement/ bâtiment (Cf fiche BPE V7) ou en séchoir extérieur.

Mise en place

Il existe plusieurs modes de logement en cage (Cf fiche BPE V6), associées à des systèmes de stockage des déjections différents. Certains de ces logements peuvent être couplés à un séchage extérieur des fientes.

L'un des systèmes les plus répandus vise à collecter les fientes sur un tapis de convoyage perforé pour les faire passer dans un bâtiment connexe où se trouve un tunnel de séchage. Le tunnel est ventilé avec un flux d'air chaud provenant du bâtiment d'élevage. Les fientes sont séchées au bout de 2 à 3 jours pour atteindre un taux de matière sèche finale de 60 à 85% (ITAVI, 2003). La Figure 1 présente un exemple de disposition de tunnel de séchage. Dans cette conception, les fientes récupérées au niveau de l'élevage sont envoyées au sommet d'un convoyeur à plusieurs niveaux. Le produit réalise ainsi plusieurs passes, d'un bout à l'autre du tapis, entre les tapis superposés. Les fientes doivent être disposées en couches relativement minces (de 5 à 15 cm) sur les tapis perforés dans lesquelles les trous accélèrent le flux d'air pour un meilleur séchage. En sortie de tunnel, les fientes séchées sont envoyées dans une installation de stockage couverte séparée.

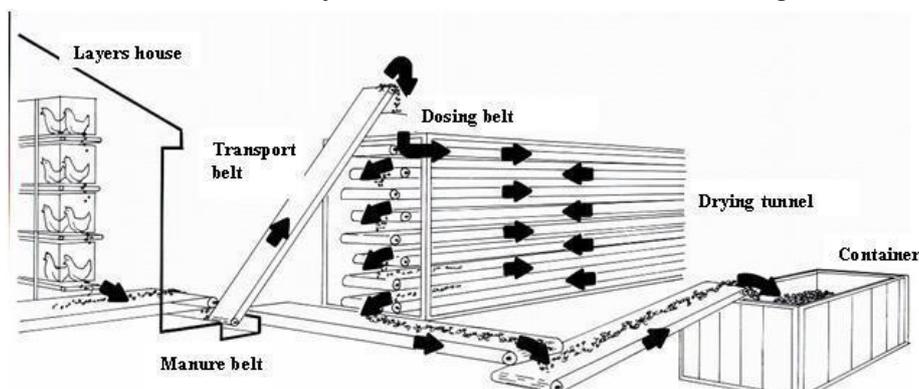


Figure 1 : Schéma de principe d'un tunnel de séchage (Source : BREF 2017)





Pour plus d'informations, Derel et Aubert (2008), décrivent également ce système ainsi procédé de séchage en extérieur Seconov.

En France, les tunnels de séchage peuvent être groupés à des unités de granulation (Cf fiche BPE V25) d'effluent.

Bénéfices environnementaux

L'évacuation rapide et le séchage des fientes permet de réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs au bâtiment. Les hauts niveaux de matière sèche atteint avec cette technique, réduit également ces émissions d'ammoniac et d'odeurs au stockage et à l'épandage.

L'utilisation d'un tapis qui évacue les fientes vers un tunnel de séchage ou un séchoir extérieur permet de réduire de 87% les émissions d'ammoniac (GEREP 2018).

Dans un système d'évacuation des fientes par tapis, la mise en place d'un séchoir extérieur permet de réduire de 50 à 80% les émissions d'ammoniac (CITEPA 2019).

Effets croisés

- **Azote et gaz à effet de serre** : Le séchage rapide permet de produire des produits organiques riches en azote, qui sont d'excellent fertilisants mais qui nécessite d'être gérés avec précaution pour limiter les risques de pollutions aux nitrates. Le séchage par tunnels permet d'épandre des fientes sèches réduisant les pertes au stockage et à l'épandage. Des mesures lors du stockage ont montré des pertes inférieures à 4% de l'azote total. De même, une perte de seulement 10.4% du TAN a été observé lors de l'épandage. Cela représente, comparé à des fientes humides, une réduction des pertes azotées de 90% par rapport à l'azote total et à 65% par rapport à l'azote ammoniacal. Le tableau suivant reprend les émissions issues d'un suivi annuelles des moyennes de NH₃ et de gaz à effet de serre au niveau d'élevages et de tunnels de séchage :

Emissions	Elevage		Tunnel de séchage	
	Moyenne annuelle	Min-Max	Moyenne annuelle	Min-Max
	kg/emplacement/an			
NH ₃	0.152	0.044-0.290	0.167	0.126-0.210
N ₂ O	0.002	0.000-0.017	0.001	0.000-0.003
CH ₄	0.094	0.000-0.354	0.010	0.003-0.028

A noter, pendant le fonctionnement du tunnel de séchage, les émissions d'ammoniac sont plus élevées au premier stade de traitement mais diminuent régulièrement les deuxièmes et troisièmes jours.

Compte tenu d'une teneur en matières sèches des fientes variables selon la saison, l'élevage est plus émetteur en été qu'en hiver et inversement pour le sécheur.

- **Odeurs** : le séchage rapide permet de limiter les fermentations et l'émission de composés odorants. Les mesures de la concentration d'odeurs dans l'air extraites à la fois des extractions de l'élevage et du tunnel de séchage ont montré des valeurs faibles, en moyenne égales à 63 UO_E / m³ pour le poulailler et à 86 UO_E / m³ pour le cas du tunnel (BREF 2017)
- **Nuisances liées à la prolifération de mouche** : le séchage rapide rend difficile la ponte des mouches dans les tas de fientes.
- **Energie** : La mise en œuvre de systèmes d'évacuation par racleurs ou par tapis, ainsi que le pré-séchage des fientes demandent de l'énergie pour le fonctionnement des ventilateurs et des tapis.



Coûts

Les fientes séchées issues des systèmes en batteries avec tapis d'évacuation et système de pré-séchage ou tunnel extérieur de séchage, sont plus facile à gérer que les fientes humides, car elles constituent un produit stable.

Pour les tunnels extérieurs de séchage, il faut compter un investissement entre 0,62 et 1,50 €/poule pondeuse (1,06 €/poule pondeuse en moyenne) (source : Agromat et Semavi).

Ces équipements semblent moins coûteux en énergie que les « gaines de séchage » (économie de 0,15 €/poule pondeuse/an par rapport à un « gaine de séchage » selon Seko Ecoline), puisqu'ils utilisent l'air chaud extrait des bâtiments par la ventilation mécanique. (RMT Elevages et environnement, 2010).

Applicabilité

D'une manière générale, l'évacuation rapide et le séchage des fientes (pré-séchage ou séchage extérieur) sont les systèmes de gestion des fientes que l'on retrouve communément dans les élevages sur le territoire national. Ces systèmes de séchage des fientes sont performants mais relativement onéreux.

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 19 – Traitement du lisier à la ferme, afin de réduire les émissions d'azote, de phosphore, d'odeur et d'agents pathogènes microbiens dans l'air et dans l'eau et de faciliter le stockage et / ou l'épandage du fumier (Santonia et al., 2017).

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED (+ 40 000 Poules pondeuse).

Tableau 1 : Niveaux d'émission associés à la MTD 3

Catégorie animale	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Poules pondeuses – système cage	0.08

Parce qu'elle permet de réduire les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'évacuation rapide et le séchage des fientes de poules pondeuses en cage est une technique inscrite dans le Programme de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 Mai 2017).

Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Derel R., Aubert C., Tema N°7, 2008, Evolution de la qualité microbiologique de fientes de poules pondeuses après séchage et au cours du stockage, 8 pages.
- CITEPA 2018. Outil de calcul des émissions d'ammoniac GEREP
- CITEPA, 2019. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 56 pages. https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-bonnes-pratiques_agricoles-qualite-air-2019-synthese.pdf
- ITAVI 2003. Caractérisation des fumiers, lisiers et fientes de volailles. Etude OFIVAL. 41 pages.
- RMT Elevage et Environnement, 2010. Guide de bonnes pratiques environnementales d'élevage. 303 pages
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr et fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V8 : Evacuation rapide et séchage en extérieur des fientes de poules en cages. 4 pages.





Gestion des fientes de poules pondeuses élevées en systèmes alternatifs- Litière profonde

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac et de composés odorants en provenance des bâtiments d'élevage.

La technique consiste à combiner mettre en place des équipements permettant d'évacuer fréquemment ou sécher les fientes produites pour limiter les émissions d'ammoniac.

Mise en place

Il existe plusieurs modes de logement alternatif en poules pondeuses (directive 1999/74/ CE), associées à des systèmes de stockage et d'évacuation des déjections différents. Nous réaliserons une fiche pour chacune d'elles avec V9a dédiée aux systèmes à litière profonde et V9b dédiée aux volières. Il est à noter que pour chacune de ces dispositions, des accès à des vérandas ou à des parcours peuvent être aménagés. Ces adaptations n'ont cependant pas pour but de réduire les émissions d'ammoniac au bâtiment.

Ces caractéristiques permettent un logement plus confortable avec plus d'espace et un déplacement plus libre pour les poules. Cependant, des émissions plus importantes d'ammoniac et de poussières peuvent survenir par rapport aux systèmes de cages, en raison de la présence de litière et de l'activité accrue des animaux. Les fréquences d'enlèvements ou le séchage des déjections sont alors des méthodes de réductions notables de ces émissions.

La construction du logement est similaire à celle des systèmes de cages en ce qui concerne les murs, le toit et les fondations ce qui laisse la possibilité d'une reconversion des bâtiments d'élevage en cage (Chenut, 2018).

Généralités- Les systèmes en litière profonde

Ces systèmes peuvent avoir un ou plusieurs niveaux, la surface du rez-de-chaussée est entièrement ou partiellement recouverte de litière (au moins un tiers de la surface et doit offrir 250 cm²/poule) et peut être combinée avec un sol en caillebotis.

Le reste de la surface est recouvert de lattes principalement en plastique, en treillis métallique ou en bois. Sous les lattes, une fosse à fumier ou un système d'élimination du fumier (par exemple des grattoirs ou des courroies) est placé pour collecter les déjections ainsi que l'eau déversée des abreuvoirs.

La fosse est formée par le sol surélevé ou peut être enfoncée dans le sol (voir Figure 1). Les excréments sont retirés de la fosse à la fin de la période de ponte ou peuvent être enlevés périodiquement à l'aide de tapis à lisier aérés ou non aérés ou d'un racleur. Au moins un tiers du volume d'air extrait est aspiré via la fosse à déjection.

Les nids de ponte, l'installation d'alimentation et l'alimentation en eau sont généralement placés sur les lattes pour maintenir la zone de litière au sec. Les nichoirs peuvent être automatisés ou ramassés à la main, avec un fond de gazon artificiel ou une litière. De plus, la taille de chaque nid peut varier considérablement, allant de nichoirs uniques pour une poule à la fois aux nids de groupe.

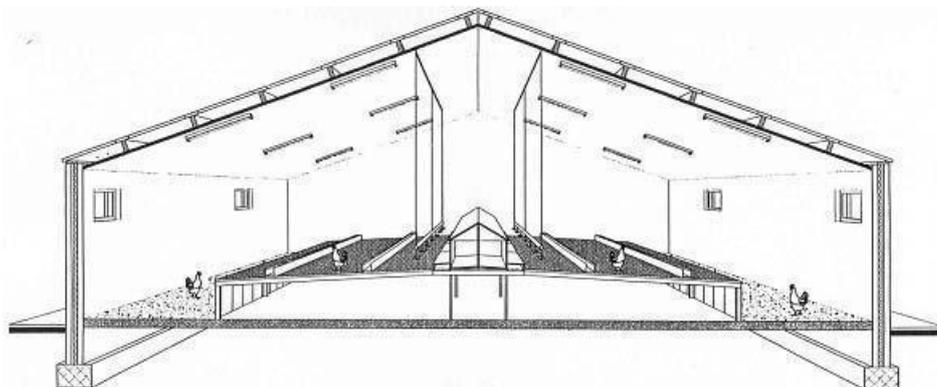


Figure 1 : Présentation schématique d'un système à litière profonde à une seule couche (BREF 2017)

Système en litière profonde avec ventilation forcée et fosse à lisier

Dans cette configuration, au moins un tiers de la surface au sol est recouvert de litière. Le reste de la surface au sol est aménagé en fosse recouverte de lattes pour recueillir les déjections pendant la période de ponte. Le système de litière profonde est associé à une élimination peu fréquente du fumier (par exemple à la fin du cycle). Le fumier est enlevé de la zone de grattage par des moyens mobiles. Les nids de ponte, les mangeoires et l'approvisionnement en eau sont placés sur la zone recouverte de caillebotis pour maintenir la litière au sec (voir Figure 2).

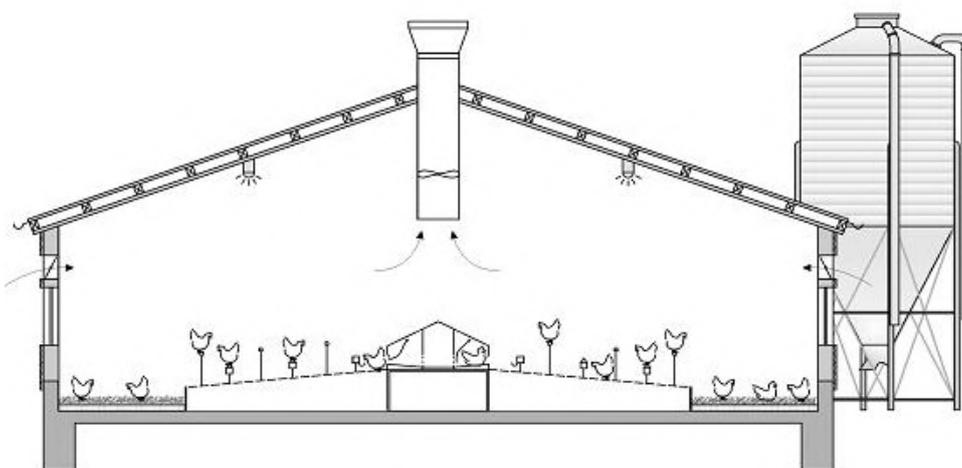


Figure 2 : Présentation schématique d'un système à litière profonde et équipé d'une fosse à lisier (BREF 2017)

Système en litière profonde avec fosse à lisier équipée d'un racloir ou d'un tapis d'évacuation

Ce système est similaire à celui de la Figure 2. A l'exception de la fosse de récupération des déjections qui doit présenter une profondeur de 80 à 90cm. Celle-ci peut être équipée de racloirs ou de courroies, avec ou sans aération. L'enlèvement par racloir est périodique tandis que l'enlèvement par les courroies est fréquent. En présence de ventilation, l'enlèvement recommandé passe de 2 à 1 fois par semaine.

Ces systèmes accueillent en général 9 poules/ m². Des structures supplémentaires peuvent être ajoutées à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison pour un meilleur confort des animaux (par exemple des vérandas et un accès à un parcours). La Figure 3 donne une représentation schématique du système.



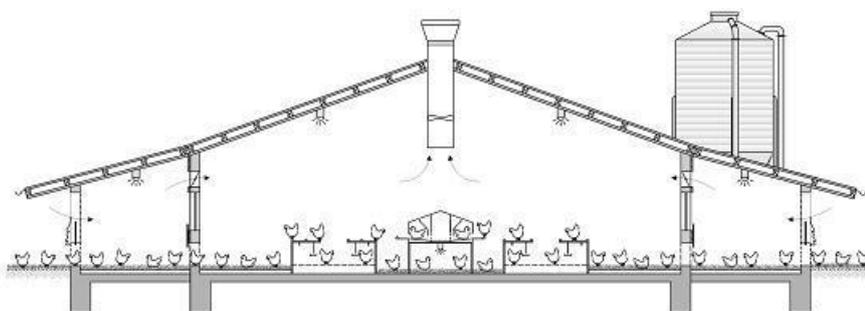


Figure 3 : Présentation schématique d'un système à litière profonde et équipé d'une fosse à lisier raclée, de verandas et d'un accès à un parcours (BREF 2017)

Système en litière profonde avec aération forcée par tubes ou par plancher perforé

Le système de litière profonde avec séchage du fumier à air forcé est basé sur le système précédent, mais dans ce cas, les émissions d'ammoniac sont réduites en appliquant une ventilation forcée, comme illustré à la figure 4. La ventilation forcée est appliquée au moyen de tubes qui soufflent $1,2 \text{ m}^3$ d'air par heure et par place à une température de 17 à $20 \text{ }^\circ\text{C}$ (les exigences sont différentes pour les poulettes et les pondeuses) sur le fumier stocké sous les lattes ou enlevé par un tapis soumis à l'aération.

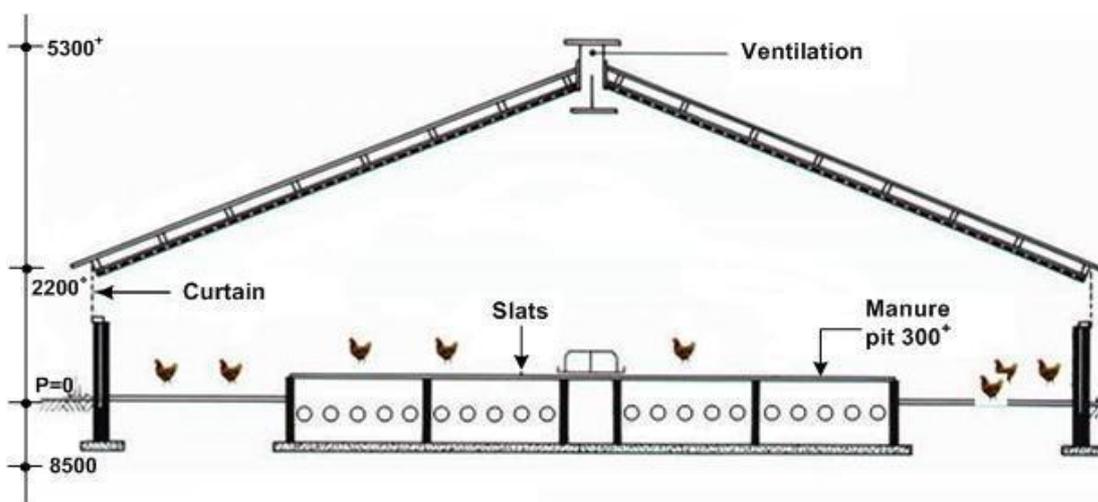


Figure 4 : Présentation schématique d'un système à litière profonde avec séchage forcé via des tubes sous le caillebotis (BREF 2017)

L'autre système d'aération forcée comprend un sol perforé placé dans la fosse à lisier (elle-même comprise sous le plancher en caillebotis partiellement surélevé). Ce dispositif permet à l'air forcé de souffler par le dessous pour sécher le lisier (figure 5). La surface aérée correspond aux deux tiers alors que le tiers restant correspond à la zone de couchage. Le plancher perforé (canal d'air) est situé à au moins 10 cm du fond de la fosse (espace d'aération). La fosse à lisier disponible sous la zone de caillebotis doit être suffisamment grande pour stocker et sécher le fumier généré pendant toute la période de production. La hauteur totale disponible entre les lattes et le sol perforé doit donc être de 80 cm au minimum. Le sol perforé doit pouvoir supporter un poids de 400 kg / m^2 (poids du fumier sec compris). Ce faux plancher doit être perforé de manière uniforme et la surface totale des ouvertures d'air doit représenter au moins 20% de la surface. Au début de la période de pose, un lit de copeaux de bois ou de sciure de bois de 4 cm d'épaisseur doit être dispersé sur le sol perforé.

Pour sécher le fumier correctement, il faut installer au moins deux ventilateurs d'une capacité minimale d'environ 7 m³ d'air / heure et capables de surmonter une résistance élevée à la pression (minimum 90 Pa).

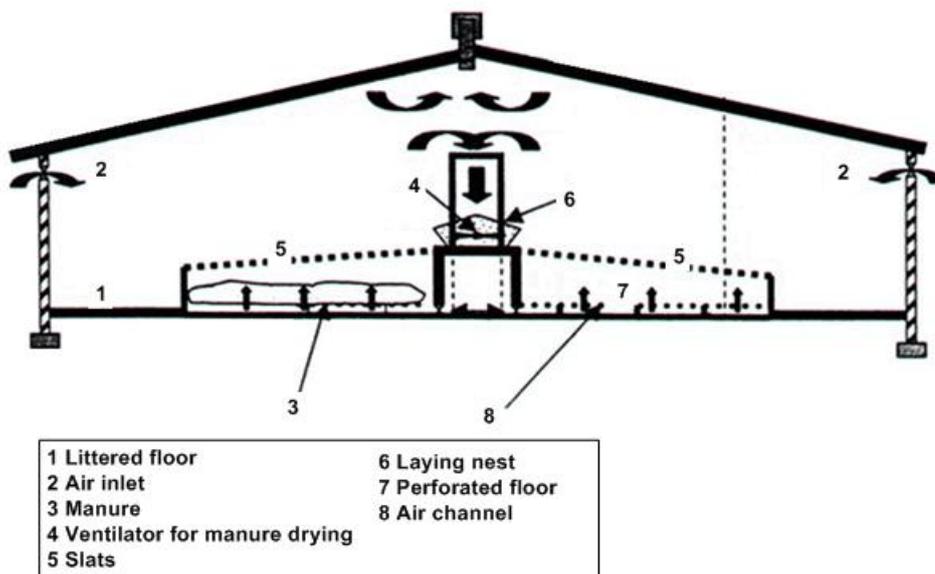


Figure 5 : Présentation schématique d'un système à litière profonde avec plancher perforé et séchage du fumier sous aération forcée (BREF 2017)

Véranda & parcours :

La véranda consiste en une zone couverte à l'extérieur, à la disposition des poules pendant la journée. Ces extensions peuvent être construites en tant qu'éléments supplémentaires du poulailler ou en tant que partie de la structure principale recouverte d'une extension de toit. Si elles sont couplées à un parcours, des volets ou des rideaux sont installés pour laisser un accès aux poules. En l'absence de parcours, la véranda est délimitée par des clôtures en grillage (Lelystad 2006).

Les parcours peuvent être recouverts d'herbe et sont plus utilisés s'ils disposent de suffisamment d'abris (naturelle comme des arbres ou buissons et/ou artificiels comme des filets ou tentes...). La mise à disposition d'air de bain de sable et l'installation d'une couverture drainante aux abords des sorties (pour une meilleure hygiène intérieure et extérieure) encouragent l'emploi des parcours. Une protection contre l'avifaune sauvage est également nécessaire pour des raisons de biosécurité.

Bénéfices environnementaux

La bonne disposition d'une aération forcée (avec par exemple une disposition au niveau du sol pour assécher les déjections) et d'une fosse à lisier permet de réduire les émissions d'ammoniac. Ces dispositifs garantissent un fumier avec une matière sèche d'environ 50 à 60%. Pour cette configuration, les émissions d'ammoniac sont comprises entre 0,071 kg à 0,315 kg de NH₃ / emplacement / an et à 0,347 kg / emplacement/ an dans le cas où des systèmes en plein air sont disponibles. Des mesures de N₂O (puissant gaz à effet de serre) ont estimé les émissions à 0.006 kgN₂O/ emplacement/ an.

L'élimination fréquente des fumiers par tapis ou racleur, couplée à une aération forcée permet d'atteindre des niveaux d'émissions encore plus bas. L'enjeu étant d'assurer un séchage rapide de la couche supérieure du fumier.

Avec un dispositif de raclage, les émissions d'ammoniac varient de 0,052 kg à 0,320 kg NH₃ / emplacement/ an à 0,352 kg / emplacement/ an lorsque des systèmes en plein air sont disponibles.





Des mesures de CH₄ (gaz à effet de serre) ont estimé les émissions à 0.078 kgCH₄/ emplacement/ an. Concernant les odeurs et les particules (PM10) les facteurs d'émissions sont respectivement de 0.34-0.61 OU/ poule/ sec et de 0.02 à 0.240 kg/ emplacement/an.

L'ajout d'un dispositif d'aération forcé par tube a permis de mesurer un facteur d'émission de 0.125 kgNH₃/ emplacement/an, soit 60% de réduction à un simple système de fosse (0,315 kg de NH₃ / emplacement / an).

Concernant l'aération forcée par plancher perforé, si l'ajout fréquent de litière en période de production est respecté (densité de matériaux de litière d'environ 0,7 kg/m²) ; la teneur en matière sèche du fumier est d'environ 75%.

L'utilisation de vérandas n'a pas permis d'observer de diminution des émissions d'ammoniac au bâtiment. Quand un accès à un parcours est disponible, les émissions d'ammoniac sont environ supérieures de 10% à celles observées en bâtiment. Les valeurs rapportées d'émissions d'ammoniac sont de 0,110 kg NH₃/ emplacement.

Effets croisés

- **Azote** : La fréquence d'enlèvement et le séchage des fumiers permettent de réduire les émissions d'ammoniac pour ces systèmes alternatifs. Les systèmes en cage sont en général moins émetteurs et nécessitent moins de suivi. Le séchage rapide permet de produire des produits organiques riches en azote, qui sont d'excellents fertilisants, mais qui nécessitent d'être gérés avec précaution pour limiter les risques de pollutions aux nitrates.
- **Gaz à effet de serre** : L'aération forcée du fumier peut déclencher des réactions de nitrification pouvant entraîner une augmentation des émissions de N₂O.
- **Odeurs** : le séchage rapide permet de limiter les fermentations et l'émission de composés odorants.
- **Particules** : Comme le fumier est obtenu avec une teneur en matière sèche allant jusqu'à 80%, beaucoup de poussière peut se développer dans le bâtiment lorsque les oiseaux se déplacent librement.
- **Nuisances liées à la prolifération de mouches** : le séchage rapide rend difficile la ponte des mouches dans les tas de fientes.
- **Energie** : La mise en œuvre de systèmes d'évacuation par racleurs ou par tapis, ainsi que le séchage des fientes par aération forcée demande de l'énergie pour le fonctionnement des ventilateurs et des tapis. Cela est d'autant plus vrai pour les systèmes à tubes dont le flux doit être préchauffé (20°C)



Coûts

Le tableau 1 reprend les coûts associés à la mise en place de différentes typologies de systèmes de logement en litière profonde et fosse à lisier (pour des installations de 3000 à 9000 emplacements).

Tableau 1 : Coûts associés à la mise en place de systèmes de logement en litières profondes :

Configuration	Coûts d'investissement	Coûts d'investissement annualisés	Coûts de fonctionnement annualisés	Total
	€/ emplacement	€/emplacement/an		
Avec grattoir	37	3.9	3.2	7.1
Avec tapis et véranda	38-59	4.7	3.7	8.4
Sans grattoir ou tapis, mais avec véranda et parcours	44.4	3.9	-	-
Sans tapis ventilé	20.4	3.05	0.05	3.1
Aération forcée à tube*	32 (hors TVA)	3.15	0.17	3.32
Plancher perforé*	12.9-17.8	1.50	0.25	1.75

*Ce prix n'intègre que le système d'aération forcée

Le tableau 2 reprend les temps hommes et les quantités de litière utilisée par ces systèmes :

Tableau 2 : Temps homme et quantité de litières utilisés par les systèmes de logement en litières profondes :

Configuration	Temps homme	Litière
	h/ emplacement/an	Kg/emplacement/an
Sans véranda ou parcours	0.21	0.29
Avec véranda	0.19-0.26	0.5
Avec véranda ou parcours	0.24-0.41	0.5

Le Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (2017) indique des référentiels de coûts de bâtiments et d'équipements de systèmes d'élevage de pondeuses au sol. Ces coûts sont du même ordre de grandeur que ceux indiqués précédemment et provenant du BREF 2017.

Applicabilité

D'une manière générale, l'évacuation rapide et le séchage des fientes pour des systèmes alternatifs en pondeuses sont des systèmes de gestion des fientes que l'on retrouve souvent dans les élevages sur le territoire national. Ces systèmes de séchage des fientes sont cependant relativement onéreux.

Le passage d'un système cage à un système alternatif en litière profonde représente néanmoins un coût parfois excessif (Chenut 2018). Cette transition implique en effet une révision complète des planchers. La largeur du bâtiment existant est le facteur le plus limitant pour la rénovation de constructions existantes. Dans les bâtiments déjà existants, l'installation d'une courroie ou d'un racleur à lisier dans une fosse à lisier, sous le caillebotis, n'est pas toujours possible et entraîne des coûts supplémentaires.

Concernant les systèmes d'aération à tube, le poulailler doit disposer d'un espace suffisant sous les lattes. En revanche si le bâtiment dispose déjà d'une installation en plancher profond la mise en œuvre peut être plus simple.

S'agissant des planchers perforés, cette technologie peut être placée sur un bâtiment existant, mais représente un coût non négligeable.



Facteurs incitatifs

Les facteurs incitatifs à la mise en œuvre de cette technique sont essentiellement réglementaires. Les systèmes alternatifs sont aujourd'hui promus par la législation sur le bien-être des poules pondeuses et par certains changements du marché vers la consommation d'œufs provenant de systèmes plus respectueux des animaux (Arrêté du 1^{er} février 2002).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 31 – Émissions d'ammoniac provenant des bâtiments d'hébergement de poules pondeuses, de poulets de chair reproducteurs ou de poulette, Santonia *et al.*, 2017).

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectées par les élevages dits IED (+ 40 000 Poules pondeuses).

Tableau 3 : Niveaux d'émission associés à la MTD 31

Catégorie animale	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Poules pondeuses – système alternatif	0.13

Etat des lieux de l'application de cette technique

Le système le plus courant en France comprend une simple fosse à lisier où le fumier est stocké sous les caillebotis pendant toute la période de la bande.

Dans le système généralement utilisé en France, le fumier est stocké sous le caillebotis pendant toute la période et est ensuite éliminé.

Pour en savoir plus

- *Arrêté du 1er février 2002 établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses.*
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000776442&categorieLien=id>
- *Chenu, 2018. « Transformation des bâtiments pondeuses en cages. Quelles options à court terme, quelle direction à moyen et long terme ? », Téma n°46, 12 pages.*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- *Directive 1999/74/CE établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses.*
- *Lelystad A.S.G., LAYWEL project, Welfare implications of changes in production systems for laying hens. Description of housing systems for laying hens (deliverable 23), 2006.*
<https://www.laywel.eu/web/pdf/deliverable%2023.pdf>
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017.*
https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485*
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr ; fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V9a : Gestion des fientes de poules pondeuses élevées en systèmes alternatifs. 8 pages.





Gestion des fientes de poules pondeuses élevées en systèmes alternatifs- Volière

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac et de composés odorants en provenance des bâtiments d'élevage.

La technique consiste à combiner des équipements permettant d'évacuer fréquemment ou sécher les fientes produites pour limiter les émissions d'ammoniac.

Mise en place

Il existe plusieurs modes de logement alternatif en poules pondeuses (directive 1999/74/ CE), associées à des systèmes de stockage et d'évacuation des déjections différents. Nous réaliserons une fiche pour chacune d'elles avec V9a dédiée aux systèmes à litière profonde et V9b dédiée aux volières. Il est à noter que pour chacune de ces dispositions, des accès à des vérandas ou à des parcours peuvent être aménagés. Ces adaptations n'ont cependant pas pour but de réduire les émissions d'ammoniac au bâtiment.

Ces caractéristiques permettent un logement plus confortable avec plus d'espace et un déplacement plus libre pour les poules. Cependant, des émissions plus importantes d'ammoniac et de poussières peuvent survenir par rapport aux systèmes de cages, en raison de la présence de litière et de l'activité accrue des animaux. Les fréquences d'enlèvements ou le séchage des déjections sont alors des méthodes de réductions notables de ces émissions.

La construction du logement est similaire à celle des systèmes de cages en ce qui concerne les murs, le toit et les fondations ce qui laisse la possibilité d'une reconversion des bâtiments d'élevage en cage (Chenut, 2018).

Généralités- Les systèmes de volières

Les volières (systèmes à plusieurs niveaux ou perchoirs) comprennent un rez-de-chaussée et un ou plusieurs niveaux de plateformes perforées, à partir desquels le fumier ne peut pas tomber sur les oiseaux en dessous. Les bâtiments de type volière disposent d'une isolation thermique, d'une ventilation forcée et de lumière naturelle ou artificielle. Les poules se déplacent librement, d'un niveau à l'autre et sur toute la surface disponible. Le logement est sous-divisé en « zones fonctionnelles » avec des espaces pour manger, boire, dormir, se reposer, des zones de grattage et de ponte. La répartition sur plusieurs étages tolère une densité comprise entre 9 et 18 poules/m² au sol. Les déjections sont enlevées par des tapis à lisier ou collectées dans une fosse à lisier.

De nombreuses configurations sont possibles (voir Figure 1) en logement volière. Trois grandes catégories peuvent être distinguées :



- Volières avec nichoirs non intégrés : volières avec plusieurs étages et disposant d'un tapis de récupération des fumiers et nichoirs séparés (voir Figure 1, configuration A). Les mangeoires et les abreuvoirs sont répartis de manière à offrir un accès égal à toutes les poules.

Ce premier type de volières comporte des structures surélevées et des unités séparées de nichoirs. Entre les étages surélevés et les nichoirs, une allée recouverte de litière est positionnée pour permettre aux opérateurs de parcourir le système et de renouveler la litière. Les sols surélevés ont généralement une légère pente pour permettre aux œufs de rouler vers un côté. Sous chaque étage, un tapis à fumier est positionné pour empêcher les fientes de tomber aux niveaux inférieurs et pour transporter le fumier hors du poulailler. Les nichoirs (nids individuels ou de groupe) peuvent être alignés dans une rangée ou dans plusieurs rangées superposées.

L'eau et les aliments sont mis à disposition sur les étages surélevés. L'alimentation est fournie au moyen de mangeoires à chaîne ou de bacs d'alimentation.

Les perches sont situées sur les étages surélevés. Le dernier étage a généralement plusieurs perchoirs alors que les étages inférieurs ont souvent des perchoirs uniquement sur les côtés.

- Volières avec nichoirs intégrés : ces systèmes de volière sont une évolution des précédents où les nichoirs sont intégrés (voir Figure 1, configuration B).

Dans ce type de volières, les structures surélevées intègrent des unités de nichoirs. Souvent, les structures avec des nids intégrés sont alternées avec des structures sans nichoirs. Une allée sépare les différentes structures. Elle est recouverte de litière pour assurer le confort des poules et un accès aux opérateurs. Les nichoirs (nids individuels ou de groupe) sont généralement alignés sur deux rangées reliées à l'arrière des nids.

Aux étages supérieurs, de l'eau et des aliments sont fournis. L'eau est généralement fournie par des pipettes. Le dernier étage comporte généralement de nombreux perchoirs, les étages inférieurs n'ayant souvent que des perchoirs sur les côtés. Des perches sont également placées devant les nichoirs.

La litière est fournie au bas du poulailler. Dans certains systèmes, tout l'étage est recouvert de litière et les oiseaux peuvent marcher sous les étages surélevés. D'autres systèmes bloquent la zone située sous les sols surélevés, de sorte que les poules doivent sauter sur les caillebotis pour continuer (Lelystad 2006).

- Volière en système portail : Dans ce système le plancher est surélevé et perforé. Son niveau supérieur constitue un point de passage reliant les plateformes de différents étages (voir la configuration de la Figure 1 D).

Les opérateurs peuvent passer sous et sur la plateforme supérieure. Les unités de nichoir sont intégrées aux étages. En règle général, la litière couvre tout le sol du poulailler et les poules peuvent marcher sous les étages surélevés. L'eau et la nourriture sont fournies aux étages supérieurs. Les perches sont toujours situées aux étages surélevés.

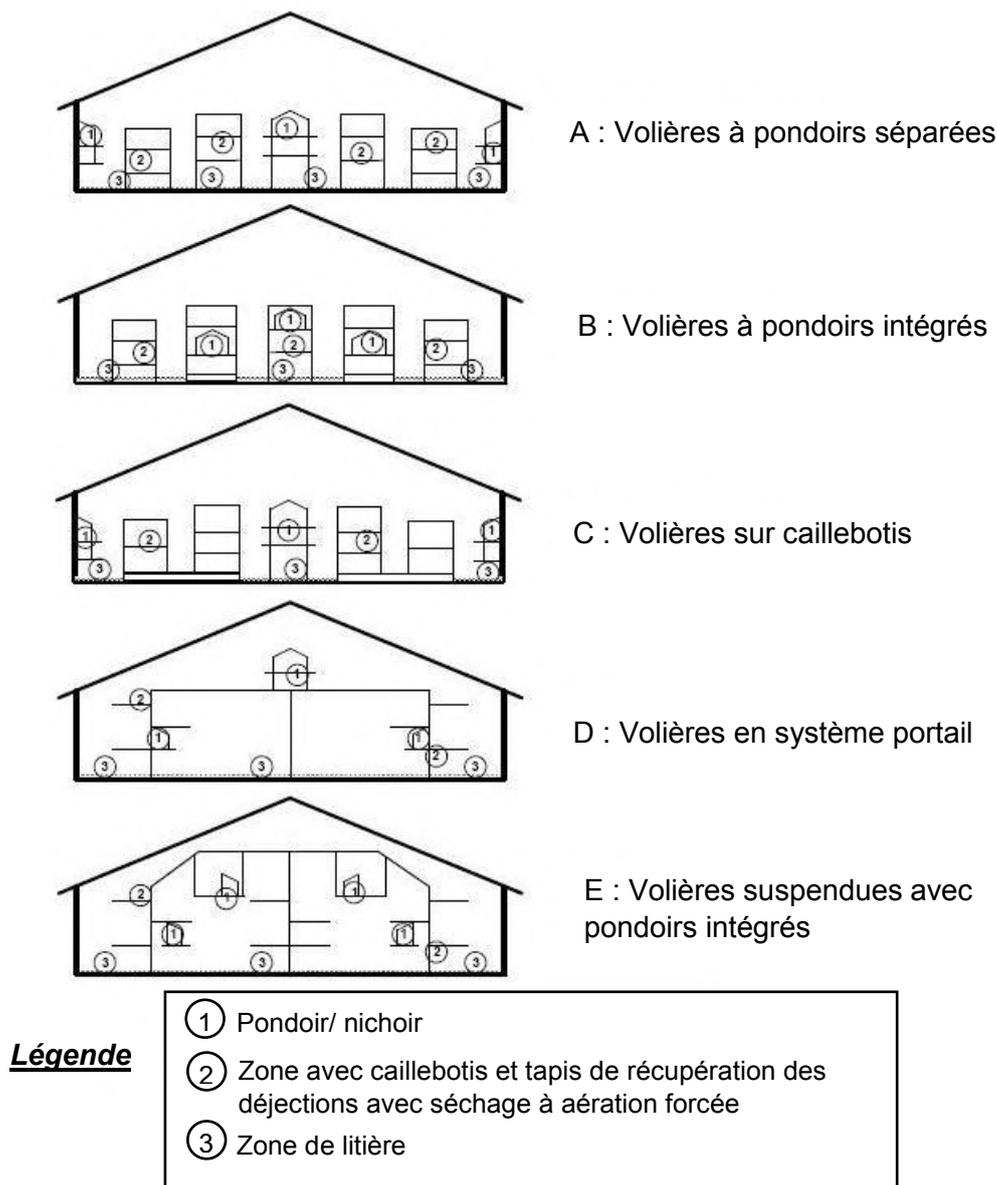


Figure 1 : Présentation schématique des systèmes d'élevage en volières (BREF 2017)

Systemes avec tapis d'évacuation des fumiers, avec ou sans véranda et un accès à un parcours

Ce système peut se décliner pour des volières avec des pondoirs intégrés ou non. Les zones fonctionnelles (abreuvement, nutrition, grattoir, ponte, repos...) sont disposées au-dessus de zone de récupération des déjections. Des structures surélevées permettent d'accueillir des densités plus importantes. Un minimum de deux niveaux est empilé sur le sol en caillebotis. Cet empilement offre de 30 à 60% de surface totale disponible supplémentaire. Le reste du sol est recouvert de litière.

Les tapis d'évacuation sous les caillebotis peuvent être équipés de tuyaux plastiques, à travers lesquels une aération forcée permet de sécher le fumier (débit de $0.2\text{m}^3/\text{h}/\text{animal}$, à une température minimale de 18°C ou $0.7\text{m}^3/\text{h}/\text{animal}$ à une température minimale de 17°C). Généralement, le fumier est retiré deux fois par semaine avec un tapis non ventilé et une fois par semaine en présence d'un système d'aération forcée. La litière, ne pouvant être retirée par le tapis, est enlevée en fin de cycle de production.

Ce système de logement peut être combiné avec une véranda et des rangées libres. Un schéma est présenté en figure 2.



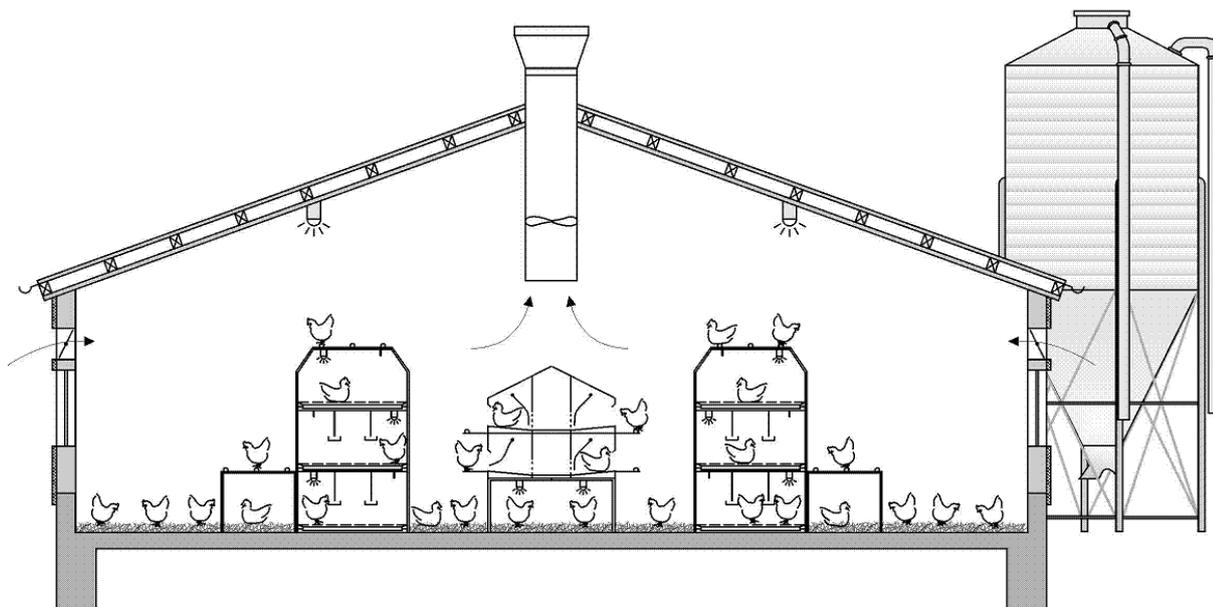
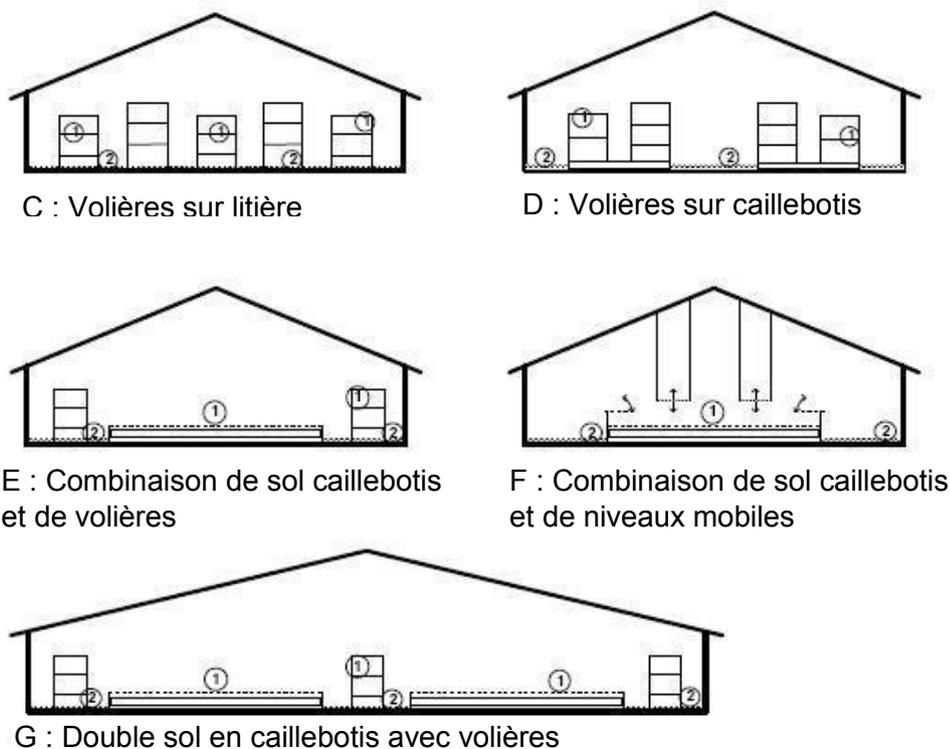


Figure 2 : Présentation schématique des systèmes d'élevage en volières (BREF 2017)

Selon la part de caillebotis dans la surface du sol, différentes combinaisons peuvent être envisagées, comme présentées en figure 3. Selon cette disposition, des tapis peuvent être placés sous le sol où le fumier peut être séché à l'air forcé au moyen de tuyaux placés au-dessus ou le long des tapis. Si le sol ne comprend pas de caillebotis, les tapis passent directement dessous les zones de déjections. Lors de l'excrétion, le taux de matière sèche des fientes est de 20% (ITAVI, 2003). Les systèmes d'aération forcée permettent d'atteindre une teneur minimale en matière sèche de 55%. Les débits d'air sont compris entre 0.03 et 0.062 m³/ poule.



Légende :

- ① Sol en caillebotis avec tapis d'évacuation équipés au non d'un système de séchage par aération forcée
- ② Litière

Figure 3 : Présentation schématique de systèmes de volière combinés (BREF 2017)



Système de séchage du fumier en fosse profonde

Les volières sont construites avec une litière profonde sous un plancher en caillebotis. Dans la fosse, le fumier est séché et stocké pendant la période de ponte, qui dure généralement 13 à 15 mois. Le système se distingue des maisons traditionnelles par une fosse à fumier d'au moins 70 cm de profondeur (voir Figure 4). Une extraction d'air fait circuler un flux chauffé dans la fosse à lisier pour assécher les déjections. Le séchage crée une croûte sur le fumier qui réduit la dégradation de l'urée en ammoniac et en ammonium.

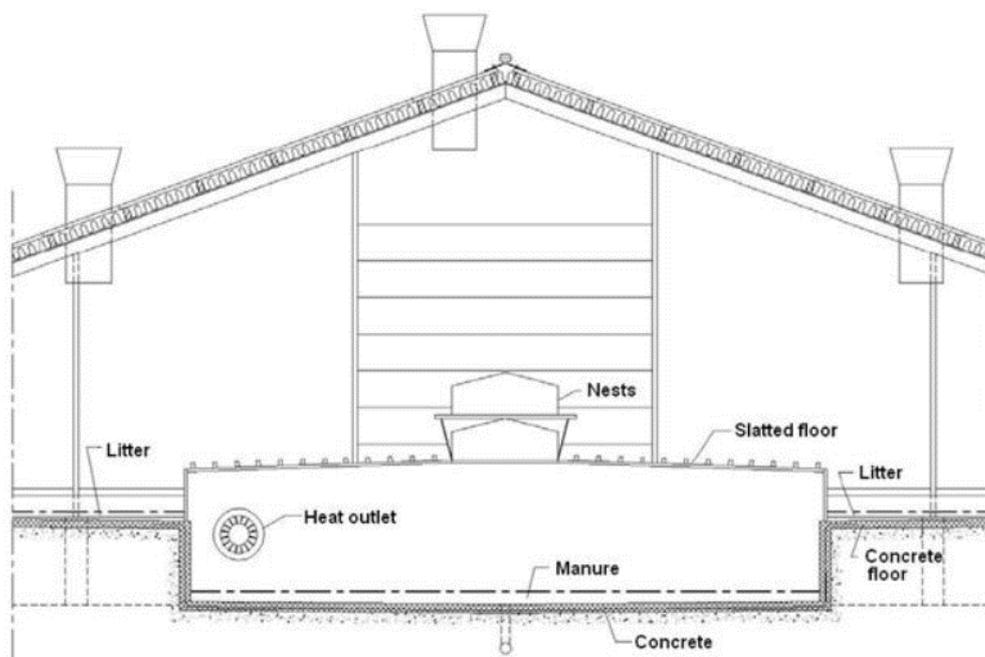


Figure 4 : Présentation schématique d'un système de volière combiné à un séchage en fosse profonde (BREF 2017)

Véranda & parcours :

La véranda consiste en une zone couverte à l'extérieur, à la disposition des poules pendant la journée. Ces extensions peuvent être construites en tant qu'éléments supplémentaires du poulailler ou en tant que partie de la structure principale recouverte d'une extension de toit. Si elles sont couplées à un parcours, des volets ou des rideaux sont installés pour laisser un accès aux poules. En l'absence de parcours, la véranda est délimitée par des clôtures en grillage (Lelystad 2006).

Les parcours peuvent être recouverts d'herbe et sont plus utilisés s'ils disposent de suffisamment d'abris (naturelle comme des arbres ou buissons et/ou artificiels comme des filets ou tentes...). La mise à disposition d'air de bain de sable et l'installation d'une couverture drainante aux abords des sorties (pour une meilleure hygiène intérieure et extérieure) encouragent l'emploi des parcours. Une protection contre l'avifaune sauvage est également nécessaire pour des raisons de biosécurité.



Bénéfices environnementaux

L'évacuation rapide des fientes permet de réduire les émissions d'ammoniac au bâtiment. Par rapport à une volière sans système d'évacuation, il est possible de réduire de 75% les émissions d'ammoniac au bâtiment (GEREP 2018).

Dans un système équipé d'un pré-séchage en complément du tapis d'évacuation, il est possible de réduire de 85% les émissions d'ammoniac du bâtiment (GEREP 2018). Les émissions d'ammoniac sont alors comprises entre 0.019-0.055 kg/ poule/an. Les émissions d'oxyde nitreux ont été estimées à environ 0,002 kg de N₂O/poule/an. Les émissions de PM10 sont comprises entre 0,065 kg et 0,150 kg/poule/an. Les émissions d'odeurs sont également réduites du fait du séchage préalable du lisier et / ou de son enlèvement fréquent. Enfin, les émissions d'odeurs sont estimées à 0,34 UO kg/poule/an.

En l'absence de système d'aération forcée (mais avec un raclage fréquent d'une fois /semaine), les facteurs d'émissions de l'ammoniac passent à 0.06-0.29 kg/emplacement/an. Dans cette configuration, les émissions de méthane sont estimées à 0,2 kg / emplacement / an, les émissions d'oxyde nitreux à 0,18 kg N₂O / emplacement / an et les émissions de poussières à 0,1 kg PM10 / emplacement / an

Pour les systèmes de séchage en fosse profonde, l'aération forcée permet d'augmenter la teneur en matière sèche du lisier de 40% à environ 80%.

Quel que soit le système, la limitation de la volatilisation de l'azote permet d'obtenir des fumiers avec une haute teneur en azote. Cela permet de substituer ces fumiers à un engrais minéral.

Dans le cas des systèmes de volière équipés d'un parcours, une augmentation des émissions de NH₃ d'environ 10% est estimée. Cependant, aucune différence majeure n'est signalée pour les émissions d'ammoniac dans différentes configurations (Eurich-Menden et al. 2011).

Effets croisés

- **Azote** : Le séchage rapide permet de produire des produits organiques riches en azote, qui sont d'excellents fertilisants, mais qui nécessitent d'être gérés avec précaution pour limiter les risques de pollutions aux nitrates
- **Odeurs** : le séchage rapide permet de limiter les fermentations et l'émission de composés odorants.
- **Particules** : Si l'accès à la litière n'est pas restreint, davantage de poussière est émise par rapport aux systèmes de cages, en raison de la présence de litière et de l'activité accrue des animaux. Si le système est conçu de manière à ce que les poules n'aient accès à la litière que par le niveau de volière le plus bas, moins de poussière est émise. En outre, en raison du fumier séché, des émissions de poussières plus importantes sont attendues.
- **Nuisances liées à la prolifération de mouches** : le séchage rapide rend difficile la ponte des mouches dans les tas de fientes.
- **Energie** : La mise en œuvre de systèmes d'évacuation par racleurs ou par tapis, ainsi que le séchage des fientes demandent de l'énergie pour le fonctionnement des ventilateurs et des tapis. Cette consommation est de l'ordre de 0.78 à 1,6 kWh / emplacement/an.
- **Temps hommes** : Par rapport aux systèmes en cage, les exigences et le suivi des poulaillers sont plus nombreux (contrôle des animaux, et de la litière, ramassage des œufs, gestion accès parcours, suivi de soins et des conditions parasitaires...)



Coûts

Les coûts d'investissement et de fonctionnement associés à différents systèmes de volières sont présentés dans le tableau 1

Tableau 1 : Coûts associés à la mise en place de systèmes de logement en volière :

Configuration	Coûts d'investissement	Coûts d'investissement annualisés	Coûts de fonctionnement annualisés	Total
	€/ emplacement	€/emplacement/an		
Pas de système d'aération forcée, 1 à 2 enlèvements / semaine	31	3.6	2.8	6.4
Pas de système d'aération forcée, avec véranda, 1 à 2 enlèvements / semaine	31	3.6	2.9	6.5
Pas de système d'aération forcée avec véranda et parcours, 1 à 2 enlèvements / semaine	28-38	4.4	4	8.4
Aération forcée sur tapis*	12.6-16.5	1.9 à 2.5	0.11 à 0.2	2.33 et 2.36
Aération forcée à tube*	32 (hors TVA)	3.15	0.17	3.32
Plancher perforé*	12.9-17.8	1.50	0.25	1.75

*Ce prix ne contient que le système de tapis et de ventilation forcée

Le tableau 2 reprend les temps hommes et les quantités de litière utilisée par ces systèmes :

Tableau 2 : Temps homme et quantité de litières utilisés par les systèmes de logement en volière :

Configuration	Temps homme	Litière
	h/ emplacement/an	Kg/emplacement/an
Sans véranda ou parcours	0.16-0.19	0.075-0.16
Avec véranda	-	0.26
Avec véranda ou parcours	-	0.29

La consommation d'énergie est indiquée à 0,52 kWh / emplacement / an pour l'éclairage, à 2,1 kWh / emplacement / an pour l'utilisation de systèmes non ventilés et à 3,7 kWh / emplacement / an pour les systèmes ventilés.

Le Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (2017) indique des référentiels de coûts de bâtiments et d'équipements de systèmes d'élevage de pondeuses en volière. Ces coûts sont du même ordre de grandeur que ceux indiqués précédemment et provenant du BREF 2017.

Applicabilité

D'une manière générale, l'évacuation rapide et le séchage des fientes pour des systèmes alternatifs en pondeuses en volière sont des systèmes de gestion des fientes que l'on retrouve souvent dans les élevages sur le territoire national. Ces systèmes de séchage des fientes sont cependant relativement onéreux.

Ces systèmes peuvent se retrouver sur des installations de petites et plus grandes tailles.



Concernant les systèmes de volière en fosse profonde, leur implantation se fait plutôt sur de nouvelles constructions. L'équipement de séchage peut être installé dans les bâtiments existants, mais l'approfondissement des fosses à fumier est une condition préalable à cette technique.

Facteurs incitatifs

Les facteurs incitatifs à la mise en œuvre de cette technique sont essentiellement réglementaires. Les systèmes alternatifs sont aujourd'hui promus par la législation sur le bien-être des poules pondeuses et par certains changements du marché vers la consommation d'œufs provenant de systèmes plus respectueux des animaux (Arrêté du 1^{er} février 2002).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 31 – Émissions d'ammoniac provenant des bâtiments d'hébergement de poules pondeuses, de poulets de chair reproducteurs ou de poulette, Santonia *et al.*, 2017).

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectées par les élevages dits IED (+ 40 000 Poules pondeuse).

Tableau 1 : Niveaux d'émission associés à la MTD 3

Catégorie animale	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Poules pondeuses – système alternatif	0.13

Etat des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont très présentes aux Pays-Bas, en Allemagne, en Belgique et au Danemark. Elles tendent à se développer en France suite aux obligations réglementaires d'abandonner les systèmes cages.

Pour en savoir plus

- *Arrêté du 1er février 2002 établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses.*
<https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000776442&categorieLien=id>
- *Chenu, 2018. « Transformation des bâtiments pondeuses en cages. Quelles options à court terme, quelle direction à moyen et long terme ? », Téma n°46, 12 pages.*
- *CITEPA 2018. Outil de calcul des émissions d'ammoniac GEREP*
- *CITEPA, 2019. Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 56 pages*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- *Directive 1999/74/CE établissant les normes minimales relatives à la protection des poules pondeuses.*
- *Eurich-Menden B., Döhler H., Van den Weghe H.: Ammonia emission factors within the agricultural emission inventory -Part 2: Poultry and fattening pigs. Landtechnik, 2011, 66, 60-63, 2011*
- *ITAVI 2003. Caractérisation des fumiers, lisiers et fientes de volailles. Etude OFIVAL. 41 pages.*
- *Lelystad A.S.G, LAYWEL project, Welfare implications of changes in production systems for laying hens. Description of housing systems for laying hens (deliverable 23), 2006.*
<https://www.laywel.eu/web/pdf/deliverable%2023.pdf>

- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017.*
https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485*
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr ; fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V9b : Gestion des fientes de poules pondeuses élevées en systèmes alternatifs. 9 pages.





Logement avec sol en caillebotis et système d'évacuation mécanique des déjections

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac dues au stockage des effluents sous les animaux durant la période d'élevage.

La technique consiste à évacuer fréquemment les déjections stockées dans une préfosse sous les animaux, afin de réduire la surface et le temps de contact air/lisier.

Mise en place

Ce système est souvent limité aux élevages de canards à rôtir pour des raisons sanitaires. Compte tenu de l'humidité des lisiers produits, le maintien d'une litière hygiénique (sèche et friable) ne peut être garanti.

Les pénuries locales de paille, dues à la concurrence d'autres animaux d'élevage (fréquents pour les bassins de production de la Loire et de la Bretagne), font de cette technique une alternative favorable au logement en litière profonde.

L'élevage de canards à rôtir est pratiqué presque exclusivement sur des caillebotis dans des bâtiments dont la surface varie entre 800 et 1 200m², bien que des modes d'élevages sur paille ou sciure se développent. Le sol de ces bâtiments est toujours bétonné.

Plusieurs modalités de gestion du lisier peuvent être rencontrées :

- Stockage en préfosse sous les caillebotis pendant toute la durée de la bande,
- Ecoulement gravitaire permanent du lisier vers une fosse extérieure de stockage,
- Racleur des préfosses à des fréquences variables pour l'évacuation du lisier vers une fosse extérieure.

Le système de stockage dans une préfosse sous-jacente avec évacuation des effluents en fin de bande est considéré comme producteur d'ammoniac à cause principalement de la grande surface de contact entre l'air et le lisier, ainsi que de la longue durée de présence du lisier dans la fosse.

L'écoulement gravitaire permet une réduction de la surface de contact air/lisier. Une dalle lisse pentue est présente sous le caillebotis.

Un système avec racleur est intéressant, il permet aussi une réduction de la surface de contact air/lisier.



Ces systèmes peuvent en outre être équipés d'une ventilation naturelle ou forcée et combinés à un système de libre parcours.

La fréquence de raclage doit faire l'objet d'un compromis entre : la gestion des émissions gazeuses, l'âge des animaux, la saison (conditions de température et d'humidité), l'état et le volume des déjections.

Bénéfices environnementaux

Plus la fréquence d'évacuation est élevée moins les émissions d'ammoniac en provenance du logement seront importantes. Ainsi, l'évacuation régulière du lisier peut permettre une réduction de 30 à 40% des émissions d'ammoniac dans le logement.

Cet effet de réduction est plus important en hiver qu'en été.

L'empreinte carbone de cette technique a été comparée à un système en litière (Merlet et al., 2010). Il a été montré qu'en dépit d'émissions de gaz à effet de serre plus importantes, le logement sur caillebotis offre des performances équivalentes et même supérieures (en fonction de l'éloignement de la fourniture de paille).

Effets croisés

En fin de bande, les caillebotis sont fréquemment lavés dans le bâtiment d'élevage, de grands volumes d'eau utilisés viennent diluer le lisier et augmentent par conséquent le volume d'effluent à épandre.

On peut avoir une consommation d'énergie plus ou moins importante selon la fréquence d'utilisation des racleurs.

D'autre part, les opérations de raclage contribuent fortement aux émissions odorantes diffuses. La stratégie de raclage peut être adaptée pour gérer ces pics d'odeurs.

L'écoulement gravitaire permanent peut entraîner des problèmes de mouches.

Coûts

Le coût indicatif pour l'achat d'un système de raclage est aux alentours de 8.3 €/m² (prix pose comprise, hors branchement électrique et hors taxes pour un bâtiment de 700m²- Source : Métallerie Philippe Soulard).

D'après le référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicol (2017), le coût d'un racleur simple est indiqué à 19 000 €. Cependant, aucuns commentaires sur le type d'équipement et la décomposition de ce coût ne sont renseignés.

Les coûts de fonctionnement sont proportionnels à la fréquence de raclage appliquée.

Applicabilité

Le système avec racleur est simple et fonctionne bien, il est néanmoins vulnérable à cause de l'usure de la partie supérieure du sol, qui entraîne une perte d'efficacité du raclage au fil du temps.

Ce système peut être aussi bien appliqué dans des bâtiments neufs qu'anciens (selon la conception de la fosse existante).

D'une manière générale, le stockage en fosse sous les caillebotis pendant toute la durée de la bande tend à disparaître, car il est difficile à maîtriser : source d'émissions gazeuses polluantes et favorable à la prolifération de mouches.

NB : L'article 11 de l'arrêté modifié du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza impose de nouvelles contraintes dans la gestion des lisiers. Concernant les élevages sur caillebotis, le respect de l'arrêté biosécurité impose un assainissement du lisier par un stockage sur 6 semaines du lisier avant épandage (en absence de traitement autorisée : méthanisation ou



chaulage), ou un enfouissement immédiat des lisiers non assainis lors de l'épandage. La durée de stockage de 6 semaines s'entend sans nouvel apport de lisier frais.

Facteurs incitatifs

Une limitation des émissions d'ammoniac dans le bâtiment améliore l'ambiance et par là même les performances zootechniques des animaux. Cela peut être également avoir un impact sur la santé des éleveurs chez qui l'ammoniac peut entraîner l'apparition de maladies respiratoires.

La pression réglementaire vis-à-vis des émissions de NH₃ des élevages est de plus en plus forte, ce qui incite à mettre en place des techniques visant à réduire ces émissions.

Le logement en caillebotis avec enlèvements des lisiers est considéré comme la MTD 33 dans la version 2017 du BREF Elevage.

Pour en savoir plus

- *Arrêté du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza aviaire*, JORF n°0034 du 10 février 2016, texte n° 41
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs*. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- *Loyon et al., 2010 'Intensive livestock farming systems across Europe – A review of the current impact from the IPPC directive based on data gathered by questionnaire', 14th Ramiran Conference, Lisboa 12-15 September 2010.*
- *Merlet et al., 2010. 'Evaluation de l'Impact Carbone en production de canards à rôtir: une approche de terrain des systèmes d'élevage sur caillebotis et sur litière', TeMA, Vol. 13, 31-38.*
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles*, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485* https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V10 : Logement en caillebotis et évacuation mécanique. 3 pages.





Logement au sol sur litière

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac dues à la gestion des litières dans les bâtiments d'élevage de volailles au sol.

La technique consiste à apporter une litière en quantité suffisante pour éviter d'avoir des litières trop humides qui favorisent les émissions d'ammoniac. On veillera par ailleurs à éviter les fuites d'eau du système d'abreuvement (Cf fiche V13 : Système anti-fuite).

Mise en place

Les volailles de chair (poulets, pintades, dindes) ainsi qu'une partie des poules pondeuses (Cf fiche V9 : Pondeuses au sol), sont élevées dans des bâtiments dont la surface unitaire varie de 400 m² (poulet label) à 1500m², avec une ventilation qui peut être naturelle ou mécanique.

Le sol des bâtiments d'élevage est le plus souvent en terre battue (entre 89 et 93 et % des poulaillers en France) ... Les revêtements en béton constituent une alternative qui tend à se développer. Ce type de sol assure une isolation et une étanchéité de meilleure qualité. Cette propriété permet de diminuer la quantité de litière mise en place. Attention toutefois, car le froid du béton condense l'humidité de la litière. Une faible quantité de litière permettra à cette fine pellicule d'eau de sécher rapidement grâce à un renouvellement d'air suffisant pour évacuer l'humidité.

La quantité de la litière apportée est relativement standardisée et comprise entre 5 et 14 kg/m² suivant l'espèce avec un revêtement en terre battue. Un sol béton nécessite 0.5 à 10 kg/m² lors de la mise en place selon le matériau utilisé (Dennerly et al., 2012, 2013).

Dans un contexte de modification des usages des sous-produits du bois, comme le copeau ou la sciure (utilisés en filière bois-énergie), et d'une concentration géographique de leur production, les éleveurs ont dû diversifier les types de gisement et adapter la composition des litières (Dennerly et al. 2012). Ces matériaux restent cependant utilisés aujourd'hui, mais le plus fréquemment rencontré est la paille broyée. D'autres matériaux sont parfois utilisés, selon la production, la zone géographique et leur coût, à condition de répondre à la directive 2007/43/CE : bouchons de paille, miscanthus, cosses de sarrasin, balles de riz, etc. (Dennerly et al., 2012)

NB : De nouvelles pratiques comme l'ajout d'additifs biologiques aux litières ont tendance à se développer. Le recul sur ces derniers est assez limité bien qu'encourageant (Rousset et al., 2014). Pour l'instant, cette technique n'est pas reconnue comme une bonne pratique environnementale par le BREF 2017 (INERIS, 2017).

Pour réduire les émissions d'ammoniac dans les locaux d'élevage, il faut éviter d'avoir des litières humides. Or, des épaisseurs faibles de litière (moins de 10cm) sont assez vite saturées en eau, à l'exception d'une gestion particulière associée à une très bonne ventilation (sol bétonné). Dans le cas d'élevage d'espèce à cycles longs (dindes), il est nécessaire de faire des ajouts de litière en cours de bande. L'avancement du stade physiologique implique une production de déjections et un tassement des litières plus important. Ce dernier paramètre est également influencé par le matériau et la granulométrie de litière utilisée.



En fin de bande, le fumier est entièrement évacué du bâtiment avant d'être éventuellement stocké avant épandage ou compostage.

Pour faciliter la tenue des litières, une attention particulière doit être apportée à l'isolation et à la ventilation du bâtiment pour permettre de limiter les phénomènes de condensation (Cf Fiche V19 : Utilisation économe de gaz propane pour le chauffage des bâtiments) tout en tenant compte du confort des animaux en limitant les vitesses d'air (problématique avec de jeunes animaux). De plus, il faut veiller à ce que les systèmes d'abreuvement ne présentent pas de fuites (Cf Fiche V13 : Système anti-fuite).

Il est à noter que le traitement de l'eau de boisson peut permettre de faire diminuer les problèmes digestifs des animaux et donc les problèmes de trop forte humidification de la litière (Denery et al., 2012).

Bénéfices environnementaux

L'émission de NH₃ des systèmes avec litière est fortement dépendante de l'entretien de la surface de la litière. Des ajouts fréquents de paille ou copeaux permettent d'éviter une augmentation du taux d'humidité et donc des émissions d'ammoniac.

Le maintien d'une litière à 65% de matière sèche réduit grandement la volatilisation du NH₃. La gestion de la ventilation et la prévention de fuites au niveau des systèmes d'abreuvement font partie des principaux paramètres à maîtriser pour garantir le maintien d'une litière sèche.

L'efficacité de réduction des émissions de NH₃ serait comprise entre 20% et 30% pour les unités à ventilation forcée, naturelles ou isolées, équipées d'un système d'abreuvement sans fuite (TFRN 2014).

Effets croisés

Lors du renouvellement de la litière, le niveau de poussière dans le bâtiment peut être élevé suivant le type de matériau utilisé.

Le maintien d'une litière sèche réduit également l'émission de mauvaises odeurs.

Coûts

La mise en place d'une quantité de litière au démarrage des bandes, associée à l'ajout de litière en cours de lot représente un coût qui varie de 1.1 €/m²/an en production pintade, à 1.6 €/m²/an pour des poulets de chair standards et entre 1.3 et 3.3 €/m²/an.

En production de dindes. Ces coûts incluent l'achat de la litière (matériau, broyage et transport), ainsi que la main-d'œuvre nécessaire à la main-d'œuvre de la litière. Concernant ce dernier point, l'achat de matériels de paillage s'est rependu dans les élevages. Le tableau suivant reprend (d'après Denery et al., 2012), les coûts estimatifs à l'acquisition de tels équipements et les temps opérationnels correspondants :

Tableau 1 : Coûts estimatifs des équipements (Denery et al., 2012)

Matériel	Temps de travail estimé	Coût
Table avec déchargement par l'arrière	<ul style="list-style-type: none"> • 1/2 journée pour 3 bâtiments • 1 aller/retour pour couvrir la surface du bâtiment 	Environ 16 000€
Un kit de broyage + tuyau	<ul style="list-style-type: none"> • 1h30 pour 1200m² 	Environ 11 000€
Distributrice par pulsion+ tuyau	<ul style="list-style-type: none"> • Repaillage d'un bâtiment de 400m² en 10min (hors temps de déplacement de la distributrice) 	<ul style="list-style-type: none"> • Environ 20 000€ pour la distributrice extérieure air pulsé, hors tracteur, broyeur de paille et tuyau souple • Exemple : pour un bâtiment de 60 x 15m, comptez 400€ pour le tuyau avec prise en pignon



Il convient de garder à l'esprit que les temps de main-d'œuvre varient d'une production à l'autre. Ainsi, pour une production de dinde, il faut compter au total 17h30 de travail pour la gestion de la litière d'un bâtiment de 1000m², dont 7h50 avant l'arrivée des animaux. L'ajout de la litière en cours de lot est réalisé 2 à 3 fois par semaine voire quotidiennement. Les productions de poulets et de pintades nécessitent moins de travail : entre 8h30 et 8h40 au total pour un bâtiment de 1000m², dont 5h05 à 5h20 avant l'arrivée des animaux (CRA des Pays de la Loire et CA d'Ille-et-Vilaine).

La mise en place d'un traitement de l'eau de boisson peut permettre de réduire les coûts liés à l'achat de litière, en réduisant les problèmes digestifs des animaux. Pour un bâtiment de 1200m², il faut compter un investissement de 1.6 à 1.4 €/m² pour une pompe doseuse, et 0.7 à 0.8 €/m² pour une pompe à désinfectant (chlore, peroxydes).

Applicabilité

L'intégralité de la production de volailles de chair est réalisée dans des bâtiments au sol avec litière dont la gestion est déjà bien intégrée dans les itinéraires techniques.

L'obtention d'une litière sèche s'est également renforcée via l'émergence de nouveaux procédés comme des systèmes de chauffage ou d'aération forcée des sols et des échangeurs de chaleurs entre les flux d'air sortant (flux chaud) et entrant (flux à réchauffer). Ces nouvelles technologies limitent l'ajout de litière complémentaire.

Moyennant l'investissement dans un équipement de paillage, les temps de main-d'œuvre liés au paillage peuvent être fortement réduits.

Facteurs incitatifs

L'ajout régulier de litière, en quantité suffisante, est une pratique simple à mettre en œuvre et peu onéreuse. Une réflexion est à mener pour adapter une limitation des émissions d'ammoniac dans le bâtiment, ainsi qu'une réduction du taux d'humidité, qui améliore l'ambiance et par là même les performances zootechniques des animaux. Cela peut également avoir un impact sur la santé des éleveurs chez qui l'ammoniac peut entraîner l'apparition de maladies respiratoires.

La pression réglementaire vis-à-vis des émissions de NH₃ des élevages est de plus en plus forte, ce qui incite à mettre en place des techniques visant à réduire ces émissions.

Les logements au sol sur litière, avec une ventilation naturelle ou mécanique, sont considérés comme la MTD numéro 32 par le BREF Elevage 2017.

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD) pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED (+ 40 000 emplacements). Celui-ci est défini pour les émissions atmosphériques d'ammoniac de chaque bâtiment de poulets de chair ayant un poids final inférieur à 2,5 kg.

Tableau 2 : Niveau d'émission d'ammoniac associé à la MTD 32 (Santonja et al., 2017)

Type d'émission	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Ammoniac exprimé en NH ₃	0.08

Pour en savoir plus

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*



- TFRN, Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, 2014. http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf
- Dennerly et al., « Vers une gestion efficace des litières, de l'approvisionnement aux techniques d'élevage avicole », 2012, 48 p. [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24889/\\$File/Aviculture-Guide-Gestion-efficace-liti%C3%A8res2012.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24889/$File/Aviculture-Guide-Gestion-efficace-liti%C3%A8res2012.pdf?OpenElement)
- Dezat et al., "Intérêts et mise en œuvre du bétonnage des sols en volailles de chair", 2013, Journées de la Recherche Avicole, 175-179.
- Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf
- Rousset et al., « Les litières en élevage : identification, test et évaluation des techniques ou des pratiques consistant à mieux gérer les litières avec moins de matériaux », innovationAgronomique 34, 2014, 403-415. <https://www6.inra.fr/ciag/content/download/5249/40937/file/Vol34-28-Rousset.pdf>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : buteau@itavi.asso.fr; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V11 : Logement en caillebotis et évacuation mécanique. 4 pages.





Catégories animales

Poulets de chair

Impacts

NH₃
Energie

Récupération de chaleur en bâtiment d'élevage par plancher chauffant/refroidi (système combideck)

Objectif et principe

Un circuit d'eau fermé est installé sous le sol et un autre est construit à un niveau plus profond pour stocker l'excès de chaleur ou pour le restituer au poulailler en cas de besoin. Une pompe à chaleur relie les deux circuits d'eau.

Au début de la période d'élevage, le sol est chauffé avec la chaleur accumulée afin de maintenir la litière au sec en évitant la condensation d'humidité au cours du deuxième cycle d'élevage, les volailles produisent un excès de chaleur qui est préservé dans le circuit de stockage tout en refroidissant le sol, ce qui réduit les émissions d'ammoniac en diminuant l'activité microbienne et la dégradation de l'acide urique.

Mise en place

Ce système est constitué d'échangeurs de chaleur (serpentin) situés sous le sol en béton. Il s'agit, d'un circuit d'eau fermé composé de bandes creuses espacées de manière intermédiaire tous les 4 cm), est installé dans une couche isolée sous le sol, à une profondeur de 10 à 12 cm (exemple Figure 1).



Figure 1 : Exemple d'installation d'échangeur thermique (source ITAVI)

Un autre circuit d'eau est construit à un niveau plus profond sous le sol (2 à 4 mètres) pour stocker l'excès de chaleur ou pour l'utiliser à une autre fin. Une pompe à chaleur connecte les deux circuits d'eau (voir Figure 2- ITAVI 2016). En fonction de la température de l'eau qui traverse les bandes, le sol et la litière seront soit réchauffés, soit refroidis.

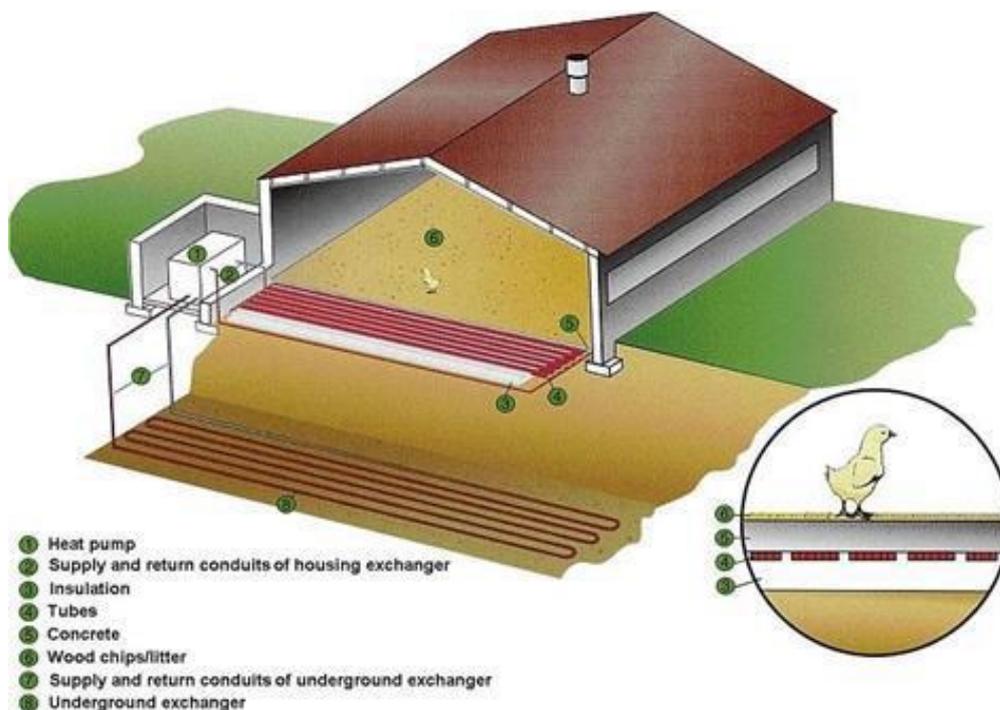


Figure 2 : Représentation schématique d'un système de récupération de chaleur installé dans un poulailler

Lorsque les poulets de chair entrent le premier jour du cycle de production, l'eau est réchauffée et acheminée à travers les bandes situées sous le sol pour réchauffer le sol. Les poulets ont besoin de chaleur jusqu'au 21^{ème} jour environ (à environ 28 °C). Après une courte période d'équilibre, le processus de croissance génère beaucoup de chaleur de la part des animaux et cette chaleur est récupérée dans le sol, sous le bâtiment. Elle est alors absorbée par l'eau froide dans le circuit situé sous le sol et la pompe à chaleur transfère cette énergie vers le deuxième circuit d'eau qui stocke la chaleur sous terre. Dans le même temps, les poulets sont refroidis avec une température maintenue aux environs de 25 °C.

En fin de lot, le sol du bâtiment est vidé et nettoyé. Une fois prêt pour le prochain cycle de production, l'eau chaude du stockage souterrain est pompée et passe par la pompe à chaleur, ce qui réchauffe l'eau du circuit d'eau qui dessert le logement. Le sol est préchauffé et il faudra moins d'énergie pour le réchauffer à la température requise en vue de loger les jeunes poulets de chair. Une fois que les poulets sont dans la maison (phase 1), la chaleur stockée est utilisée et seul un chauffage d'appoint est nécessaire. Après la courte phase intermédiaire du bilan thermique (phase 2), un refroidissement est nécessaire (phase 3) et la chaleur dissipée sera stockée sous terre et donc disponible pour un prochain cycle (Figure 3).

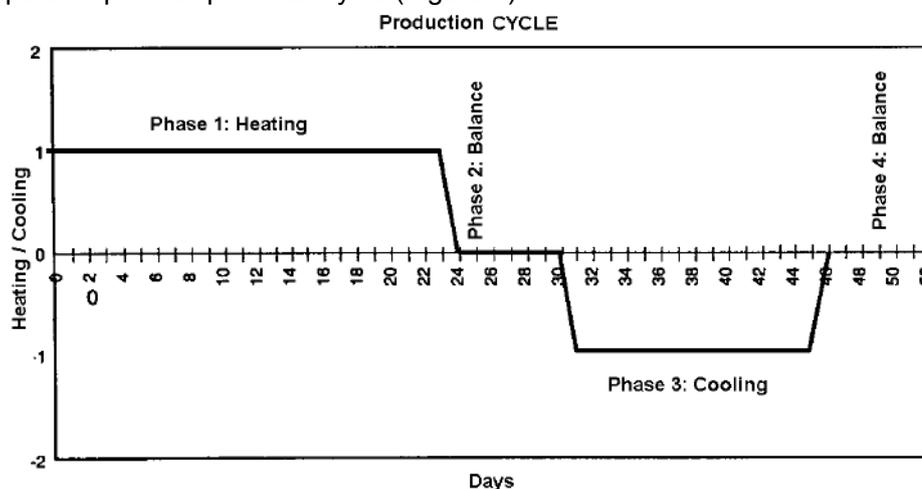


Figure 3 : Représentation graphique du principe de fonctionnement du système Combideck pendant un cycle de production d'un poulet de chair



Bénéfices environnementaux

La réduction de la consommation d'énergie est le principal avantage obtenu. La quantité d'énergie dépend du bâtiment. Une réduction de la consommation d'énergie allant jusqu'à 50% a été réalisée. En outre, le préchauffage du sol avant l'introduction de la volaille et son chauffage pendant la première période du cycle d'élevage maintiennent la litière au sec en évitant la condensation de l'humidité. Ces conditions limitent la volatilisation de l'ammoniac. Le refroidissement ultérieur du sol à un stade physiologique ultérieur diminue l'activité microbienne, ce qui réduit d'autant la dégradation de l'acide urique. Cette meilleure gestion de la condensation est particulièrement appréciable dans les bâtiments en sol béton qui ont tendance à générer plus de condensation.

L'efficacité de la réduction de NH_3 dépend des conditions locales et peut atteindre 40% (TFRN 2014).

Effets croisés

La consommation énergétique liée au fonctionnement de la pompe à chaleur est compensée par la réduction de consommation au niveau du chauffage et de la ventilation. Le coefficient de performance des pompes à chaleur géothermiques est généralement compris entre 2,5 et 3. Le tableau 1 reprend des résultats obtenus pour un élevage de 80 000 poulets de chair. Trois pompes à chaleur de 0,1 kWh ont été utilisées. Les poulets ont été stockés à une densité de 18 animaux / m^2 .

Tableau 1 : Résultats de l'application d'un système Combideck

	Type d'énergie	Consommation	Equivalent énergie (MWh/an)**	Coûts (€)
Situation de référence		49.5 m^3	549	6 273
	Gaz naturel	36.1 m^3	321	9 277
	Electricité	40 MWh	40	3 757
	Total			910
Situation avec Combideck	Chauffage	63.6 MWh	63.6	NC
	Ventilation	34.4 MWh	34.4	NC
	Pompe à chaleur*	189 MWh	189	NC
	Total			287
Réduction (en pourcentage de la référence)			623 (70%)	10 113 (52%)

*Coefficient de performance de la pompe à chaleur de 4.4

**Sur la base des tarifs

Lors de l'essai ci-dessus, la ferme de référence a émis 0,066 kg de NH_3 par emplacement par an, tandis que les émissions moyennes d'ammoniac mesurées sur quatre cycles de production étaient de 0,045 kg de NH_3 par emplacement par an. Par conséquent, la réduction des émissions de NH_3 de ce système était d'environ 32%.

En 2001, les performances d'élevages de poulets de chair sur une même ferme, mais dans deux bâtiments différents ont été comparées. Un bâtiment était équipé du système Combideck (bâtiment 2) et l'autre sans (bâtiment 1). Le récapitulatif des performances pouvant être atteintes est présenté dans le tableau 2.



Tableau 2 : Comparaison des performances pour des bâtiments identiques avec ou sans système Combideck

	Bâtiment 1	Bâtiment 2 (avec Combideck)
Nombre de poulets	33 000	34 000
Mortalité (%)	4.97	2.85
Poids à la première récolte de 35j (g)	1 681	1 692
Poids à la deuxième récolte de 42j (g)	2 250	2 236
Surplus de paiements par kg (€)	0.2	0.4
Ratio nutritionnel (1500g)	1.55	1.40
Coûts de chauffage (par poulet en €)	3.13	2.10

Coûts

Les coûts d'investissement (pour les bâtiments neufs) s'élèvent à 2 € par emplacement, avec 20 poulets par m². Les frais de fonctionnement (amortissement, intérêts et entretien) s'élèvent à 0,20 € par emplacement et par an. L'augmentation annuelle des rendements est apparemment supérieure d'un facteur 3 aux coûts d'exploitation annuels. Par exemple, les coûts vétérinaires sont réduits d'environ 30%. Les coûts énergétiques sont réduits d'environ 52%. Le délai de retour sur investissement est d'environ 4 à 6 ans (Pays-Bas 2002).

Le référentiel 2017 des prix des bâtiments et équipement avicoles et canicules ainsi que différents retours d'expériences indiquent les coûts suivants dans le Tableau 3 :

Tableau 3 : Coût d'installation de plancher chauffant & Pompe à chaleur

	Prix moyen (€)
<i>Pour un plancher de 1500m² (accessoire non compris)</i>	
Ballons cuve tampon	1650
Support isolant plot polystyrène	10.50 /m2
Canalisation	22 /m2
Plancher complet (béton et isolation inclus)*	82 500
Régulateur	2 975

Applicabilité

Cette technique n'est pas applicable aux élevages de porc. Ce système peut être aussi bien utilisé sur des poulaillers nouveaux qu'existant. Sur des bâtiments déjà construits, les coûts sont plus élevés, car les sols doivent être arrachés et reconstruits afin de poser les circuits au sol nécessaires. Des travaux de construction et des travaux de terrassement seront nécessaires dans la cour de ferme, en fonction de l'emplacement du poulailler.

Avec plusieurs poulaillers, il peut être possible d'utiliser de l'eau chauffée d'un bâtiment (en fin de lot) pour en réchauffer un autre (en démarrage), ce qui peut réduire encore davantage l'énergie nécessaire au pompage. Cependant, cette idée n'a pas encore été mise en pratique.

Le système ne peut être appliqué que si les conditions du sol permettent l'installation d'un stockage souterrain fermé pour le circuit d'eau. La technique est moins appropriée dans les zones avec des sols durs et rocheux. L'application du système Combideck dans les climats froids où les gelées sont plus longues et plus dures et pénètrent davantage dans le sol n'a pas été signalée.

Les Pays-Bas disposent de plus de 2 millions de places avec ce système. Des installations ont également été rapportées en Russie, en Allemagne et en France (certains fournisseurs ont posé plus de 50 000m²).



Facteurs incitatifs

Le système offre de meilleures performances en termes de production de poulets de chair (réduction de la mortalité, prix de la viande plus élevé, meilleur ratio d'aliments) et un effet positif sur le bien-être des animaux (moins de stress thermique, moins de mortalité, moins de services vétérinaires nécessaires).

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 8 – Utilisation efficace de l'énergie à la ferme et MTD 32– Réduction des émissions d'ammoniac en bâtiment d'élevage de poulets (Santonia et al., 2017).

Le BREF Elevage définit d'ailleurs des seuils d'émission (Niveaux d'Emissions Associés à une MTD = NEA-MTD pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED.

Tableau 4 : Niveaux d'émission associés à la MTD 32

Catégorie animale	Emission Ammoniac (en kg NH ₃ /place/an)
Poulets de chair	0.08

Pour en savoir plus

- CBS, *Huisvesting van landbouwhuisdieren 2008*, Centraal Bureau voor de Statistiek, 2011.
<https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2012/50/huisvesting-van-landbouwhuisdieren-2012>
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs*. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- ITAVI 2016, *Les pompes à chaleurs (PAC)*.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=2ahUKEwjyr8T86zIAhUd7eAKHe2uDmgQFjAFegQIBhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.itavi.asso.fr%2Fdownload%2F9468&usq=AOvVaw1kN5U9qcKDFXhTid86QwVK>
- *Netherlands, ILF 178. Additional information about Combideck system in broiler houses, 2002.*
- *Retours d'expériences:*
http://www.degreconfort.fr/assets/images/presse/TechElevage2018_Planchers.pdf
<https://www.paysan-breton.fr/2018/05/une-aquathermie-sur-plancher-chauffant/>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs*; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- TFRN, *Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, 2014.*
http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr et fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V12 : Récupération de chaleur par plancher chauffant. 5 pages.*





Système antifuite

Objectif et principe

Les systèmes d'abreuvement antifuite visent à limiter le gaspillage d'eau et d'ainsi favoriser le maintien d'une litière sèche.

Au-delà de meilleures conditions sanitaires et de confort pour les animaux, le contrôle de l'humidité de la litière (inférieure à 30-35%) limite les émissions d'ammoniacs.

Mise en place

Les différents systèmes d'abreuvoir, y compris les systèmes antifuite, sont décrits dans la fiche des bonnes pratiques V 17- Techniques pour une utilisation efficace de l'eau – Approche générale (pipettes de type « O'Matic » de Lubing, ou « Spark Nipple » de Roxell...).

Les abreuvoirs à pipette sont conçus pour fournir de l'eau à la demande des volailles. Ils améliorent l'hygiène de l'eau et réduisent l'évaporation. Ces systèmes sont habituellement constitués d'une combinaison de plastique et d'acier et sont placés sous le tuyau d'alimentation en eau. Un système de contrôle de pression est installé au début de chaque tuyau, avec une jauge à eau pour mesurer la consommation (cf. fiche PVB11 – Système de management environnemental et bonnes pratiques, pour en savoir plus). La régulation de la pression dans les conduites d'eau est un aspect essentiel, car les fuites sont souvent le résultat d'une mauvaise pression d'eau (par exemple, toute pente du sol et de longs conduits peuvent créer des différences de pression dans le système). Les abreuvoirs sont généralement conçus pour produire des résultats optimaux dans une certaine plage de pression.

Les pipettes ont un débit plus ou moins important ce qui a l'avantage de fournir rapidement une quantité appropriée d'eau, mais aussi l'inconvénient de provoquer des fuites lors de la distribution. Pour collecter ces dernières, de petites coupelles sont installées sous les pipettes (coupelles d'égouttement). Les abreuvoirs à pipette avec un égouttoir sont les plus économiques en consommation d'eau.

Dans les logements au sol, le système d'abreuvoir à pipette est installé de manière à pouvoir être soulevé (par exemple pour le nettoyage du sol). La ligne des pipettes est généralement placée au-dessus de la tête des oiseaux et est progressivement élevée au fur et à mesure de la croissance pour éviter les fuites d'eau et la détérioration de la litière située en dessous (Figure 1).

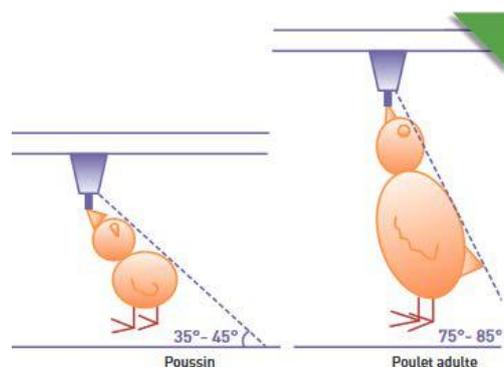


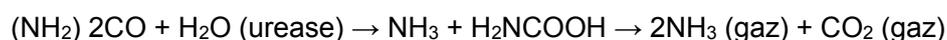
Figure 1 : adaptation de la hauteur de pipette en fonction du stade physiologique (Dennery et al., 2012)

Les bonnes pratiques, définies par Dennery et al. (2012), sont les suivantes :

- Vérifier le réglage en hauteur de la ligne d'abreuvement ;
- S'assurer quotidiennement de l'absence de fuites qui dégraderaient la litière ;
- Purger les lignes d'abreuvements, surtout au démarrage, pour distribuer une eau fraîche et non stagnante ;
- Adapter la pression de l'eau au matériel et à l'âge des animaux ;
- Suivre la consommation d'eau et d'aliment (la modification de ce rapport peut être un signe précurseur de pathologie ;
- Contrôler la qualité bactériologique de l'eau en bout de ligne ;
- Vérifier l'état des filtres chaque semaine ;
- A chaque vide sanitaire, examiner en détail et nettoyer avec une base, un acide et un désinfectant, le circuit d'eau et le matériel, sans oublier le bac, en respectant soigneusement les doses et les temps de pause recommandés.

Bénéfices environnementaux

L'ammoniac est émis par une réaction de décomposition enzymatique (hydrolyse) de l'urée :



Le maintien d'une litière sèche inhibe l'hydrolyse de l'azote, réduisant ainsi les émissions de NH_3 . À des taux d'humidité inférieurs à 30–35% dans la litière, le taux de réactions responsables de la volatilisation de l'ammoniac est fortement réduit.

Les fuites d'eau potable augmentent le taux d'humidité de la litière. Les pertes d'ammoniac des poulaillers utilisant des abreuvoirs traditionnels sont trois fois plus importantes (3,3 g de NH_3 -N / h en moyenne par emplacement) que celles qui utilisent des abreuvoirs à pipette, bien que les différences ne semblent pas confirmées par des statistiques (DEFRA, 2002). Par ailleurs, un décalage d'une à deux semaines a été observé entre l'ajout d'eau et l'émission d'ammoniac (Liu et al., 2007).

Un niveau d'émission typique associé à cette technique, quel que soit l'effet de la gestion nutritionnelle sur la composition du lisier, est de 0,08 kg de NH_3 par emplacement et par an. En fait, les émissions d'ammoniac dépendent du système de logement spécifique. Une gestion de la ventilation adéquate et des systèmes d'abreuvement sans fuites font partie des paramètres importants pour maintenir la litière au sec et, par conséquent, réduire les émissions d'ammoniac. L'efficacité de réduction des émissions de NH_3 serait comprise entre 20% et 30% pour les maisons

à ventilation forcée, naturelles ou isolées, équipées d'un système d'abreuvement sans fuite (TFRN 2014).

Effets croisés

Les systèmes antifuite permettent d'approcher la consommation en eaux des élevages au plus près des besoins des volailles. La consommation en eau de l'élevage s'en retrouve d'autant réduite.

La prévention des fuites d'eau limite aussi les actions de rempaillage et offre des économies de litières et de temps humain.

Coûts

Pour les équipements d'abreuvement des animaux, il faut compter pour l'achat d'un matériel neuf (pose comprise), un investissement de :

- 2,4 à 2,9 €/m² de bâtiment pour des lignes de pipettes sans récupérateurs (2,6 €/m² en moyenne),
- 4,2 à 8 €/m² de bâtiment pour des lignes de pipettes avec récupérateurs (6,1 €/m² en moyenne),

Ces prix sont estimés pour un bâtiment de 1 500 m² (15 m x 100 m), avec des lignes d'eau de 78 m, source : ITAVI).

Une liste de prix, de différents équipements d'abreuvement, est également consultable dans le référentiel 2017 prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (Chambre d'agriculture Pays de la Loire).

Applicabilité

En France, les pourcentages d'utilisation des systèmes antifuite par espèces sont de :

- 95% des élevages de poules pondeuses en cage aménagées ;
- 80% des élevages en poulets de chair ;
- 30% des élevages en dindes ;
- 25% des élevages de canards à rôtir (avec une source d'eau supplémentaire pour satisfaire aux besoins comportementaux des canards).

Facteurs incitatifs

Cette technique contribue à la réduction des consommations d'eau en évitant le gaspillage. Par ailleurs, couplée à une bonne maîtrise de l'ambiance, elle offre une diminution des émissions d'ammoniac.

Les bonnes pratiques agricoles et l'utilisation de systèmes antifuite sont considérées comme des MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 32a – Ventilation forcée et système d'abreuvement sans fuite et MTD 32c – Ventilation passive et système d'abreuvement sans fuite, Santonia et al., 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

La limitation des pertes d'azote par volatilisation entraîne une meilleure fixation de l'azote au sein des fumiers. La qualité agronomique des litières se retrouve améliorée lors de l'épandage.





Pour en savoir plus

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- DEFRA, *Ammonia Fluxes Within Broiler Litter And Layer Manure Management Systems*, 2002
- Liu Z., Lingjuan Wang L., & David Beasley D., & Edgar Oviedo E., 2007. *Effect of moisture content on ammonia emissions from broiler litter: A laboratory study. J Atmos Chem (58), pages: 41–53.*
https://www.researchgate.net/profile/Lingjuan_Wang-Li/publication/225584278_Effect_of_moisture_content_on_ammonia_emissions_from_broiler_litter_A_laboratory_study/links/02bfe50f947f4a76fe000000.pdf
- Dennerly G., Dezat E., Rousset N., 2012. *Vers une gestion efficace des litières, de l'approvisionnement aux techniques d'élevage avicole (Fiche N°12). Chambre Régionale d'Agriculture des Pays-de-la-Loire et de Bretagne, ITAVI, 48 pages.*
[http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24889/\\$File/Aviculture-Guide-Gestion-efficace-liti%C3%A8res2012.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24889/$File/Aviculture-Guide-Gestion-efficace-liti%C3%A8res2012.pdf?OpenElement)
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485*
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- TFRN, *Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen*, 2014.
http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr et fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V13 : Système antifuite. 4 pages.*



Existe aussi en

**Catégories animales**Poulets de chair
Dindes**Impacts**NH₃

Additifs biologiques sur litière

Objectif et principe

Application sur la litière de produits constitués de complexes de micro-organismes sélectionnés (bactéries et/ou champignons) permettrait de modifier le processus de dégradation des composés azotés en jouant sur l'effet de compétition entre populations microbiennes.

La litière qui est au départ une structure stable, va évoluer en cours d'élevage pour devenir un véritable réacteur biologique. Les déjections apportées par les animaux vont favoriser l'implantation de nombreux microorganismes dans la litière qui ont besoin pour se développer d'eau, d'azote et d'énergie. L'ensemencement de la litière avec des microorganismes sélectionnés permettrait d'orienter le développement des microorganismes responsables de la dégradation de la matière organique (Rousset et al., 2012).

Mise en place

Les additifs biologiques sont utilisés pour améliorer la qualité de la litière. Les additifs sont constitués de complexes de micro-organismes contenant des Lactobacillus, des Bacillus et plus généralement un mélange de bactéries et de champignons. Le processus de dégradation de la matière organique est modifié et un processus d'humification rapide commence, ce qui améliore les conditions physiques et les performances de la litière (litière plus sèche et moins émettrice d'ammoniac).

L'inoculation de la litière est généralement effectuée au début du cycle d'élevage et au plus tard le dixième jour de la vie des poussins.

Les recommandations de Denery et al., (2012) pour l'emploi d'additifs sur litières sont les suivants :

- 1) S'assurer que la gestion technique du bâtiment est bien maîtrisée (régulation du couple chauffage/ventilation qui permet d'évacuer l'eau vers l'extérieur, isolation du bâtiment...) et que les mesures de prévention sanitaire sont correctement mises en œuvre (respect des mesures de biosécurité, qualité de l'eau de boisson, de l'aliment, du poussin, du matériau utilisé pour la litière...). Ces paramètres conditionnent l'humidification excessive des litières et des effets négatifs qui en découlent (émission d'ammoniac, aspects sanitaires).
- 2) Il convient de bien se renseigner sur l'additif, car son efficacité est variable d'un élevage à l'autre (caractéristiques bâtiment, espèce, logement...). La fréquence d'application doit être bien appréhendée, car elle conditionne l'aspect coût/ bénéfice.
- 3) Pratiquer des essais dans son propre élevage et sur plusieurs bandes pour affiner les gains zootecniques, sanitaires et de confort de ces additifs.





Bénéfices environnementaux

Le principal bénéfice environnemental vient d'une diminution des pertes d'azotes par volatilisation (de 5 à 30%, méthode des bilans de masse) avec une meilleure ambiance au sein de l'élevage (Rousset et al., 2012 ; Guinebert et Péneaud 2005 ; Allain et Aubert 2009 ; Aubert et al., 2011). Cette immobilisation de l'azote se traduit également par une meilleure tenue de la litière et lui confère une valeur amendant supérieure dans l'optique d'une valorisation agricole.

Effets croisés

L'utilisation de complexe de micro-organismes entraîne une augmentation des émissions moyennes de protoxyde d'azote (N₂O), puissant gaz à effet de serre (Rousset et al., 2012).

La diminution de la concentration en ammoniac dans l'ambiance des bâtiments présente également un intérêt pour limiter les pathologies respiratoires chez les animaux, mais aussi chez les travailleurs (Rousset et al., 2012).

Cette technique semble également contribuer à la santé et au bien-être animal, en diminuant le taux de mortalité et les pododermatites, surtout pour les productions nécessitant une longue période d'élevage (Aubert et al., 2011 ; Rousset et al., 2012). Le processus à l'origine de ces avantages viendrait d'une meilleure occupation du terrain par les complexes microbiens vis-à-vis de la flore fécale, initiant un mécanisme de barrière aux pathogènes (Dennerly et al., 2012).

Cependant, les différences obtenues entre les lots témoins et enrichis sont assez variables d'un essai à l'autre et d'un élevage à l'autre. Les effets observés sur les paramètres examinés dans ces essais ne sont pas toujours significatifs. Plusieurs facteurs non contrôlés peuvent expliquer cette variabilité (troubles digestifs chez les animaux, utilisation d'antibiotiques, comportements de grattage et d'activité des animaux...)

Coûts

Le coût de ces produits est très variable, et peut s'avérer élevé par rapport aux bénéfices obtenus surtout si leur utilisation nécessite des ajouts fréquents. L'intérêt économique de l'utilisation de ces produits doit être évaluée au cas par cas, en fonction des objectifs visés par l'éleveur et doit tenir compte de tous les impacts obtenus (positifs ou négatifs) qu'ils soient économiques (amélioration des performances zootechniques, qualité des carcasses, diminution des quantités de litières utilisées...), sociaux (gain de temps et pénibilité du travail de l'éleveur...), environnementaux (diminution de la pollution atmosphérique, meilleure valorisation agronomique du fumier...) (Dennerly et al., 2012).

Applicabilité

Ces produits sont particulièrement utilisés pour l'élevage de poulets de chair et de dindes, étalés ou pulvérisés sur la litière. De nombreux fournisseurs existent sur le marché français.

En France, l'utilisation de cette technique augmente la production de viande ; le plus vieil usage remonte à 1996.

Facteurs incitatifs

La meilleure fixation de l'azote augmente les qualités agronomiques de la litière à l'épandage. Les performances zootechniques se retrouvent renforcées avec un recul du taux de mortalité et des pododermatites. Toutefois, aucun cadre réglementaire n'a été adopté pour ces additifs. Cette technique n'est pas considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages. Cependant, cette technique a été citée pour être étudiée dans la prochaine révision du BREF.

Pour en savoir plus

- Allain E., Aubert C., 2009, *Réorganiser l'azote dès le bâtiment par un complexe de microorganismes pour réduire fortement les pertes d'ammoniac en bâtiment et au champ, en obtenant sans retournement un compost normé, au bénéfice des animaux, de*



l'économie et de l'environnement. Huitièmes Journées de la Recherche Avicole, St Malo, pages 233-237.

<https://www.itavi.asso.fr/content/reorganiser-lazote-des-le-batiment-par-un-complexe-de-microorganismes-pour-reduire-fortement>

- Aubert C., Rousset N., Allain E., et al., 2011, *Utilisation d'un complexe de microorganismes pour réduire les émissions d'ammoniac en élevage de poulets*, Neuvièmes Journées de la Recherche Avicole, Tours, pages 116-120.
<https://www.itavi.asso.fr/content/utilisation-dun-complexe-de-microorganismes-pour-reduire-les-emissions-dammoniac-en-elevage>
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Dennerly G., Dezat E., Rousset N., 2012. *Vers une gestion efficace des litières, de l'approvisionnement aux techniques d'élevage avicole (Fiche N°12). Chambre Régionale d'Agriculture des Pays-de-la-Loire et de Bretagne, ITAVI, 48 pages.*
[http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24889/\\$File/Aviculture-Guide-Gestion-efficace-liti%C3%A8res2012.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24889/$File/Aviculture-Guide-Gestion-efficace-liti%C3%A8res2012.pdf?OpenElement)
- Guinebert E., et Pénaud J., 2005, *Intérêt d'un traitement biologique des litières de volailles par apport d'un additif microbien en présence des animaux*, Sixièmes journées de la Recherche Avicole, Saint Malo.
http://www.journees-de-la-recherche-avicole.org/JRA/Contenu/Archives/6_JRA/Environnement/B74-GUINEBERT-CD.pdf
- Rousset, N., Aubert C., Ponchant P., Allain E., Berreaute Y., 2012, *Ensemencement des litières en cours d'élevage de poulets de chair avec des complexes de microorganismes sélectionnés pour réduire les émissions d'ammoniac dans les bâtiments. TeMA n° 23, 6 pages.*
<https://www.itavi.asso.fr/content/ensemencement-des-litieres-en-cours-delevage-de-poulets-de-chair-avec-des-complexes-de>
- Rousset N., Guingand N., Dezat E., Lagadec S., Jegou J.-Y., Dennerly G., Chevalier D., Boulestreau-Boulay A.-L., Dabert P., Berraute Y., Allain E., Maillard P., Adji K., Hassouna M., Robin P., Ponchant P., Aubert C., 2014. *Les litières en élevage : identification, test et évaluation des techniques ou des pratiques consistant à mieux gérer les litières avec moins de matériaux* Innovations Agronomiques 34, pages 403-415.
<https://www6.inra.fr/ciag/content/download/5249/40937/file/Vol34-28-Rousset.pdf>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485*
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : blazy@itavi.asso.fr et fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V14 : Additifs biologiques sur litière. 3 pages.



Existe aussi en



Catégories animales

Toutes les volailles

Impacts

NH₃
Odeurs
Particules
Eau
Energie

Brumisation

Objectifs et principe

Réduire les émissions d'ammoniac, d'odeurs et de poussières en provenance des bâtiments d'élevage.

Le principe est basé sur l'échange air/eau : pour passer de l'état liquide à l'état gazeux, un litre d'eau absorbe 678 kWh à 25°C ; cette énergie est prise à l'air et entraîne une diminution de la température.

Mise en place

La technique de brumisation consiste à injecter de l'eau à haute pression (70 à 100 bars) dans l'air, directement dans la salle d'élevage, par des buses qui fractionnent l'eau en gouttelettes de quelques microns. Le système fonctionne par cycle : la fréquence des injections d'eau est régulée en fonction de la température ambiante ou de l'humidité relative.



Groupe Haute pression multifonctions



Buse inox



Rampes inox sans joint

Source TMB

Cette technique est très utilisée en aviculture pour refroidir les bâtiments d'élevage, car elle permet d'obtenir un refroidissement homogène important dans le bâtiment d'élevage. Elle est cependant plus sensible à la qualité de l'eau et au colmatage des buses. L'efficacité accrue du refroidissement permet d'obtenir un abaissement de température supérieur à 10°C lorsque l'air extérieur est suffisamment sec et les gouttelettes suffisamment (< 10 microns).

L'application doit tenir compte des variations de température acceptées par l'animal notamment selon son stade physiologique.

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Dans les systèmes à lisier et en fin de période d'élevage, il est recommandé de limiter la brumisation pour éviter un relargage d'ammoniac trop important.



Source TUFFIGO : Exemple de brumisation en aviculture

Bénéfices environnementaux

Outre l'amélioration du bien-être des animaux et par conséquent des performances zootechniques en périodes de fortes chaleurs, la brumisation permet de réduire les émissions d'ammoniac (de 22 à 30%), d'odeurs (de 12 à 23%) et de poussières (de 12 à 23%) en provenance des bâtiments d'élevage

Effets croisés

Les consommations d'eau et d'électricité liées au fonctionnement de la brumisation dépendent bien entendu des conditions climatiques.

Un système de brumisation fonctionnant 30 jours par an, 10 heures par jours dans un bâtiment de 1000m², à ventilation dynamique avec puissance électrique de l'installation de brumisation de 3,7 kW et une consommation de 0,33 m³/h consomme 100m³ d'eau et 1100 kWh électriques.

Sur une période 3 ans, une consommation moyenne d'électricité et d'eau de respectivement 264kWh et 17m³ a été mesurée sur une période estivale de 90 jours. Un compresseur de 1.1 kW a été utilisé pour pulvériser de l'eau 18 heures par jour (avec un cycle de durée maximale de 30 secondes).

NB : Un dispositif d'aspersion qui présenterait un rendement de 20 à 30% aurait besoin d'un volume d'eau 3 à 5 fois supérieur (2400 à 3600 litres par heure) à un système de brumisation pour obtenir la même quantité de vapeur d'eau.

L'utilisation de refroidissement par brumisation en période chaude permet de réduire les débits de ventilation en limitant la quantité de chaleur à exporter du bâtiment.

Coûts

L'achat et la pose d'un équipement complet de brumisation nécessitent un investissement compris entre 5.47 et 6.6 € (HT)/m² (environ 5.83 €/m² en moyenne). Le prix d'une installation complète peut lui aller de 7 000 à 18 000 € avec une moyenne à 11 168€ (d'après le Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017). Ces variations de prix s'expliquent en fonction du type de matériel (débit des buses de 9 à 11 L/h), et de la superficie du bâtiment.

Le coût de fonctionnement est variable suivant le nombre de jours d'utilisation et la durée des cycles de brumisation.

Néanmoins, il peut être estimé aux alentours de 0.4 €/m²/an (SOURCE : ITAVI). Ce prix comprend les consommations électriques, une visite annuelle de maintenance, et les produits de



remplacement (filtre, huile pour la pompe, trempage des buses, pièces d'usure de la pompe à changer tous les 3 ans).

Il faudra par ailleurs tenir compte du coût de l'eau si celle-ci ne provient pas d'un forage.

Applicabilité

L'installation des rampes de brumisation est facile à mettre en œuvre et relativement peu coûteuse. Le système doit néanmoins être bien dimensionné et régulièrement entretenu pour éviter toute surconsommation en eau.

Facteurs incitatifs

Le refroidissement des bâtiments en période chaude est nécessaire pour s'assurer du bien-être des animaux. La directive bien-être pour les poulets de chair prévoit que lorsque les températures extérieures à l'ombre sont supérieures à 30°C, la température intérieure ne dépasse pas la température extérieure de plus de 3°C.

La brumisation offre des gains sur la productivité animale via une réduction de la mortalité.

En période de canicule, la mortalité animale due au coup de chaleur entraîne des pertes économiques d'environ 12% dans l'élevage des poulets et 6.5% dans l'élevage de dindes. La technique de brumisation permet de réduire ces pertes d'environ 90% pour les poulets de chair et de 80% pour les dindes (ITAVI, : 2004).

Contrairement à la version de 2003, la brumisation a été reconnue comme la MTD (MTD11b) pour la réduction des émissions de poussière par le BREF Elevage 2017.

Pour en savoir plus

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- ITAVI, 'La prévention coup de chaleur en aviculture', 2004. http://www.pays-de-la-loire.chambresagriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/sta_coup_de_chaleur_04.pdf
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. https://pays-de-la-loire.chambresagriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*

Contacts : blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V15 : Brumisation. 3 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Toutes les volailles

ImpactsEau
NH₃

Techniques pour une utilisation efficace de l'eau – Approche générale

Objectif et principe

Limiter les consommations d'eau de l'élevage pour l'abreuvement des animaux et le nettoyage des bâtiments et du matériel.

La technique consiste à mettre en œuvre une utilisation sensée de l'eau, en réduisant le gaspillage de l'eau pour l'abreuvement des animaux, et le lavage des bâtiments et du matériel, et en évitant les fuites sur le circuit d'alimentation en eau.

Mise en place

La BPE consiste tout d'abord à appliquer les bonnes pratiques agricoles pour la gestion environnementale (cf. fiche PVB11 – Système de management environnemental et bonnes pratiques, pour en savoir plus) :

- La présence de compteurs d'eau par bâtiment permet de vérifier les quantités consommées par les animaux.

Nettoyage des bâtiments et du matériel d'élevage :

Il est nécessaire de trouver un équilibre entre la propreté et l'utilisation de la plus petite quantité d'eau possible. Il est préférable de nettoyer les bâtiments d'élevage et les équipements avec des nettoyeurs à haute/basse pression après chaque cycle de production. Les quantités d'eau utilisées pour le nettoyage d'un bâtiment d'élevage sont très variables et dépendent du matériel utilisé, de la personne qui procède au nettoyage (professionnel ou éleveur) et de l'espèce élevée. Les quantités d'eau consommées sont en moyenne de l'ordre de :

- 5,5 m³/bande pour un élevage de poulets de 1 200 m² sur sol en terre battue (équivalent classiquement à 1 800 m² de surfaces de parois et de toiture lavées),
- 10 m³ pour un élevage de poulets de même surface sur sol bétonné,
- 11 à 13 m³ pour un élevage de dindes de même surface,
- 4 m³/1 000 poules pondeuses en cages, soit 160 m³ pour un élevage standard de 40 000 poules en cages.



Abreuvement des animaux :

La consommation d'eau pour l'abreuvement est, à titre d'exemple, de 120 m³ pour une bande de 25 000 poulets standards, 450 m³ pour une bande de 11 000 dindes en sexes mélangés et 200 mL/jour/poule pondeuse.

Trois grandes catégories de **matériel d'abreuvement** sont disponibles en élevage avicole pour des animaux adultes :

- Les abreuvoirs de type « Plasson » :

Ce sont des abreuvoirs ronds (Photo 1), plus ou moins gros (selon l'âge et l'espèce considérée), en forme de cloche. Ce sont les plus anciens existants sur le marché.

L'eau arrive par gravité par un tuyau souple en haut de la cloche, puis coule le long du cône. Il n'y a pas de débit à régler : un contrepoids à l'intérieur du cône (avec un système de ressort) fait arriver plus ou moins d'eau dans l'abreuvoir selon le réglage.

Le réglage est en général fait pour obtenir une hauteur d'eau de 1 cm dans l'abreuvoir ; l'arrivée d'eau se coupe quand cette hauteur est atteinte. Les animaux peuvent ne pas être alimentés en eau en continu durant la journée (cas des élevages de reproducteurs).

Ces abreuvoirs sont réglables en hauteur (au sol au démarrage, réglés par rapport au dos de l'animal ensuite).

Ce type d'abreuvoirs peut occasionner des gaspillages : l'eau étant toujours disponible, les animaux peuvent jouer avec ou bousculer l'abreuvoir, entraînant des pertes. Ils engendrent également des problèmes de salissures de l'eau de boisson du fait de la quantité importante d'eau stagnante et de la litière qui peut s'y déposer.



Photo 1 : Abreuvoirs de type « Plasson », pour différentes productions

Source : ITAVI

- Les pipettes de type « O'Matic » de Lubing, ou « Spark Nipple » de Roxell... :

Elles apportent une grande évolution technique par rapport aux abreuvoirs en cloche puisque les animaux ne boivent plus la tête vers le bas, mais font couler l'eau directement dans leur bec, en poussant sur une pipette fermée par pression plus ou moins forte (0 à 50 g/cm²). La pipette permet d'avoir de grande quantité d'eau tout en évitant les gaspillages, et d'avoir une eau moins contaminée (Photo 2).

Pour des poussins, la pression nécessaire est de 20 à 60 g/cm² dans la pipette ; elle sera supérieure pour des animaux adultes. En dinde, les pressions dans les pipettes sont plus importantes, de l'ordre de 500g/cm² (« Spark'cup »).

Un réducteur de pression réglable en bout de ligne (Photo 3) permet d'obtenir la pression souhaitée : si on veut une pression de 20 g/cm², pour une colonne d'eau de 1cm de diamètre, la hauteur d'eau dans la colonne sera de 20cm. Pour faciliter les réglages, la hauteur de la bille dans la colonne d'eau doit correspondre à la hauteur de la pipette au sol, mesurée pour un animal ayant le cou tendu et le bec dans le prolongement du cou.

On veillera à augmenter la pression dans les pipettes au fur et à mesure de la croissance des animaux pour éviter les gaspillages. En effet, plus la pression est forte dans la pipette, plus l'animal



aura de mal à pousser la tige pour obtenir l'eau. Cependant, il ne faut pas qu'une pression trop importante empêche les animaux de s'abreuver.

Un système d'ouverture « By-pass » permet de rincer le circuit. Ce système qui shunte le régulateur de pression, amène 2 kg de pression dans les pipettes et empêche les animaux de boire pendant le nettoyage des lignes. L'eau est alors récupérée en bout de ligne et dirigée vers l'extérieur.

Les pipettes sont en général équipées de récupérateurs d'eau pour éviter l'humidification de la litière, voire même d'une gouttière pour les poules pondeuses en cages (Photo 4).

Le débit peut parfois être limitant pour certaines espèces, notamment en période chaude ou en fin de lot.

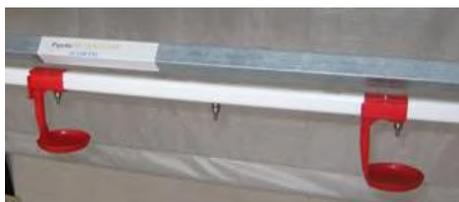


Photo 2 : Ligne de pipettes avec/sans récupérateur, « Superflow »



*Colonne
d'eau à bille*

Photo 3 : Système régulateur de pression



Photo 4 : Système de pipettes avec gouttière de récupération en cage aménagée

Une des dernières innovations est la pipette à godet et balancier de Lubing. Cette pipette spéciale dinde possède un prolongateur qui pivote, la dinde pousse le balancier avec son bec, ce qui actionne la pipette et fait tomber l'eau dans le godet.

La pipette Mixt'Joss de chez Josse fonctionne selon le même principe, et est utilisable en dindes, canards, poulets, poules et pintades.

- Les mini-coupelles de type « Bar'avi » de Aster, « Aqua'Joss » de Josse (Photo 5) ou « Spark'cup » de Roxell en dinde... :

Elles permettent d'avoir beaucoup moins d'eau stagnante au fond de la coupelle que les abreuvoirs de type « Plasson », avec un taux de renouvellement de l'eau plus important. De plus, la forte pression permet un nettoyage du godet, à chaque utilisation par l'animal.

L'animal adulte boit dans la coupelle qui se remplit lorsqu'il appuie sur la soupape située au fond, l'eau s'écoulant de bas en haut et non pas par gravité. Le système des godets montés sur ligne a d'abord été conçu par Chloé Time et Roxell, intermédiaire entre les pipettes et les abreuvoirs (Photo 6), puis sont apparus les godets disposés en bloc (Photo 7), afin d'éviter un effet « barrière »



de la ligne d'eau. Ces systèmes sont polyvalents et peuvent s'adapter à des élevages ayant des abreuvoirs en cloche ou non adaptés aux pipettes.

Au démarrage et pendant les 2-3 premières semaines, une boule permet de remplir les mini-couppelles (arrêt de l'arrivée d'eau quand la boule flotte) car les poussins n'ont pas assez de force pour appuyer sur la soupape.

Des coupelles de taille adaptées sont utilisées en fonction de l'espèce et de l'âge des animaux. Ainsi on utilise des grandes coupelles vers 6-7 semaines pour permettre aux dindes en finition de subvenir à leurs besoins importants en eau.



Photo 5 : Système « Aqua'Joss »



Photo 6 : Système « Spark'cup » de Roxell, 2 types de godets, en ligne



Photo 7 : Système de godets en bloc, avec « collerette » anti-gaspillage amovible

Le **matériel de démarrage** peut être particulier pour les poussins et être changé en cours de lot. On peut trouver :

- des abreuvoirs siphoniques,
- des abreuvoirs sur pieds,
- des satellites de démarrage (mini abreuvoirs),
- des godets, ou coupes, de taille adaptée peuvent être positionnés sur les lignes de pipettes.

Des grilles peuvent être posées sur la litière autour des abreuvoirs afin d'éviter que la litière ne tombe dans l'eau (Photo 8).



Photo 8 : Système « Aqua'Joss » avec grille de démarrage

Les systèmes utilisés peuvent différer selon la production considérée : les poudeuses en cages ainsi que les volailles de chair (poulets) et les poulettes sont généralement abreuvées par pipettes avec récupérateurs (gouttière dans les cages). En volailles de reproduction et poudeuses en système alternatif, on utilise plutôt des abreuvoirs type « Plasson » ou Bar'avi (mais dans d'autres pays, les pipettes peuvent être utilisées).

D'autre part, les **régimes faiblement protéinés** contribuent à la baisse de la consommation d'eau chez les volailles (cf. fiche Utilisation des acides aminés de synthèse, pour en savoir plus).

Bénéfices environnementaux

De grands progrès ont été faits en termes de réduction de gaspillages d'eau dans la plupart des productions, notamment par l'utilisation de matériel d'abreuvement « performant » (pipettes, récupérateurs d'eau...).





On peut classer les systèmes par ordre d'efficacité par rapport aux gaspillages (du moins bon au meilleur) :

- 1) *Les abreuvoirs en cloche* : ils engendrent forcément des gaspillages par débordement à cause de leurs mouvements s'ils sont heurtés par les oiseaux.
- 2) *Les mini-coupelles* : elles permettent une diminution du gaspillage, mais il y a cependant des gaspillages lorsque l'animal relève la tête d'un mouvement brusque avant d'avalier.
- 3) *Les pipettes « vraies »* : l'eau coule directement dans le bec de l'animal, qui est dans la bonne position pour avaler. Elles vont permettre de diminuer la consommation globale en eau par diminution des gaspillages.

Il faut noter que le canard est un peu à part des autres espèces avicoles : on ne connaît pas vraiment bien son ratio réel de consommation eau/aliment. Les systèmes d'abreuvement les plus couramment utilisés en canard sont les abreuvoirs et les mini-coupelles.

Une réduction du taux protéiques de 3 % de l'aliment peut se traduire par une réduction de 8 % de la prise d'eau, soit une réduction d'environ 9,6 m³ d'eau pour une bande de 25 000 poulets.

Effets croisés

La réduction du gaspillage de l'eau par les animaux permet d'avoir une litière plus sèche, ce qui entraîne une réduction des émissions d'ammoniac.

Coûts

Le coût indicatif pour l'investissement dans un matériel de nettoyage à haute pression neuf, se situe entre 1,6 et 3,9 € (HT)/m² (on compte 1 appareil pour un bâtiment de 1 200 m²). Ce coût est évidemment variable en fonction du nombre d'appareils, de la surface du bâtiment, du temps d'utilisation et de la puissance du matériel (sources : BTP mat, SARL Dimaco, technicontact, SARL Masson et fils).

Pour les équipements d'abreuvement des animaux, il faut compter pour l'achat d'un matériel neuf (pose comprise), un investissement de :

- 1 à 10 €/m² de bâtiment pour des abreuvoirs de type « Plasson » (5,5 €/m² en moyenne, prix variable selon la taille des abreuvoirs),
- 2,4 à 2,9 €/m² de bâtiment pour des lignes de pipettes sans récupérateurs (2,6 €/m² en moyenne),
- 4,2 à 8 €/m² de bâtiment pour des lignes de pipettes avec récupérateurs (6,1 €/m² en moyenne),
- 7 à 8,6 €/m² pour des godets en ligne (7,8 €/m² en moyenne).

Ces prix sont estimés pour un bâtiment de 1 500 m² (15 m x 100 m), avec des lignes d'eau de 78 m, source : ITAVI).

Une liste de prix, de différents équipements d'abreuvement, est également consultable dans le référentiel 2017 prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (Chambre d'agriculture Pays de la Loire).

Applicabilité

L'utilisation des **nettoyeurs à haute pression** est généralisée et permet de réduire l'utilisation d'eau.

Les **abreuvoirs** récupérateurs d'eau sont aujourd'hui systématiquement utilisés dans les bâtiments volailles.

En effet, les premiers systèmes d'abreuvement en élevage avicole étaient des abreuvoirs droits métalliques qui étaient salissants et de réglage difficile, et avaient pour défaut d'apporter une eau de qualité faible et d'occasionner des gaspillages.

Les abreuvoirs en cloche de type « Plasson » ont ensuite fait leur apparition, et ont été majoritairement utilisés, surtout en élevage de dindes, jusqu'en 1994.

La pipette pour les volailles de chair est apparue aux États-Unis dans les années 80 après avoir longtemps été utilisée uniquement en poules en cages, mais ne s'est développée en France que depuis 1987. Au départ, ce matériel n'était prévu que pour les poulets, puis a été adapté à toutes les volailles de chair (adaptation du débit et création de produits spécialisés).

Au début des années 90, le nouveau système de godets en ligne puis en blocs apparaît.

Il y a eu peu d'évolution du matériel d'abreuvement depuis 10 ans, à part peut-être pour les volailles de chair. En effet, en France, les éleveurs sont de plus en plus intégrés. La demande de leur intégrateur les a poussés à élever poulets et dindes dans les mêmes bâtiments, d'où la nécessité de créer du matériel polyvalent, qui peut être utilisé par les deux espèces.

Un grand choix de matériel est donc disponible pour les éleveurs, qui peuvent ainsi choisir le matériel le mieux adapté à son élevage et à ce qu'il demande : technicité, gain de temps, état de la litière, ambiance, prix...

Facteurs incitatifs

Certains équipements améliorent la qualité de l'eau de boisson puisqu'ils évitent la stagnation, ce qui participe également à améliorer les conditions sanitaires des animaux d'où une réduction des coûts de traitement.

De plus, la diminution des gaspillages et l'amélioration sanitaire des animaux favorisent la tenue des litières, d'où moins d'émissions d'ammoniac, une économie sur le coût des litières, et une amélioration de l'ambiance du bâtiment. Les performances zootechniques des animaux peuvent s'en trouver améliorées.

Les bonnes pratiques agricoles et l'utilisation de nettoyeurs haute pression sont considérées comme des **MTD** par le BREF Élevages de 2003.

Les bonnes pratiques agricoles et l'utilisation de nettoyeurs haute pression sont considérées comme des MTD dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 2d – Contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements tels que les systèmes de distribution d'eau et d'aliments et MTD 5c – Utiliser des dispositifs de nettoyage à haute pression pour le nettoyage des équipements, Santonia et al., 2017 et Décision d'exécution (UE) 2017/302).

État des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont couramment mises en œuvre dans les élevages français.

Pour en savoir plus

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *Le Douarin P., 2003. Dossier : Choix du matériel : abreuver en quantité et en qualité. Réussir Aviculture, n°83.*
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. [https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays de la Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf](https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf)*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*



Contacts : bouvarel@itavi.asso.fr ; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V17 : Techniques pour une utilisation efficace de l'eau – approche générale. 7 pages.





Techniques pour une utilisation efficace de l'énergie – Approche générale

Objectif et principe

Réduire les consommations d'énergie de l'élevage par poste :

- 1) le gaz propane pour le chauffage,
- 2) l'électricité pour la ventilation, l'éclairage...,
- 3) le fuel.

Avant même d'envisager des solutions coûteuses en acquisition de matériel neuf, énergétiquement plus économe, de bonnes pratiques peuvent facilement être mises en place par l'éleveur.

Ces opportunités passent également par une meilleure utilisation de la capacité de logement disponible, une optimisation de la densité des animaux, une baisse de la température dans la mesure du possible.

Mise en place

La BPE consiste tout d'abord à appliquer les bonnes pratiques agricoles pour la gestion environnementale (cf. fiche PVB11 – Système de management environnementale et bonnes pratiques, pour en savoir plus), à commencer par la conception du logement des animaux et le choix des équipements.

Entretien du matériel :

D'une manière générale, l'entretien du matériel permet d'optimiser les consommations, notamment celles des systèmes de ventilation (gaine et ventilateurs) et de chauffage qui évoluent dans une ambiance agressive et un empoussièrément élevé. Les capteurs de contrôle doivent être régulièrement vérifiés et nettoyés de manière à détecter correctement la température au niveau des animaux. Pour les élevages de volailles équipés de radiants gaz, l'entretien régulier (à chaque lot) et le changement des pièces d'usure (tous les 5 à 6 ans) permettront, par une meilleure combustion, des économies de propane.

Couple Chauffage-Ventilation :

(cf. fiche V19 - Utilisation économe de gaz propane pour le chauffage des bâtiments et cf. fiche V20 - Utilisation économe de l'électricité pour la ventilation des bâtiments, pour en savoir plus)



Le technicien d'élevage et l'éleveur doivent veiller aux réglages des consignes de ventilation et de chauffage afin d'avoir une bonne coordination du couple chauffage-ventilation.

En effet, ce dernier constitue le point essentiel de la gestion de l'ambiance du bâtiment et donc des performances techniques. Il s'agit de déterminer le meilleur compromis, chaque réglage ayant une action antagoniste sur l'autre.

Les systèmes de régulation combinant chauffage et ventilation (boîtiers de contrôle) s'adaptent de manière optimale aux besoins des animaux : des réductions de consommation significatives sont souvent observées. Ces boîtiers enclenchent les groupes de ventilateurs adaptés et règlent les entrées d'air en fonction des contraintes qui leur sont imposées (températures intérieures et extérieures, âge des animaux, etc.).

Les risques de mauvaise gestion du couple chauffage-ventilation peuvent être limités en utilisant la même sonde de température.

Il est essentiel de fournir un bon contrôle de la température par un positionnement adéquat des sondes thermiques au niveau des animaux et de contrôler périodiquement leur étalonnage.

Dans la mesure du possible, on veillera à appliquer une température minimum correspondant à la zone de confort thermique des animaux.

Les pertes de chaleur dues à la ventilation des bâtiments et donc la surconsommation de chauffage peuvent être minimisées :

- en optimisant le renouvellement et les circuits d'air pour atteindre des débits de ventilation minimum en hiver,
- en équipant les ventilateurs fonctionnant par intermittence de volets anti-refoulement,
- en plaçant de préférence les circuits d'air en bas des murs, la chaleur ayant tendance à monter.

NB : si le chauffage est nécessaire pour maintenir la teneur en humidité de la litière, toutes les sources d'humidité inutiles doivent être corrigées, par exemple le déversement des abreuvoirs (cf. fiche Techniques pour une utilisation efficace de l'eau – approche générale, pour en savoir plus).

Isolation des bâtiments :

(cf. fiche V21 - Isolation et étanchéité des bâtiments, pour en savoir plus)

Il est important de séparer et isoler les espaces chauffés des autres espaces, et dans la mesure du possible, limiter leur taille.

Les consommations d'énergie peuvent également être réduites en augmentant le niveau d'isolation. Toutefois, agir sur l'isolation suppose des investissements onéreux. Il est donc nécessaire de bien concevoir l'isolation du bâtiment lors de sa construction.

Le maintien d'une ventilation minimum requiert également des bâtiments bien hermétiques.

Système d'éclairage :

(cf. fiche V22 - Utilisation économe de l'électricité pour l'éclairage des bâtiments, pour en savoir plus) :

L'installation de systèmes d'éclairage économes en énergie (lampes fluorescentes ou lampes basses consommations au lieu de lampes à incandescence) peut permettre de réaliser des économies intéressantes sur les consommations énergétique. Attention dans le choix des sources lumineuses, toutes ne sont pas graduables ou ne permettent pas une diminution suffisante de l'intensité lumineuse. La mise en place de programmes lumineux peut également permettre de réduire les consommations.





Outils de gestion des consommations

L'installation de compteurs électriques et de gaz peut s'avérer très intéressante pour la gestion des consommations d'énergie. Ces appareils permettent de mieux connaître les consommations propres à l'atelier, de les positionner par rapport à d'autres élevages, et ainsi de déterminer les leviers d'actions les plus appropriés pour réduire les dépenses énergétiques.

Bénéfices environnementaux

Les gains espérés d'une bonne utilisation d'outils optimisés (bâtiments et matériels) peuvent permettre de diviser les consommations d'énergie par 1,5 à 2 pour les élevages peu performants sur ce critère (cf. fiche V19 - Utilisation économe de gaz propane pour le chauffage des bâtiments, cf. fiche V20 - Utilisation économe de l'électricité pour la ventilation des bâtiments, cf. fiche V21 - Isolation et étanchéité des bâtiments, cf. fiche V22 - Utilisation économe de l'électricité pour l'éclairage des bâtiments, cf. V23 - fiche Échangeur de chaleur et autres techniques de récupération de chaleur, pour en savoir plus)

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB :

- 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂,
- 1 L de fuel consommé correspond à 3,07 kg équ. CO₂,
- Et 1 t de propane consommé correspond à 3 543 kg équ. CO₂.

Coûts

Il faut compter entre 0,4 et 0,8 € (HT)/m² pour l'installation d'un compteur électrique (matériel et pose). Pour un compteur à gaz le coût de l'installation est compris entre 0,5 et 0,6 € (HT)/m². Ces prix sont estimés pour équiper un bâtiment de 1 200 m² et sont variables selon le type de compteur installé et le mode de relèvement (source : ITAVI).

Pour l'installation d'un dispositif de régulation des conditions d'ambiance (pose d'un boîtier, sondes et dépressiomètre), il faut envisager un investissement compris entre 3 et 4,2 € (HT)/m² de bâtiment (3,6 €/m² en moyenne). Ce prix est également évalué pour un bâtiment de 1 200 m², et est variable suivant le type de boîtier, le nombre de sondes et les options choisies (source : ITAVI).

(cf. fiche V19 - Utilisation économe de gaz propane pour le chauffage des bâtiments, cf. fiche V20 - Utilisation économe de l'électricité pour la ventilation des bâtiments, cf. fiche V21 - Isolation et étanchéité des bâtiments, cf. fiche V22 - Utilisation économe de l'électricité pour l'éclairage des bâtiments, cf. V23 - fiche Échangeur de chaleur et autres techniques de récupération de chaleur, pour en savoir plus)

Applicabilité

Il n'y a pas de réserve particulière quant à l'application de ces techniques, à part le coût financier pour certaines d'entre elles.

Facteurs incitatifs

Ces techniques permettent une amélioration de la rentabilité des élevages par une baisse des charges.

Afin d'assurer une utilisation rationnelle de l'énergie, de nombreuses techniques présentées ici sont reconnues comme MTD dans le BREF Élevages version 2017 (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) :

- MTD 8a ; Systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation à haute efficacité,

- MTD 8b : optimisation des systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation de même que leur gestion, en particulier en cas d'utilisation de systèmes d'épuration d'air,
- MTD 8c : Isolation des murs, sols et /ou plafonds des bâtiments d'hébergement.
- MTD 8d : Utilisation d'un éclairage basse consommation,

Elles sont complétées par la MTD 2d qui s'inscrit dans un cadre plus général : contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements. Ces entretiens réguliers évitent les surconsommations d'énergie.

Pour en savoir plus

- *Chambres d'Agriculture du Grand-Ouest, 2006. Résultats de l'enquête avicole 2005-2006 (réalisée auprès des aviculteurs du grand Ouest).*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *ITAVI, AFSSA, Chambres d'Agriculture de Bretagne, GDS Avicole de Bretagne, 1999. La rénovation des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.*
- *ITAVI, Avipôle Formation, 2005. Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles pour reproducteurs de type Gallus et volailles de chair.*
- *ITAVI, Chambre d'Agriculture de Bretagne, Chambre d'Agriculture de Pays de la Loire, ADEME, 2008. Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles – Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes. Brochure de diffusion des résultats de l'étude de l'ADEME « Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les bâtiments d'élevage en 2006 », 28 p.*
- *ITAVI, CNEVA, 1994. Quelques recommandations pour la conception, la construction et l'installation d'un bâtiment d'élevage avicole neuf.*
- *ITAVI, 1997. La maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.*
- *ITAVI, 1998. La gestion technique des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles Hors série.*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*

Contacts : bouvarel@itavi.asso.fr ; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V18 : Techniques pour une utilisation efficace de l'énergie – approche générale. 4 pages.



Utilisation économe du gaz propane pour le chauffage des bâtiments

Objectif et principe

Réduire les consommations de gaz propane liées au poste chauffage dans les bâtiments d'élevage avicole.

La technique consiste à mettre en place un système de chauffage économe en énergie en veillant à :

- 1) adapter la puissance des appareils aux besoins des animaux,
- 2) bien choisir les emplacements des appareils de chauffage et des sondes de températures,
- 3) entretenir et nettoyer les appareils de chauffage,
- 4) utiliser des équipements plus efficaces et moins consommateurs.

Mise en place

En production de volailles de chair, le chauffage représente en moyenne 80 % des consommations d'énergie directes de l'atelier. Pour le poulet de chair, ce poste représente environ 2 % du coût de production et près de 30 % de la marge Poussin-Aliment.

Les bâtiments d'élevage sont essentiellement chauffés avec des appareils utilisant du gaz propane. Les consommations sont importantes pour deux raisons :

- des températures ambiantes élevées sont requises pour les oiseaux à leur arrivée dans l'élevage à 1 jour d'âge (32°C pour les poussins et 34°C pour les dindonneaux),
- des bâtiments de surface importante et de très gros volumes d'air.

Le fait d'élever des animaux dans un même local d'un poids de 38 g jusqu'à 2 kg est coûteux sur le plan énergétique. Le bâtiment va passer d'une phase avec de forts besoins de chaleur (phase endothermique) à une phase avec de grosses exportations de chaleur (phase exothermique).

Le développement de l'énergie gaz en aviculture est lié à sa facilité d'utilisation, à la simplicité des organes de chauffage (coût, entretien, rendement intéressant au travers de la combustion directe dans le poulailler) et aussi à l'historique de l'aviculture. Compte tenu du coût des différentes énergies et des avancées techniques des matériels, l'utilisation du gaz n'a jamais été remise en cause. Ceci n'est pas un atout pour le développement de nouvelles sources d'énergie, telle la valorisation de la biomasse, car les poulaillers ne sont pas actuellement équipés de réseaux d'eau chaude (aérotherme eau/air, planchers chauffants, thermosiphon).

Néanmoins, quelques mesures simples peuvent être intégrées à la conduite quotidienne de l'élevage pour réduire la quantité d'énergie nécessaire au chauffage :





Une réduction considérable de la consommation d'énergie pour le chauffage peut être atteinte en faisant attention aux points suivants :

- la consommation de combustible peut être réduite en séparant les espaces chauffés des autres espaces et en limitant leur taille ;
- dans l'espace chauffé, l'utilisation de combustible peut être réduite par un réglage correct de l'équipement et par une distribution homogène de l'air chaud dans le logement, c'est-à-dire par une distribution spatiale adéquate de l'équipement de chauffage. Une distribution homogène peut aussi empêcher qu'un capteur situé dans un endroit froid du logement n'active inutilement l'installation de chauffage ou qu'un capteur situé dans un endroit trop chaud (rayonnement solaire, proximité d'un appareil de chauffage) augmente les débits de ventilation ;
- les capteurs de contrôle doivent être régulièrement vérifiés et nettoyés de manière à détecter correctement la température au niveau des animaux ; les sondes doivent être placées proches de l'aire de vie des animaux, à environ 1 m de hauteur ;
- dans un bâtiment bien isolé et étanche, les générateurs d'air chaud sont plus efficaces que les radiants gaz. Si le radiant gaz est utilisé, il est préférable de choisir des radiants gaz de dernière génération aux radiants gaz non progressifs ;
- pour les élevages de volailles équipés de radiants gaz, l'entretien régulier (à chaque lot) et le changement des pièces d'usure (tous les 5 à 6 ans) permettront une meilleure combustion et des économies de propane ;
- pour les élevages équipés de radiants gaz, l'adaptation du nombre de radiants aux besoins de chaleur est une source de réduction de la consommation d'énergie ; Au jeune âge, les animaux ont des besoins en température relativement importants de l'ordre de 32°C en ambiance et produisent eux-mêmes peu de chaleur. Pour répondre à ces exigences, il est nécessaire d'installer des radiants en puissance et nombre suffisants. Au fur et à mesure de la croissance des animaux, ces besoins diminuent et leur production de chaleur augmente, dès lors, l'obtention des consignes doit être obtenue en réduisant le chauffage. Beaucoup d'éleveurs réduisent alors la puissance de chacun des appareils, plutôt que de couper un appareil sur trois, puis un appareil sur deux, ... Cette pratique est une erreur en termes d'économie d'énergie puisqu'un appareil au ralenti ne consomme pas proportionnellement moins qu'un appareil à pleine puissance ;
- il est possible de rabattre l'air chaud qui a tendance à s'accumuler en partie haute du bâtiment et de le faire circuler vers le niveau du sol et d'optimiser les circuits d'air. En bâtiments à ventilation mécanique il est possible de réchauffer l'air entrant en lui faisant longer la sous-toiture à l'intérieur de la salle d'élevage pour le réchauffer. Ceci permet de récupérer la chaleur et d'homogénéiser l'ambiance. En bâtiments à ventilation naturelle, cette homogénéisation peut être obtenue à l'aide de brasseurs d'air qui permettront de rabattre l'air chaud depuis le faîtage du bâtiment vers la zone de vie des animaux en prenant soin de ne pas générer de vitesses d'air excessives. Ces dernières peuvent en effet avoir un impact négatif sur le confort thermique des volailles et être à l'origine de problèmes sanitaires, voire de mortalités ;
- l'utilisation de récupérateurs de chaleur (échangeurs air/air) dans les bâtiments chauffés est une solution intéressante pour minimiser les consommations d'énergie pour le chauffage des bâtiments (cf. fiche V23 – Échangeurs de chaleur et autres techniques de récupération de chaleur) ;
- la minimisation des débits de ventilation, tout comme les besoins climatiques internes permettent, en outre, de réduire les pertes de chaleur ;
- on recherchera des circuits d'air adaptés et cohérents avec les économies d'énergie ;
- dans le cas d'une implantation avec des nappes d'eau souterraine très peu profondes, l'utilisation d'une isolation supplémentaire sur du sol, c'est-à-dire par-dessus l'isolation

spécifique intégrée dans la construction du sol, réduira les pertes de chaleur et par conséquent l'utilisation de combustible. Cette isolation du sol peut être constituée de matériaux aérés (sables grossiers, ...) ;

- les fissures et autres ouvertures dans la construction du logement doivent être réparées.

Bénéfices environnementaux

L'utilisation de radiants à gaz de dernière génération ou de générateurs d'air chaud permet d'économiser 20 à 40 % de la consommation de gaz d'appareils plus anciens, soit 1,4 à 3,1 kg de gaz/m²/an.

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 t de propane consommé correspond à 3 543 kg équ. CO₂.

Coûts

Le coût indicatif pour l'investissement d'appareils de chauffage plus récents et plus économes en gaz est de :

- 4 à 9,2 € (HT)/m² (6,6 €/m² en moyenne) pour des radiants à gaz progressifs,
- 3,7 à 11 € (HT)/m² (7,3 €/m² en moyenne) pour des aérothermes à gaz.

Dans le cas de l'installation d'un circuit de chauffage par eau chaude, le prix indicatif pour des aérothermes à eau chaude est compris entre 5,8 et 6,7 € (HT)/m² (6,3 €/m² en moyenne).

Ces prix sont évalués pour un bâtiment de 1 200 m² et varient selon le type et le nombre d'appareils installés ainsi que les options choisies (source : ITAVI).

L'économie réalisée sur les consommations de gaz est comprise entre 0,9 et 1,9 €/m²/an (pour un bâtiment de 1 200 m²), on peut donc estimer un retour sur investissement entre 2,1 et 10,5 ans pour les radiants à gaz, et entre 1,9 et 12,6 ans pour les aérothermes à gaz.

Applicabilité

Il n'y a pas de réserve particulière quant à l'application de ces techniques, à part le coût financier pour l'achat d'appareils de chauffage de dernière génération.

Facteurs incitatifs

Ces techniques permettent une amélioration de la rentabilité des élevages par une baisse des charges.

En outre, elles sont considérées comme des MTD dans le BREF Élevages version 2017 - MTD 8 – Utilisation rationnelle de l'énergie - Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) avec :

- MTD 8a : Mise en place de systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation à haute efficacité
- MTD 8b : Optimisation des systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation de même que leur gestion, en particulier en cas d'utilisation de systèmes d'épuration d'air, MTD 8c : Isolation des murs, sols et /ou plafonds des bâtiments d'hébergement.

Elles sont complétées par la MTD 2d qui s'inscrit dans un cadre plus général : contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements tels que les systèmes de ventilation et les sondes de température.



Pour en savoir plus

- *Chambres d'Agriculture du Grand Ouest, 2006. Résultats de l'enquête avicole 2005-2006 (réalisée auprès des aviculteurs du grand Ouest).*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *ITAVI, Avipôle Formation, 2005. Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles pour reproducteurs de type Gallus et volailles de chair.*
- *ITAVI, Chambre d'Agriculture de Bretagne, Chambre d'Agriculture de Pays de la Loire, ADEME, 2008. Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles – Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes. Brochure de diffusion des résultats de l'étude de l'ADEME « Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les bâtiments d'élevage en 2006 », 28 p.*
- *ITAVI, 1997. La maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.*
- *ITAVI, 1998. La gestion technique des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles Hors série.*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*

Contacts : laVal@itavi.asso.fr; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V19 : Utilisation économe du gaz propane pour le chauffage des bâtiments. 4 pages.





Utilisation économe de l'électricité pour la ventilation des bâtiments

Objectif et principe

Réduire les consommations d'électricité de l'élevage dues au fonctionnement de la ventilation mécanique.

La technique consiste à mettre en place un système de ventilation économe en énergie en veillant à :

- adapter le dimensionnement du système aux besoins des animaux,
- entretenir et nettoyer les gaines et ventilateurs, et les accessoires de contrôle,
- utiliser des équipements plus efficaces et moins consommateurs.

Mise en place

En production de volailles de chair, les consommations d'électricité représentent en moyenne environ 15 % des consommations d'énergie directes de l'atelier.

Environ 40 à 45 % des bâtiments fermés de volailles de chair (production standard et certifiée) sont équipés de ventilation mécanique qui constitue le 1^{er} poste de dépenses électriques.

Néanmoins, quelques mesures simples peuvent être intégrées à la conduite quotidienne de l'élevage pour réduire la quantité d'énergie nécessaire à la ventilation :

- les capacités réelles de ventilation à installer sur un bâtiment de production de volailles de chair sont actuellement estimées à 5 m³/h/kg de poids vif ;
- un nettoyage régulier des ventilateurs permet d'éviter la surconsommation liée aux poussières qui s'y déposent ;
- l'utilisation de groupes de ventilateurs à vitesse fixe ayant une bonne organisation spatiale plutôt que des ventilateurs à vitesse variable, permet d'optimiser la consommation énergétique. Ce type d'équipement associé à un boîtier de régulation adapté, permet d'obtenir des débits et vitesses d'air adaptés à l'âge, à l'espèce, au chargement et aux conditions climatiques ;
- l'utilisation efficace des ventilateurs (fonctionnement d'un ventilateur à pleine capacité) est plus économique que de faire fonctionner deux ventilateurs à la moitié de leur capacité ;
- pour les bâtiments neufs ou dont la ventilation doit être rénovée, l'installation de ventilateurs de dernière génération à faible consommation d'énergie par m³ d'air est préférable à un matériel plus ancien.

NB : Pour limiter le risque d'intoxication au monoxyde de carbone, une ventilation minimum (de l'ordre de 0,8 m³/h/m²) sera cependant assurée, même en dehors de la présence d'animaux, dès

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



la mise en service d'une installation de chauffage utilisant une combustion directe dans la salle d'élevage.

Bénéfices environnementaux

La mise en place de ces pratiques permet de réduire les consommations électriques.

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g éq CO₂.

Coûts

Le prix des ventilateurs à vitesse fixe varie entre 250 et 580 €/HT. Il varie selon le débit et le modèle de ventilateur (châssis ou cheminée) (source : ITAVI).

Une installation complète de 4 ventilateurs avec un boîtier de régulation peut aller de 7 200 à 17 000 €, avec un prix moyen de 11 375 € (source : référentiel 2017 prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (Chambre d'agriculture Pays de la Loire).

Applicabilité

Les techniques de ventilation mécanique sont utilisées en France depuis déjà de nombreuses années.

Il n'y a pas de réserve particulière quant à l'application des pratiques visant à réduire la consommation d'énergie du poste ventilation, à part le coût financier pour l'achat de ventilateurs de dernière génération.

Facteurs incitatifs

Ces techniques permettent une amélioration de la rentabilité des élevages par une baisse des charges et améliorent l'efficacité des dispositifs de ventilation.

L'optimisation de la conception des systèmes de ventilation, et l'entretien des gaines de ventilation sont considérées comme des **MTD** dans le BREF Élevages version 2017 (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) :

- MTD 8b - Optimisation des systèmes de chauffage/refroidissement et de ventilation
- MTD 2d - Contrôle, réparation et entretien réguliers des structures et des équipements tels que les systèmes de ventilation et les sondes de température.

Pour en savoir plus

- *Chambres d'Agriculture du Grand Ouest, 2006. Résultats de l'enquête avicole 2005-2006 (réalisée auprès des aviculteurs du grand Ouest).*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *ITAVI, Avipôle Formation, 2005. Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles pour reproducteurs de type Gallus et volailles de chair.*
- *ITAVI, Chambre d'Agriculture de Bretagne, Chambre d'Agriculture de Pays de la Loire, ADEME, 2008. Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles – Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes. Brochure de diffusion des résultats*
RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



de l'étude de l'ADEME « Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les bâtiments d'élevage en 2006 », 28 p.

- ITAVI, 1997. *La maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.*
- ITAVI, 1998. *La gestion technique des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles Hors série.*
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485*
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017.*
https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf

Contacts : bouvarel@itavi.asso.fr; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V20 : Utilisation économe de l'électricité pour la ventilation des bâtiments.* 3 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Toutes les volailles

ImpactsÉnergie
GES

Isolation et étanchéité des bâtiments

Objectif et principe

Réduire les consommations d'énergie du poste chauffage dans les bâtiments d'élevage.

La technique consiste à agir sur l'isolation et l'étanchéité du bâtiment afin d'éviter les pertes thermiques par les parois, le sol et la toiture :

- l'isolation des bâtiments doit permettre de s'affranchir des conditions climatiques extérieures en rendant les conditions intérieures du bâtiment les plus indépendantes possible ;
- l'étanchéité a pour objectif d'empêcher toute entrée d'air parasite qui entraînerait une baisse de confort thermique pour les animaux et par conséquent une surconsommation de chauffage (perte de rendement des équipements).

Mise en place

Une bonne isolation doit permettre un conditionnement du bâtiment plus fiable et plus sûr, c'est à dire limiter le refroidissement de l'ambiance du poulailler en hiver, par température basse et vents importants ; et éviter au maximum les entrées de chaleur au travers des parois, par temps chaud et fort rayonnement. Par ailleurs, l'isolation doit permettre de diminuer les écarts de température existants entre le sol et la litière afin d'éviter au maximum les phénomènes de condensation. En effet, l'eau est un facteur majeur de détérioration des isolants car elle prend la place de l'air qui est le principal composant de la qualité thermique des produits.

Une attention particulière doit donc être portée à l'isolation de toutes les parois, lors de la conception du bâtiment. Deux coefficients sont utilisés généralement pour définir cette isolation :

- **le coefficient de conductivité thermique (λ)** : quantité de chaleur qui se propage en une seconde, à travers un matériau d'une surface d'un mètre-carré, d'un mètre d'épaisseur pour une différence de température de un degré Celsius entre ses deux faces. Ce coefficient est exprimé en W/m/K. Plus il est faible et plus le matériau est isolant. Les coefficients de conductivité thermique des matériaux varient énormément en fonction de la nature de ceux-ci. (Valeurs par défaut extraites de l'annexe B1 de l'AGW du 15 mai 2014) :
 - o Bois sec résineux : 0,12 W/m/K
 - o Polyuréthane : 0,028 W/M/K
 - o Béton lourds sec non armé ; 1,30 W/M/K
- **le coefficient de transmission thermique global (U)** : flux de chaleur se propageant en une seconde à travers une paroi de nature et d'épaisseur connues d'une surface d'un mètre-carré pour une différence de température de un degré Celsius entre ses deux faces. Ce coefficient est exprimé en W/m²/K. plus la paroi est isolante et plus ce coefficient est faible.

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Les matériaux utilisés pour l'isolation sont généralement les fibres minérales, les polystyrènes expansés ou extrudés, les mousses polyuréthanes. Les principales qualités d'un isolant doivent être :

- une excellente résistance aux transferts calorifiques (coefficient λ),
- une résistance à la chaleur et au feu,
- une faible sensibilité et un bon comportement à l'humidité,
- une résistance aux insectes et aux rongeurs,
- une résistance aux pressions utilisées pour le nettoyage,
- une absence de tassement avec le temps,
- une facilité de pose,
- un bon rapport qualité prix au m^2 en place.

Les coefficients d'isolation thermique globaux recommandés pour les différentes parois sont :

- $U=0,60 \text{ W/m}^2.K$ pour les soubassements et les parois verticales :

Pour les soubassements, cette valeur pour le coefficient U peut être obtenue avec l'utilisation de longrines en béton isolées avec 60 mm de polystyrène expansé de classe III. Pour que l'intérieur du bâtiment soit isolé en continu, les portiques métalliques et les dés sont placés en retrait afin d'éviter les ponts thermiques. Les joints en ciment isolant assurent l'étanchéité des soubassements. Une attention particulière sera par ailleurs portée à la liaison entre les soubassements et le sol.

L'isolation des parois verticales peut être réalisée avec des panneaux sandwichs comprenant 2 plaques en fibrociment de 3 mm et 60 mm de polystyrène expansé de classe III. Le coefficient thermique est alors de $0,58 \text{ W/m}^2.K$.

- $U = 0,35 \text{ à } 0,40 \text{ W/m}^2.K$ pour la toiture :

Cette valeur pour le coefficient U peut être obtenue avec 50 à 60 mm de mousse polyuréthane (U compris entre 0,41 et 0,34 $\text{W/m}^2.K$), ou 120 à 140 mm de fibres minérales (U compris entre 0,32 et 0,29 $\text{W/m}^2.K$), ou encore 40 mm de mousse polyuréthane et 100 mm de fibres minérales sans pare vapeur ($U = 0,23 \text{ W/m}^2.K$).

NB : Le choix d'un isolant doit également tenir compte des risques présentés par les matériaux en tant que charges calorifiques et éléments contribuant à la propagation des incendies.

La qualité isolante d'un sol est liée principalement à la présence d'un matériau alvéolé qui emprisonne l'air sec, en association avec une bonne gestion des eaux pluviales (drainage et collecteurs...) qui permet d'évacuer l'excédent d'humidité et d'éviter les infiltrations d'eau (Figure 1).

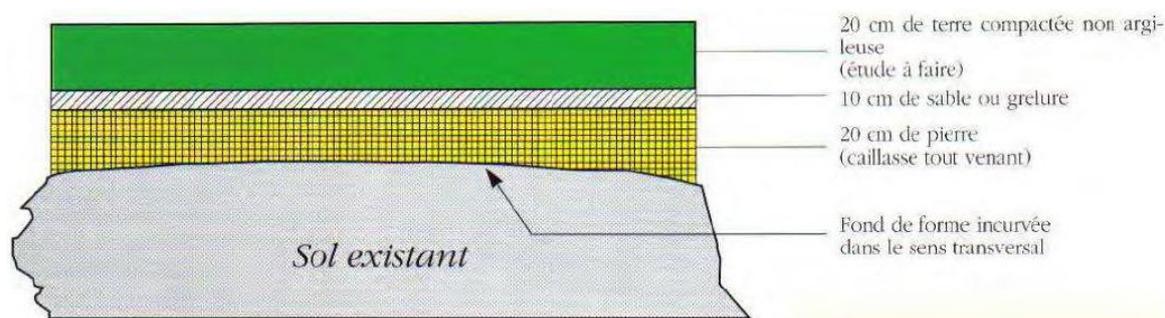


Figure 1 : Exemple de sol « performant » (sous réserve d'un bon drainage de l'ensemble)

Source : CNEVA/ITAVI, 1994

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage

Le placement d'une isolation supplémentaire sur le sol, c'est-à-dire par-dessus l'isolation spécifique intégrée dans la construction du sol, peut réduire les pertes de chaleur et par conséquent l'utilisation de combustible (particulièrement avec des niveaux d'eaux souterraines élevés).

Lors de la pose de l'isolant, il faut à tout prix éviter les ponts thermiques (Figure 2) qui sont susceptibles de favoriser :

- le refroidissement de l'ambiance,
- les points de condensation avec possibilité de retombées de gouttelettes d'eau sur les animaux et les litières.

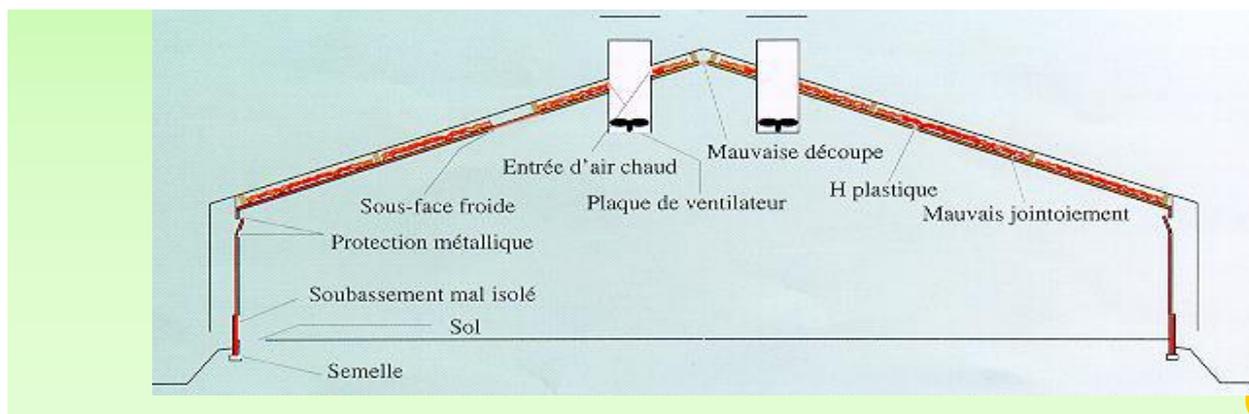


Figure 2 : Principaux points à surveiller pour l'isolation des bâtiments

Source : CNEVA/ITAVI, 1994

Par ailleurs, on veillera à éviter les entrées d'air parasites qui modifient le confort thermique des animaux. Les fissures et autres ouvertures dans la construction du logement (Figure 3) doivent donc être réparées. Les bouches d'évacuations des eaux de lavage doivent également être rendues étanches.

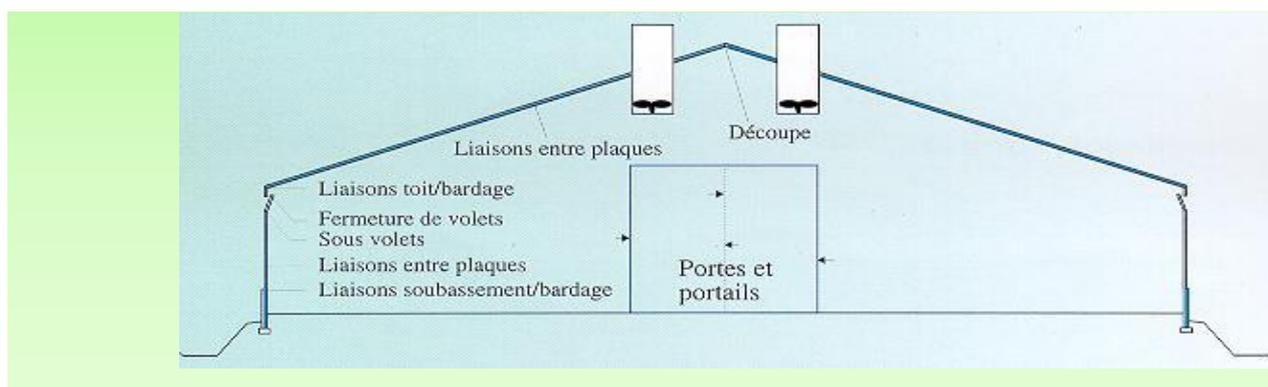


Figure 3 : Principaux points à surveiller pour l'étanchéité des bâtiments

Source : CNEVA/ITAVI, 1994

Bénéfices environnementaux

L'isolation et l'étanchéité des bâtiments nécessitent une approche d'ensemble. Certains éléments généreront une économie moindre : l'isolation des soubassements, par exemple, a peu d'influence sur la réduction des consommations d'énergie, mais a un impact plus important sur le confort des animaux.

On peut considérer qu'une bonne isolation et étanchéité du bâtiment permettent d'économiser 30 à 50 % sur la consommation de gaz du poste chauffage par rapport à un bâtiment dont l'isolation est moyenne. La réduction de consommation d'énergie pourra donc être comprise entre 2 et 4 kg de gaz propane/m²/an.

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 t de propane consommé correspond à 3 543 kg équ. CO₂.

Coûts

La rénovation de l'isolation nécessite des investissements importants, à étudier au cas par cas en fonction de l'état et de l'âge du bâtiment. Néanmoins, on peut fournir un certain nombre de coûts indicatifs pour la rénovation de l'isolation et de l'étanchéité d'un bâtiment de 1 200 m² standard :

- 10 à 25 € (HT)/m² de bâtiment pour la toiture,
- 1 à 2 € (HT)/m² de bâtiment pour les soubassements,
- 15 à 19 € (HT)/m² de bâtiment pour un long pan,
- 3 à 11 € (HT)/m² de bâtiment pour un pignon,
- 1 à 3 € (HT)/m² de bâtiment pour les portails,
- 1 à 2 € (HT)/m² de bâtiment pour les portes.

Ces coûts sont variables selon le type de matériaux utilisés, la technique de pose, les dimensions du bâtiment, le nombre de portails, de portes, de trappes... (Source : ITAVI – Avipôle Formation).

Pour des bâtiments de type « Louisiane » (bâtiment clair à rideaux), on veillera particulièrement à l'isolation des rideaux, surtout en phase de démarrage où les besoins en chauffage sont élevés. Il faut compter pour un bâtiment de 1 200 m², un coût d'investissement compris entre :

- 8 et 10 € (HT)/m² de bâtiment pour la mise en place de rideaux,
- 0,7 et 2 € (HT)/m² de bâtiment pour la rénovation (source : ITAVI – Avipôle Formation).

La réduction des consommations d'énergie permet d'économiser entre 1 et 3 €/m²/an. Le retour sur investissement est extrêmement variable suivant le type de rénovation effectuée et son impact sur la réduction de la consommation d'énergie.

Le référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017) propose des coûts pour différentes opérations d'isolation.

Applicabilité

Depuis plusieurs années et dans les grosses régions productrices françaises, un effort important de rénovation des bâtiments volailles est engagé qui devrait se poursuivre dans les années à venir.

Dans le cas de mise en place de bâtiments neufs, une attention particulière est déjà portée à l'étanchéité et à l'isolation.

Facteurs incitatifs

Ces techniques permettent une amélioration de la rentabilité des élevages par une baisse des charges.

L'entretien des bâtiments d'élevage et notamment de leur isolation est considéré comme une bonne pratique agricole et fait donc partie des **MTD** dans la version du BREF Élevages de 2017 (MTD 8c – Isolation des murs, sols et/ou plafonds des bâtiments d'hébergement, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)



Pour en savoir plus

- *Chambres d'Agriculture du Grand Ouest, 2006. Résultats de l'enquête avicole 2005-2006 (réalisée auprès des aviculteurs du grand Ouest).*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *ITAVI, AFSSA, Chambres d'Agriculture de Bretagne, GDS Avicole de Bretagne, 1999. La rénovation des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.*
- *ITAVI, Avipôle Formation, 2005. Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles pour reproducteurs de type Gallus et volailles de chair.*
- *ITAVI, Chambre d'Agriculture de Bretagne, Chambre d'Agriculture de Pays de la Loire, ADEME, 2008. Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles – Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes. Brochure de diffusion des résultats de l'étude de l'ADEME « Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les bâtiments d'élevage en 2006 », 28 p.*
- *ITAVI, CNEVA, 1994. Quelques recommandations pour la conception, la construction et l'installation d'un bâtiment d'élevage avicole neuf.*
- *ITAVI, 1997. La maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.*
- *ITAVI, 1998. La gestion technique des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles Hors série.*
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2_017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*

Contacts : laual@itavi.asso.fr; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V21 : Isolation et étanchéité des bâtiments. 5 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Toutes les volailles

ImpactsÉnergie
GES

Utilisation économe de l'électricité pour l'éclairage des bâtiments

Objectif et principe

Réduire les consommations d'électricité de l'élevage dues à l'éclairage des bâtiments.

La technique consiste à mettre en place un système d'éclairage économe en énergie grâce à :

- 1) des ballasts économes (éco-énergétiques ou de dernière génération),
- 2) la mise en place de programme lumineux,
- 3) l'utilisation de la lumière naturelle pour l'éclairage des animaux.

Mise en place

En production de volailles de chair, les consommations d'électricité représentent en moyenne environ 15 % des consommations d'énergie directes de l'atelier.

L'éclairage des bâtiments représente le 2^{ème} poste de dépenses électriques, voire le 1^{er} poste de dépenses dans les bâtiments à ventilation naturelle (32,5 à 41 % de l'électricité totale consommée par l'atelier).

Néanmoins, quelques mesures simples peuvent être intégrées à la conduite quotidienne de l'élevage pour réduire la quantité d'énergie nécessaire à l'éclairage :

- installer des lampes fluorescentes (basse consommation) plutôt que des ampoules à incandescence,
- Mettre en place des programmes lumineux : 1 période de lumière pour 3 périodes d'obscurité par rapport à un éclairage de 24 heures par jour, dans les bâtiments clairs,
- profiter de l'éclairement naturel pour couper les sources de lumière artificielle. L'utilisation de cellules photoélectriques permet d'automatiser le procédé. La lumière naturelle convient à toutes les espèces de volailles de chair, ainsi qu'en phase de ponte pour les reproducteurs.

Bénéfices environnementaux

La mise en place d'un éclairage basse consommation permet de réduire les consommations d'électricité du poste éclairage de 20 à 35 %, soit entre 1,12 et 1,96 kWh/m²/an de réduction de la consommation électrique.

À titre indicatif, les lampes fluorescentes compactes consomment 4 fois moins d'énergie que les ampoules à filament (jusqu'à 75 % d'économie d'énergie). Le remplacement des tubes



fluorescents de 38 mm par des tubes de 26 mm de puissance inférieure permet d'économiser jusqu'à 8 % d'énergie.

La mise en place de programmes lumineux de type 1 période de lumière pour 3 périodes d'obscurité réduit d'un tiers la quantité d'électricité consommée par l'éclairage.

Effets croisés

Dans le cas où il y a une diminution de l'utilisation d'électricité, il y a limitation des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂

Coûts

Le coût indicatif (HT) pour l'investissement dans un système d'éclairage économe en énergie est compris entre 2,9 et 9 €/m². Ce prix est estimé pour un bâtiment de 1 200 m² et comprend la pose du matériel, des accessoires, du câblage, et des protections. Ce coût est variable suivant le dispositif d'éclairage installé (réglette pour tube fluorescent avec ballast électronique HF ou dispositif d'éclairage basse consommation) (source : ITAVI).

La réduction de consommation d'énergie permet une économie comprise entre 1,12 et 1,96 €/m²/an, ce qui permet un retour sur investissement de 1,5 à 5,5 ans.

Le référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017) propose des coûts pour l'installation et la réfection de systèmes d'éclairage selon différents types de bâtiments.

Applicabilité

Il n'y a pas de réserve particulière quant à l'application de ces techniques, excepté le choix d'un matériel gradable et dont l'intensité lumineuse puisse être suffisamment abaissée et sauf éventuellement le surcoût des ballasts éco-énergétiques.

Facteurs incitatifs

La limitation des consommations électriques entraîne une diminution des charges.

L'utilisation d'un éclairage basse énergie est considérée comme une **MTD** dans le BREF Élevage version 2017 (MTD 8d – Utilisation d'un éclairage basse consommation, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)

Pour en savoir plus

- *Chambres d'Agriculture du Grand Ouest, 2006. Résultats de l'enquête avicole 2005-2006 (réalisée auprès des aviculteurs du grand Ouest).*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *ITAVI, AFSSA, Chambres d'Agriculture de Bretagne, GDS Avicole de Bretagne, 1999. La rénovation des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.*
- *ITAVI, Avipôle Formation, 2005. Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles pour reproducteurs de type Gallus et volailles de chair.*
- *ITAVI, Chambres d'Agriculture, INRA, Avipôle Formation, GDS Avicole de Bretagne, 2004. La prévention du coup de chaleur en aviculture. Sciences et Techniques Avicoles, Hors-série.*



- ITAVI, Chambre d'Agriculture de Bretagne, Chambre d'Agriculture de Pays de la Loire, ADEME, 2008. Les consommations d'énergie dans les bâtiments avicoles – Quelques repères sur les consommations d'énergie et propositions de pistes. Brochure de diffusion des résultats de l'étude de l'ADEME « Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les bâtiments d'élevage en 2006 », 28 p.
- ITAVI, CNEVA, 1994. Quelques recommandations pour la conception, la construction et l'installation d'un bâtiment d'élevage avicole neuf.
- ITAVI, 1997. La maîtrise de l'ambiance dans les bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles, Hors série.
- ITAVI, 1998. La gestion technique des bâtiments avicoles. Sciences et Techniques Avicoles Hors série.
- Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2_017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : laival@itavi.asso.fr ; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V22 : Utilisation économe de l'électricité pour l'éclairage des bâtiments. 3 pages.



Existe aussi en

**Catégories animales**

Toutes les volailles

ImpactsÉnergie
GES

Échangeur de chaleur et autres techniques de récupération de chaleur

Objectif et principe

Les objectifs sont de :

- réduire les consommations d'énergie directes dues au chauffage du bâtiment,
- mieux maîtriser l'ambiance des bâtiments en augmentant les niveaux de ventilation.

La technique consiste à prélever une partie de la chaleur contenue dans l'air extrait du bâtiment pour la transférer à l'air neuf y entrant.

Le transfert des calories se fait par conduction : l'air chaud vicié extrait du bâtiment et l'air frais extérieur traversent l'échangeur en flux croisés (pas de mélange des deux airs).

Mise en place

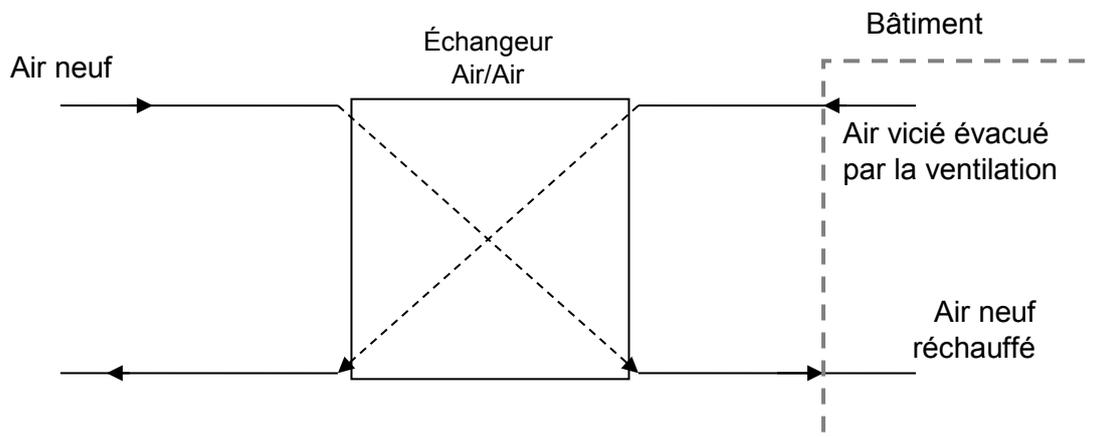
Les besoins de chauffage sont importants durant la phase de préchauffage du poulailler et les premiers jours d'élevage. En effet, les besoins en température à l'arrivée des animaux sont de 32°C pour les poussins et 34°C pour les dindonneaux.

L'échangeur Air/Air récupère les calories produites par les animaux à l'intérieur des bâtiments, et qui sont souvent perdues lors de l'évacuation de l'air vicié par la ventilation, pour réchauffer l'air de renouvellement.

L'air chaud vicié extrait croise l'air de renouvellement par des plaques interposées chargées de transférer les calories du plus chaud vers le plus froid. L'air de renouvellement est ainsi réchauffé avant d'être soufflé dans le bâtiment (transfert de la chaleur entre deux circuits d'air circulant à contre-courant) (Figure 1).

Plus les écarts de température entrée-sortie sont importants, meilleure est l'efficacité de l'échangeur.





L'air extrait du bâtiment et l'air extérieur sont amenés l'un à l'autre par des plaques ou des tuyaux fixes en métal ou en verre. C'est là que s'effectue l'échange de chaleur.

Figure 1 : Schéma montrant le fonctionnement d'un échangeur Air/Air

Source : ITAVI, Chambres d'Agriculture de Bretagne et des Pays de la Loire (2009)

Deux utilisations de la chaleur récupérée sont possibles sur l'exploitation :

- En début de lot, l'alimentation du bâtiment en air renouvelé chaud permet de limiter la consommation pour le chauffage et de ventiler avec très peu de déperditions de chaleur. Cela est très avantageux, car la phase de démarrage en volailles de chair est une période très énergivore.
- Pendant la croissance des lots, les animaux produisent de la chaleur par plusieurs moyens : la conduction, le rayonnement et la convection. Cette chaleur est dite sensible et peut être utilisée vers une autre production ou vers une autre application (eau chaude sanitaire, chauffage des serres, chauffage du domicile...).

Bénéfices environnementaux

Les échangeurs de chaleur air/air ont un intérêt direct sur l'exploitation car ils permettent une réduction de la consommation de gaz pour le chauffage.

Ainsi, pour des échangeurs de 5 000 m³/h (2 échangeurs pour un bâtiment de 1 200 m²), on peut réduire la consommation de gaz pour le chauffage de 25%. L'économie d'énergie réalisée est d'environ 1,6 kg de gaz/m²/an pour un bâtiment Colorado de 1 200 m² en production de dinde.

Avec des échangeurs plus importants, 12 000 à 15 000 m³/h (1 échangeur pour 2 bâtiments de 1 200 m² chacun), la réduction de consommation de gaz pour le chauffage peut être comprise entre 50 et 60 %, soit une économie d'énergie de 3,3 à 3,9 kg de gaz/m²/an.

Ces résultats peuvent être variables en fonction du type d'échangeur, de bâtiment, de la production et probablement d'autres facteurs (conduite d'élevage notamment).

NB : les échangeurs de chaleur utilisés en production porcine permettent une économie d'énergie pour le chauffage d'environ 60%.

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 t de propane consommé correspond à 3 543 kg équ. CO₂.

Par ailleurs, les échangeurs de chaleurs permettent également d'augmenter les débits de ventilation dans les bâtiments sans déperditions de chaleur, ce qui favorise une meilleure ambiance pour les animaux et améliore leurs performances techniques.





Coûts

Le coût indicatif (HT) pour l'achat des échangeurs de chaleur est variable suivant le type de matériel. Il faut compter :

- 8,3 à 10 €/m² pour l'installation de 2 échangeurs de 5 000 m³/h équipant un bâtiment de 1 200 m²,
- 23 €/m² environ pour l'installation d'un échangeur de 15 000 m³/h équipant 2 bâtiments de 1 200 m² chacun (surface totale de 2 400 m²).

La consommation électrique supplémentaire liée au fonctionnement de ces appareils est de l'ordre de :

- 13 ct d'€/m²/an pour 2 échangeurs de 5 000 m³/h dans un bâtiment de 1 200 m²,
- 6 à 9 ct d'€/m²/an pour 1 échangeur de 15 000 m³/h dans 2 bâtiments de 1 200 m² chacun.

La réduction des consommations de gaz du poste chauffage permet une économie d'environ :

- 1 €/m²/an pour 2 échangeurs de 5 000 m³/h dans un bâtiment de 1 200 m²,
- 2 à 2,4 €/m²/an pour 1 échangeur de 15 000 m³/h dans 2 bâtiments de 1 200 m² chacun.

Le retour sur investissement sera compris entre 9,5 et 11,4 ans pour les échangeurs de 5 000 m³/h, et entre 9,7 et 11,9 ans pour l'échangeur de 15 000 m³/h (source : CRA de Pays de la Loire, ITAVI, CRA de Bretagne).

Le référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017) propose des coûts pour différents types et tailles d'échangeurs.

Applicabilité

Si ce type de dispositif est bien utilisé en production porcine, il est actuellement émergent en élevage avicole. Cette technique fait néanmoins l'objet de plusieurs tests en conditions de terrain pour améliorer les références sur les réductions de consommation d'énergie engendrées.

L'adaptation de bâtiment pour l'installation de ce système semble relativement aisée à réaliser, se pose cependant la question de la diffusion de l'air à l'intérieur du bâtiment.

Il n'y a pas de réserve majeure à la mise en application de cette technique en dehors du coût d'achat du matériel qui reste assez important.

Facteurs incitatifs

La limitation des consommations de gaz entraîne une diminution des charges.

D'autre part, ce type d'équipement permet d'augmenter les débits de ventilation dans les bâtiments sans déperditions de chaleur, ce qui favorise une meilleure ambiance pour les animaux et améliore leurs performances techniques.

Certains points restent cependant à améliorer, il s'agit notamment de la diffusion de l'air en sortie de l'échangeur et de la régulation de celui-ci.

Cette technique est considérée comme une **MTD** dans la version du BREF Élevages 2017 (MTD 8 - Afin d'utiliser rationnellement l'énergie dans une installation d'élevage, la MTD consiste à appliquer une combinaison de techniques : e) utilisation d'échangeurs de chaleur : air/air, air/eau, air/sol, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302).

Pour en savoir plus

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *Henninot E. et Amand G., 2009. L'approche énergétique en aviculture aux Pays-Bas. Techniques et Marchés Avicoles, n°9.*
- *ITAVI, Chambres d'Agriculture de Bretagne et des Pays de la Loire, 2009. La récupération de chaleur dans les bâtiments avicoles – Bilan d'un an de suivi expérimental en élevage – 4 p*
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*

Contacts : bouvarel@itavi.asso.fr; blazy@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V23 : Échangeur de chaleur et autres techniques de récupération de chaleur. 4 pages.



**Catégories animales**

Poulets de chair
Poule pondeuse
Reproducteur

Impacts

Rejet N
Rejet P
Energie
Particules

Granulation des effluents

Objectif et principe

Ce dispositif permet de transformer les fientes de volailles en granulés secs conditionnés et commercialisés sous la norme NFU 42 001.

Il peut aussi s'appliquer à des fumiers de volailles. Dans ce cas, la granulation se fait sans tri de la paille et après un séchage permettant d'avoir un taux de MS compris entre 80 et 90%. Sous réserve d'une demande spécifique auprès du Bureau de Normalisation (BN FERTI), ces granules pourront être reconnus comme des fertilisants intégrés dans la norme NFU 42 001 engrais organiques.

Mise en place

Fumiers de volailles :



Figure 1 : Exemple de chaîne de granulation

Le fumier à granuler doit faire l'objet d'un pré-séchage pour arriver avec un taux de matière sèche (MS) entre 75 et 95 %. Sans broyage, ni tri de la paille, le fumier est (Figure 1) :

- (1) chargé dans une mélangeuse à 3 vis horizontales.
- (2) Il est ensuite convoyé par 2 vis en auge vers la presse à granuler (Figure 2). Une pulvérisation d'eau est possible juste avant la presse pour rajouter jusqu'à 5 points d'humidité en cas de produit trop sec.
- (3) Le produit tombe par gravité dans la presse à granuler où les 3 galets tournants forcent la matière à passer dans les trous cylindriques de la filière (Figure 2).

- (4) Il ressort alors sous forme de granulés cylindriques (maille de 4mm de diamètre conseillée) qui sont convoyés par tapis vers un refroidisseur. Le principe du refroidisseur est d'étaler les granulés sur des grilles perforées et de forcer l'air ambiant à passer à travers la couche de produit, pour le refroidir très rapidement. Cette étape est obligatoire, car sinon il existe un risque d'auto-inflammation du granulé qui monte des températures très élevées dans la presse.
- (5) puis un tamis permet d'éliminer un maximum de fractions fines avant le conditionnement. Les fractions fines sont renvoyées dans la mélangeuse afin d'être granulées de nouveau et de limiter les gaspillages sur la chaîne de granulation. Le produit final est conditionné grâce à une ensacheuse en big-bag.



Figure 2 : Exemple de presse à galets- vue intérieure avec galets et filière

Fientes de volailles :

Les fientes de poules sont séchées dans le bâtiment d'élevage puis arrivent à l'unité de granulation grâce à une vis sans fin. La compression des fientes permet leur transformation en granulés de quelques millimètres de diamètre. Les granulés sont refroidis avant d'être entreposés. Un fonctionnement de l'unité de granulation de 8 heures par jour produit de 4 à 6 tonnes d'engrais organiques. (Nicolas, 2003). L'hygiénisation des granulés est assurée par le maintien d'une température de 70°C sur le produit séché.

Bénéfices environnementaux

Pour les fumiers de volailles, après acceptation par le BN FERTI, ces engrais organiques (NF 42 001) sont ainsi exportables et commercialisables. Ils sortent du plan d'épandage (ITAVI, 2015).

Pour les fientes de volailles, les granulés produits répondent directement à la norme NF 42 001 (engrais organiques) et sont ainsi exportables et commercialisables. Ils sortent du plan d'épandage.





Effets croisés

- **Azote** : Le séchage rapide permet de produire des produits organiques riches en azote, qui sont d'excellents fertilisants, mais qui nécessitent d'être gérés avec précaution pour limiter les risques de pollutions aux nitrates.
- **Odeurs** : le séchage rapide permet de limiter les fermentations et l'émission de composés odorants.
- **Nuisances liées à la prolifération de mouches** : le séchage rapide rend difficile la ponte des mouches dans les tas de fientes et de fumiers.
- **Épandage** : Lors de son épandage (avec un épandeur à engrais minéral classique), le granulé, sec et cassant, est susceptible de produire de la poussière. L'utilisation d'un système d'épandage à plateau (Figure 3) est recommandée pour prévenir cet effet. Moyennant ce réglage une répartition spatiale homogène du produit peut être obtenue (Ponchant et al., 2016).
- **Énergie** : La mise en œuvre de systèmes de granulation, ainsi que le pré-séchage des fumiers, demandent de l'énergie.



Figure 3 : Exemple de système d'épandage à plateau

Coûts

Ces systèmes sont très coûteux. L'investissement pour une chaîne de granulation produisant 4 à 5 T de granulés par jour est de l'ordre de 30500 € (Nicolas 2003). Un coût supplémentaire est à prévoir pour le pré-séchage dans le cas d'un traitement de fumiers.

Ces produits peuvent être commercialisés de 45 à 65 €/t, départ exploitation. Dans le cas de granules de fumier, un prix équivalent peut-être atteint si le produit est certifié.

Applicabilité

Compte tenu des investissements, les granulateurs sont encore peu répandus. Une estimation économique plus poussée des coûts d'investissement, de fonctionnement et de transport (fumier/fiente et granulé) est nécessaire pour d'orienter les stratégies d'implantation de telles unités (Ponchant et al., 2016).

Facteurs incitatifs

Cette technique n'est pas considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages. Cependant, dans un contexte d'épandage tendu, où les productions d'effluents avicoles ne peuvent trouver de débouchés locaux, la granulation offre une alternative pour un export de matières fertilisantes de haute qualité.



Pour en savoir plus

- ITAVI, 2015. *Rapport final GESTFLUCAN : Etat des lieux des pratiques de gestion des effluents d'élevages avicoles et acquisition de références (qualité et quantité). Projet financé par France AgriMer, 62 pages*
- Nicolas J-Y, 2003. *Reportage : visite chez un éleveur finistérien qui valorise ses fientes de volailles*
- Norme NFU 42 001 : *Produits finis normalisés NF U42-001 – « engrais - dénominations et spécifications »*
- Ponchant P., Decoopman B., Derevier S., Mazoyer J., 2016. *Téma n°38- Granuler les fumiers de volailles de chair, Pages 29-36.*
<https://www.itavi.asso.fr/content/granuler-les-fumiers-de-volailles-de-chair>
- Ponchant P., Decoopman B., Mazoyer J., Derel R., 2017. *Granulation des fumiers de volailles pour une gestion optimisée de leur valorisation agronomique. Douzièmes Journées de la Recherche Avicole et Palmipèdes à Foie Gras, Tours. 6 pages.*
<https://www.itavi.asso.fr/content/granulation-des-fumiers-de-volailles-pour-une-gestion-optimisee-de-leur-valorisation>
- Ponchant P., Decoopman B., Mazoyer J., Piron El, Varion D, Derevier S. 2015. *Rapport d'étude projet Transfuge - Transformation des fumiers de volailles par granulation pour une gestion optimisée de leur valorisation agronomique. Projet financé par France Agrimer, 70 pages*

Contacts : blazy@itavi.asso.fr et fontanet@itavi.asso.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche V25 : Granulation des effluents. 4 pages.*



Existe aussi en

**Catégories animales**

Tous les herbivores

ImpactsRejets N et P
NH₃ et GES
Eau

Réduction des rejets d'azote

Objectif et principe

Réduire l'excrétion d'azote par les animaux dans leurs effluents afin de réduire les rejets d'azote et ainsi limiter le risque de pertes vers l'environnement.

La volatilisation de l'ammoniac, les émissions de protoxyde d'azote, les pertes par lessivage proviennent de la dégradation de composés azotés présents dans les rejets des animaux en lien avec l'azote ingéré. La réduction des apports azotés à l'animal permet de limiter les pertes aux différentes étapes du cycle de l'azote. Tout ajustement du régime alimentaire est une piste favorable à la diminution des pertes azotées (gazeuses ou liquides) tant qu'elle respecte l'équilibre des besoins nutritionnels des animaux.

Mise en place

L'adéquation des apports azotés aux besoins des animaux (suivant les recommandations nationales) permet de réduire les rejets d'azote des animaux. Les efforts doivent alors porter sur (i) la limitation des entrées d'azote par les concentrés : à la fois en terme de quantité de teneur en protéines (baisser la matière azotée totale de la ration), et (ii) sur l'ajustement des rations selon l'évolution du stade physiologique des animaux et du niveau de production. Les élevages de ruminants se caractérisent par une grande diversité de systèmes d'alimentation (e.g. part d'herbe variable dans la surface fourragère principale – Observatoire de l'alimentation des vaches laitières 2015-2018), qui peuvent évoluer au cours de l'année (disponibilité en herbe, portance du sol, climat...) entraînant une très forte variabilité de l'excrétion azotée et notamment d'azote urinaire (principalement sous forme d'urée – soit 30 à 80% de l'azote urinaire excrété - rapidement hydrolysée en ammonium à l'origine de pollutions de l'air (ammoniac) et de l'eau (nitrates)). D'après Pellerin et al. (2013), pour réduire les excréments d'azote sans trop dégrader les performances, il est donc possible pour les ruminants :

- d'augmenter la proportion d'aliment peu dégradé dans le rumen pour accroître les apports de protéines directement à l'animal ;
- de créer un léger déficit en protéines dégradables pour les microbes de façon à ce qu'ils recyclent une partie de l'urée endogène pour synthétiser leurs protéines. Ce mécanisme est particulièrement efficace sur le plan environnemental, car il peut conduire à réduire très fortement l'excrétion d'urée par l'animal (Edouard et al., 2016).

Au cours d'une année au sein d'une exploitation bien souvent différents régimes alimentaires s'enchaînent. Le paragraphe ci-dessous précise les potentiels gains selon les régimes.

- *Alimentation basée sur des fourrages conservés*

C'est sur ces rations à base de fourrages conservés que les économies d'intrants azotés sont les plus faciles à réaliser, en raisonnant directement les apports de concentrés. Il s'agit de se caler au plus près des recommandations zootechniques, en évitant notamment les excès de protéines dégradables. En vache laitière, une ration cible de 14% de MAT (ou en pratique 14 à 16% selon la productivité cible), équilibrée en énergie et en azote, permet de réduire les émissions gazeuses sur l'ensemble de la chaîne de gestion des déjections, tout en induisant une économie pour l'éleveur (Pellerin et al 2013). De façon concrète, ces résultats incitent à supprimer les sécurités



souvent prises en début de lactation. Il est donc conseillé d'alimenter les animaux avec une ration semi-complète avec une distribution individuelle, quand c'est possible, du concentré.

- *Affouragement en vert au bâtiment*

Cette pratique consiste à alimenter les animaux en bâtiment avec des fourrages récoltés en vert et distribués dans la journée. Cette stratégie peut-être occasionnelle à des moments de l'année où les animaux ne peuvent pas pâturer ou en continu sur l'année (contrainte du parcellaire, contrainte d'un robot de traite...). Les mesures d'émissions gazeuses réalisées dans le cadre du projet BTÉP (Edouard et al. 2017), ont montré qu'il est préférable de faire pâturer les animaux (si conditions propices) que de les affourager en vert en bâtiment. Il est en effet difficile d'ajuster la ration quotidiennement de l'herbe fraîche et selon les saisons on peut observer un excès d'azote dégradable. Les outils ne permettent pas à l'heure actuelle une analyse du fourrage suffisamment fiable rapide et peu coûteuse pour ajuster les rations en temps réel. Par ailleurs, en privilégiant l'alimentation en bâtiment, on augmente le risque de pertes vers l'environnement car il y a 3 postes de fuites potentielles de l'azote excrété : le bâtiment, le stockage et l'épandage contre un seul lorsque les déjections sont déposées sur la parcelle par les animaux. L'étude a également confirmé l'effet important de la température (saison) sur les émissions gazeuses.

- *Alimentation au pâturage*

Globalement, l'herbe est un fourrage naturellement équilibré en énergie et en azote. Néanmoins, à certaines périodes de l'année, les fourrages pâturés peuvent présenter une teneur en azote, notamment très dégradable, élevée conduisant à une excrétion et des pertes d'azote importantes.

Dans les systèmes cherchant à valoriser au maximum le pâturage, il est difficile de contrôler les excès d'azote dégradable avec de l'herbe exploitée jeune, sauf en réduisant le niveau de fertilisation azotée.

Dans les systèmes pâturant qui cherchent à exprimer la productivité des animaux, un complément peut être apporté sous forme de concentré. La quantité et/ou teneur en protéines du concentré est nulle le plus souvent, en utilisant uniquement un concentré énergétique.

Bénéfices environnementaux

Abaisser la teneur en MAT des rations limite les rejets azotés et par voie de conséquence le risque de pertes azotées sur l'ensemble du système.

Au bâtiment, une synthèse des essais comparant l'utilisation d'un concentré énergétique à un concentré azoté dosant de 16 à 24 % de MAT, montre que les écarts de production laitière sont faibles. Ce faible écart se confirme y compris pour des apports de 0 à 2 kg/vache/jour (0,8 kg en moyenne), sans modification du taux protéique. D'autres mesures ont été réalisées par Edouard et al. (2017) au bâtiment avec deux rations contrastées à base d'ensilage de maïs et de concentrés (12% VS 18% de MAT), en système lisier l'excrétion d'azote urinaire est abaissée de 65%, avec la ration à 12% de MAT par rapport à celle avec 18% de MAT, sans avoir d'effet sur les exports d'azote pour la production laitière. Les effets se répercutent directement sur les émissions ammoniacales en les divisant par 3 à 4,5 selon le type de bâtiment.

Au pâturage, Les émissions ammoniacales au pâturage sont plus faibles que sur la chaîne de gestion des effluents (pertes au bâtiment – stockage – épandage), car la pénétration rapide de l'urine dans le sol limite le mélange entre l'urine et les fèces (présence d'uréase) et donc la dégradation de l'urée urinaire sous forme d'ammoniac. Les méthodes de mesures des émissions gazeuses au pâturage (milieu ouvert) restent complexes et coûteuses, il existe peu de références françaises récentes, elles peuvent être variables selon les méthodes, le moment de l'année, les pratiques sur la parcelle (fertilisation, nombre d'animaux sur la parcelle).

Effets croisés

Une diminution des rejets azotés des animaux entraîne une réduction du risque de pertes azotées : protoxyde d'azote, ammoniac et nitrates. Certains facteurs ou certaines pratiques favorables à limiter les émissions d'ammoniac peuvent présenter un risque accru pour le lessivage de l'azote.





Au Bâtiment, les effets secondaires sont à priori limités si les besoins des animaux sont respectés mais ils peuvent dans certains cas se traduire par une baisse de la productivité. Une diminution des rejets azotés des animaux entraîne également des effluents à épandre potentiellement moins riches en azote. Associée à des pratiques vertueuses d'épandage réduisant les pertes vers l'environnement, cette stratégie nutritionnelle reste néanmoins gagnante à l'échelle du système.

Pâturage. L'augmentation de la durée de pâturage ou de la surface pâturée est en effet favorable à la diminution des émissions d'ammoniac, cependant elle doit s'opérer dans de bonnes conditions (portance des sols, présence d'un couvert végétal en croissance, accessibilité des surfaces...)

Coûts

Cela peut également se traduire par une économie sur les concentrés achetés et par conséquent sur le coût d'alimentation. L'étude Pellerin et al. (2013), estime qu'avec une optimisation de l'alimentation hivernale des vaches laitières le gain moyen est de 11.6€/animal/an avec une gamme de variation allant d'un gain de 84€/animal/an à un surcoût de 8€/animal/an.

Le surcoût lié à la mise en œuvre de ces techniques est difficile à évaluer. Cela peut se traduire par l'appui d'un technicien en alimentation, des analyses de fourrages supplémentaires, de la gestion en lot des animaux, d'un suivi complémentaire de la qualité du lait (urée du lait est le reflet de l'excrétion azoté), un appui sur la gestion de l'herbe.

Applicabilité

Ces techniques sont déjà présentes en France grâce aux différents travaux conduits autour de la gestion de l'azote sur l'exploitation, l'étude Pellerin et al. (2013) estime que 50% du troupeau laitier atteint la valeur cible de 14% Mat de la ration.

Facteurs incitatifs

Le recours aux engrais minéraux et aux concentrés sur l'exploitation sont des charges non négligeables pour l'exploitant, limiter l'achat de concentrés en ajustant au mieux la ration aux besoins des animaux est une piste d'économie. L'augmentation du coût des matières premières est Des outils de pilotage de l'alimentation, peuvent faciliter le rationnement au plus juste. Le taux d'urée du lait est par exemple un bon indicateur de l'excrétion azotée (Rouillé 2019), il pourrait permettre à terme d'ajuster en conséquence l'alimentation. En parallèle, les technologies d'analyse des fourrages embarqués commencent à voir le jour, elles pourraient également permettre d'ajuster finement les quantités de concentrés en lien avec la qualité du fourrage.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Pour les vaches laitières, l'INRA (2013) a estimé à partir du taux d'urée qu'environ la moitié des vaches laitières avaient une ration hivernale inférieure ou égale à 14% de MAT.

Pour en savoir plus

Projet BTéP :

- http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_8_affiche_Environnement_N-Edouard.pdf
- Lorinquer E., Foray S., Charpiot A., Dollé J-B., Raynal J., Bell M., Flechard M., Fauvel Y., Robin P., Hassouna M., Lecomte M., Guiziou F., Loyon L., Lassalas J., Lambertson P., Sidaner D. Edouard N., Faverdin P., Gabriel J., Pansard Alves T., Générmont S., Personne E., Loubet B., Decucq C., *Emissions gazeuses au Bâtiment, sTockage, Epandage et Pâturage des systèmes bovins laitiers (BTEP). Rapport d'étude (en cours de finalisation). 162p.*
- Edouard N., Robin P., Almeida J.G.R., Alves T.P., Lambertson P., Lorinquer E., *Gas emissions during solid manure management at housing and storage stages from dairy cattle in contrasted feeding and climatic situations. 20th N Workshop 2018 2p.*

Projet EM2B :

- Edouard, N., Charpiot, A., Robin, P., Lorinquer, E., Dollé, J., & Faverdin, P. (In press). Influence of diet and manure management on ammonia and greenhouse gas emissions from dairy barns. *Animal*, 1-10. doi:10.1017/S1751731119001368
- <http://idele.fr/filieres/publication/idelesolr/recommends/emissions-dammoniac-et-de-ges-en-batiments-bovins-laitiers-effets-croises-du-mode-de-logement-e/print.html>
- http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_11_affiche_environnement_N_Edouard.pdf
- Edouard, N., Hassouna, M., Robin, P., Faverdin, P., 2016. Low degradable protein supply to increase nitrogen efficiency in lactating dairy cows and reduce environmental impacts at barn level. *Animal* 10, 212-220.
- Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Rapport d'étude, INRA (France), 454p. – <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Etude-Reduction-des-GES-en-agriculture>
- Observatoire de l'alimentation des vaches laitières. Edition 2015-2018, 40 pages, Editions du CNIEL
Lien vers la publication : <http://idele.fr/domaines-techniques/publication/idelesolr/recommends/observatoire-de-l'alimentation-des-vaches-laitiere-edition-2015-2018.html>
- Rouillé B., Gelé M., Brun-Laflleur L., Dumercy L., Durand A., Edouard N., Faverdin P., Lorinquer E., Mathias E., 2019. L'urée du lait : un indicateur pour estimer les rejets azotés et piloter l'alimentation des vaches laitières. 48 pages. - <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-urea-uree-lait-indicateur-estimation-rejets-azotes-piloter-alimentation-vache-2019.pdf>

Contacts : elise.lorinquer@idele.fr; nadege.edouard@inra.fr ;
benoit.rouille@idele.fr; sylvain.foray@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B1 – Stratégie nutritionnelle - Réductions des rejets d'azote. 4 pages.



Catégories animales

Tous les herbivores

Impacts

GES

Réduction des émissions de méthane entérique

Objectif et principe

Réduire les émissions de gaz à effet de serre et en particulier de méthane produit par l'activité entérique des animaux.

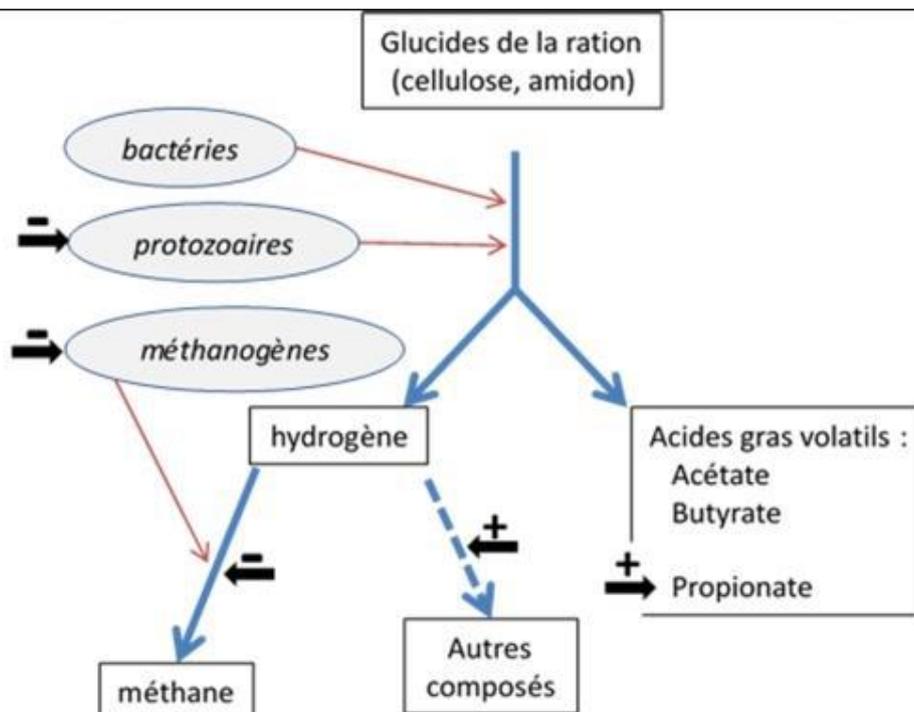
La production de méthane entérique est une voie métabolique naturelle et essentielle au bon fonctionnement des fermentations microbiennes du rumen. Cependant, elle constitue une perte d'énergie pour l'animal et contribue de façon significative aux émissions de gaz à effet de serre des élevages. La recherche d'une moindre émission par unité de produit animal doit prendre en compte les performances et la santé de l'animal, et la qualité des productions. Par ailleurs, il faut resituer les émissions de méthane entérique par rapport aux autres gaz à effet de serre (GES) produits et autres enjeux environnementaux que ce soit à l'échelle du troupeau, à l'échelle de l'exploitation, et prendre en compte la place de l'élevage dans la valorisation de l'espace.

Mise en place

Les processus à l'origine de la production de méthane

La production de méthane est un phénomène naturel issu de la digestion des aliments. Afin d'identifier les pistes d'actions pour le réduire, il est important de bien comprendre son processus d'émission, la figure 1 présente les grands principes de formation du méthane. Le méthane entérique est essentiellement produit dans le rumen des ruminants, par la fermentation microbienne. Les composés celluloseux et l'amidon des aliments sont dégradés en acides gras volatils (acétate, propionate, butyrate) par les enzymes des bactéries, protozoaires et champignons du rumen. Cette dégradation s'accompagne d'une production nette d'hydrogène. Cet hydrogène est ensuite converti en méthane par les enzymes d'une autre catégorie de microorganismes. La plus grosse partie du méthane produit dans le gros intestin est absorbé. Le méthane excédentaire est majoritairement éructé. Une faible partie est évacuée dans les flatulences.





La flèche tiretée indique une voie normalement très minoritaire.

Les flèches fines rouges indiquent l'action de chaque catégorie de micro-organismes.

Les grosses flèches noires avec les signes + ou - indiquent les modes d'action envisagés pour réduire la production de méthane.

Figure 1 : Voies biochimiques impliquées dans la formation du méthane dans le rumen (source Doreau et al., 2017)

Les voies de réductions du méthane

Pour réduire les émissions de méthane entérique, il y a deux voies : (i) réduire la production d'hydrogène dans le rumen sans diminuer la production d'acides gras volatils (ce qui compromettrait les performances de l'animal), ou utiliser l'hydrogène autrement que pour former du méthane (Figure 1). Pour la première voie, il y a deux pistes : augmenter la part du propionate dans les acides gras volatils car le propionate utilise l'hydrogène, ce qui compense en partie la forte production d'hydrogène par l'acétate et le butyrate ; (ii) réduire la population de protozoaires, car ce sont de forts producteurs d'hydrogène (Guyader et al., 2014). Des actions sur l'alimentation, spécifiées dans la suite du texte, sont possibles pour atteindre cet objectif. Pour la deuxième voie, il y a également deux pistes. La première est de réduire la méthanogenèse, soit en inhibant le développement de la population de bactéries méthanogènes, soit en bloquant une étape de la voie biochimique aboutissant à la formation de méthane. La seconde est de dévier l'utilisation de l'hydrogène vers d'autres voies biochimiques : acétogenèse, réduction de nitrates, de sulfates ou d'acides organiques.

On recense actuellement 4 types de solutions pour diminuer le méthane :

- Via des systèmes plus optimisés : en améliorant la reproduction et la santé des troupeaux par exemple ;
- Via la sélection génétique qui aurait des aptitudes naturelles à émettre moins de méthane que certains de leurs congénères ;
- Via l'optimisation de l'alimentation
- Via les biotechnologies ;

Les deux premières catégories de solutions visent à diminuer les émissions de méthane par kg de produits sortant de l'exploitation alors que les deux dernières permettent une diminution via la quantité de matière sèche ingérée.

La voie génétique

Limiter les rejets de méthane par la voie génétique peut s'opérer sous différentes formes :

- la productivité à l'animal, en effet, plus l'animal produit plus la part du besoin d'entretien est faible (Vermorel, 1995), il y a un effet de dilution par la production.

- Avec des animaux plus efficaces : certains animaux sont génétiquement plus efficaces dans l'ingestion et la digestibilité que leur congénères, ils disposent de ce qu'on appelle une meilleure efficacité globale. Ces animaux qui mangent moins pour un niveau de production identique disposent d'une faible ingestion résiduelle. Par voie de conséquence ils produisent autant mais en émettant moins de méthane.

-

Les biotechnologies

L'utilisation de biotechnologies est une réponse innovante au problème des émissions chez le ruminant. Doreau et al., (2017) a recensé quatre grands apports illustrés dans la bibliographie :

- La vaccination
- Les anticorps
- Les bactéries acétogènes
- Les levures et bactéries propioniques

Le

Tableau 1 ci-dessous résume les modalités d'actions des différentes pratiques et leur état d'avancement et/ou efficacité.

Tableau 1 : Biotechnologies pour limiter les émissions de méthane entérique des ruminants

Type de biotechnologies	Principe d'action	Efficacité
Vaccination contre les méthanogènes	limiter la production des méthanogènes	Proposé en 2004 --> Jamais de résultats concrétisés in vivo (Wright et al., 2004)
Anticorps anti-méthanogènes	limiter la production de méthanogènes	Effet transitoire in vitro --> pas efficace in vivo (Cook et al., 2008)
Bactéries acétogènes	Utilisation de l'hydrogène	Seulement test in vitro / pas d'efficacité in vivo en ruminants (Morgavi et al., 2010)
Levures et/ou bactéries propioniques	Modification du profil bactérien du rumen	Quelques essais in vivo --> Efficacité faible / controversée / absence de répétabilité (Doreau et Jouany, 1998 / McGinn et al., 2004)

La réalité est assez décevante et manque d'efficacité, du moins au stade actuel des recherches. Les tests de ces méthodes nécessitent des recherches longues et complexes pour s'assurer des effets positifs sans pour autant avoir des effets croisés négatifs..

L'alimentation

- **Nature des fourrages et proportion de concentrés**
 - **Les fourrages les plus digestibles** émettent plus par kg de matière sèche ingérée que les fourrages les moins digestibles, mais ils fournissent également plus de nutriments énergétiques (acides gras volatils). Indépendamment de leur teneur en glucides et de leur digestibilité, certains fourrages pourraient contribuer à réduire la production de méthane. Des travaux étrangers évoquent souvent la luzerne mais des études récentes suggèrent que ce n'est pas le cas. Ainsi la luzerne déshydratée en remplacement du tourteau de soja ne réduit pas la production de méthane (Doreau et al., 2014a). Il a été récemment montré que le trèfle blanc et le trèfle violet ne contribuent pas à réduire les émissions de méthane (Martin et al., 2016a). En revanche, les plantes riches en tanins réduisent le méthane, par l'intermédiaire d'une action toxique sur les méthanogènes. Une partie de leur effet négatif sur le méthane lorsqu'ils sont substitués à d'autres fourrages est liée à une diminution de leur digestibilité, et donc de l'ensemble des fermentations des glucides. Cette action a été montrée avec des





fourrages tropicaux riches en tanins (Rira et al., 2015), mais aussi avec des plantes comme le sainfoin (Aufrère et al., 2012).

- **L'augmentation du pourcentage de concentré** dans la ration entraîne une diminution de la production de méthane, en grande partie liée à l'augmentation de la part de propionate dans le mélange d'acides gras volatils. La diminution est curvilinéaire, d'autant plus importante que le pourcentage de concentré s'accroît (Sauvant et al., 2011). Même si elle est sensible au-delà de 50% de concentré, c'est à partir de 80% de concentré dans la ration qu'elle est systématiquement très marquée. Ce type de ration, utilisé en France de manière très limitée dans les régimes d'engraissement de bovins, présente des inconvénients : risque potentiel pour la santé de l'animal (acidose digestive), compensation par des émissions accrues des autres gaz à effet de serre (protoxyde d'azote, gaz carbonique) et d'autres impacts environnementaux (eg. potentiel d'eutrophisation plus élevé).
- Les émissions de méthane dépendent surtout des quantités consommées par les animaux et de leur capacité à les digérer. Certains aliments, comme les légumineuses riches en tannins (ex. le lotier, peu présent dans les prairies), conduiraient à une moindre production de méthane, de même que les fourrages jeunes très digestibles. L'effet du mode de récolte et de conservation des fourrages est peu documenté et demande à être précisé.

- Apports de lipides

La solution nutritionnelle actuellement reconnue par la communauté scientifique comme la plus efficace pour réduire les émissions de méthane est le remplacement d'une partie des glucides de la ration par des lipides (Martin et al., 2010, Hristov et al., 2013). La raison essentielle est que les glucides produisent de l'hydrogène, précurseur du méthane, alors que les lipides, qui ne sont pas fermentés dans le rumen, n'en produisent pas. Une seconde raison est l'action négative des lipides sur les protozoaires, connue depuis longtemps (Doreau et Ferlay, 1995).

- Additifs alimentaires

Depuis une dizaine d'années, les chercheurs de nombreux pays explorent des pistes très diverses pour réduire les émissions de méthane, et confrontent leurs résultats. Parmi les additifs dont l'efficacité a été parfois montrée, l'effet de produits chimiques dont la toxicité est probable (chloroforme, bromoethylsulfonate, etc,...), ou d'antibiotiques ionophores interdits dans l'Union Européenne (monensin) a été écarté.

- **Les produits dits « naturels »** comme certaines plantes, extraits de plantes (plantes riches en saponines comme le thé ou extrait d'ail riche en diallyldisulfide par exemple) et huiles essentielles, donnent souvent des résultats positifs dans des essais *in vitro*. Mais ils n'ont pas pour l'instant donné de résultats probants et répétables sur l'animal dans des essais *in vivo*, selon la bibliographie.
- **Les saponines** sont des molécules présentes dans les plantes entraînant une diminution des protozoaires, par suite de l'atteinte à l'intégrité de leurs membranes cellulaires. Elles sont donc susceptibles de réduire la production de méthane. Les résultats obtenus avec des constituants sont souvent convaincants *in vitro*, plus rarement *in vivo* (Goel et Makkar, 2012).
- Autres constituants secondaires des plantes, **les tanins** ont été évoqués lorsqu'ils sont distribués sous forme de fourrages. Mais des extraits de tanins sont également utilisés, et peuvent se révéler efficaces. Ainsi de l'extrait d'*Acacia mearnsii* a permis de réduire la production de méthane en particulier dans un essai de Staerfl *et al.* (2012), d'autres essais ont été récapitulés dans la revue de Doreau *et al.* (2011a).
- Une voie nouvelle pour modifier le méthane est l'addition de **nitrate de calcium** dans la ration (synthèse de Lee et Beauchemin, 2014). Le nitrate se transforme en nitrite puis en ammoniac dans le rumen, et utilise ainsi l'hydrogène. Jusqu'à présent cet additif s'est révélé efficace dans 100% des essais réalisés sur l'animal (une douzaine au total). La formation d'ammoniac implique qu'il doit être employé uniquement avec des rations pauvres en azote fermentescible (ensilage de maïs), et remplacer d'autres sources d'azote fermentescible.
- Récemment une nouvelle molécule, **le 3-nitrooxypropanol (3-NOP)**, a été testée. Cette molécule est un analogue du coenzyme M, impliqué dans la dernière étape



de la chaîne réactionnelle de la méthanogenèse dont l'enzyme clé est la coenzyme M-réductase. Elle a montré une très forte efficacité dans plusieurs essais réalisés depuis 2013, y compris à long terme, sans effet négatif sur les performances de l'animal. A l'heure actuelle, le 3NOP est le produit à action systématique la plus efficace pour réduire la production de méthane ; de nombreux essais sont en cours dans le monde pour préciser les conditions de son action et ses éventuels effets secondaires sur la santé de l'animal. Un produit naturel extrait de la noix de cajou pourrait avoir un mode d'action similaire sur la méthanogenèse grâce à un composé qui pourrait être l'acide anacardique (Shinkai *et al.*, 2012, sur vaches taries), mais l'effet sur la méthanogenèse est plus limité et demande confirmation, et les effets sur les performances animales doivent être précisés.

Tableau 21 : bilan des actions de réduction du méthane entérique par l'alimentation ou sur via des additifs avec efficacité et applicabilité

Action de réduction du méthane entérique par l'alimentation ou sur via des additifs	Efficacité <i>in vivo</i>	Applicabilité (si efficace)
Ration très riches en concentré	Oui	Limitée par choix éthique (durabilité) ou en raison d'autres effets négatifs sur l'environnement
lipides insaturés	Oui	Bonne, mais problème de coût
Plantes riches en tanins	Oui	Pour animaux à besoins modérés
Plantes riches en saponines	variable	Prématurée
Autres plantes, extraits ou huiles essentielles	faible ou non systématique	Pour l'instant limitée, mais intérêt possible à l'avenir
Acides organiques	variable	Faible ; produit coûteux
Nitrate	efficace	Limitée par les risques pour la santé de l'animal et l'acceptabilité par l'éleveur et le consommateur
3-nitrooxypropanol	très efficace	Pas encore commercialisé ; problèmes éventuels d'acceptabilité d'un additif de synthèse par le consommateur
Vaccination, anticorps	?	-
Ajout de levures	non	-
Ajout de souches bactériennes	variable	Prématurée

Source Doreau et al. 2017

L'optimisation des systèmes

Au-delà, d'une réflexion sur l'animal, il est possible de raisonner les émissions de méthane entérique à l'échelle de la ferme. L'optimisation des systèmes d'exploitation passe par une amélioration de la reproduction et la santé des animaux, ainsi on limite le nombre d'animaux sur l'exploitation et par voie de conséquence la production de méthane de ces animaux. Une voie complémentaire est de diminuer l'âge au vêlage des animaux et ainsi de limiter le nombre d'élèves sur la ferme.

Méthode d'estimation des émissions de méthane entérique

Différentes méthodes permettent d'estimer les émissions de méthane des animaux :

- A partir de la ration et ingestion : le nouveau système d'alimentation de l'INRA prend en compte un certain nombre de facteurs permettant d'estimer le méthane émis à partir d'une

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



catégorie animale et une ration donnée. (INRA 2018) Le logiciel CAP2ER (<http://www.cap2er.fr/Cap2er/>) permet également une estimation du méthane entérique à partir de la ration des animaux.

- A partir des acides gras du lait, il existe des équations permettant de calculer le méthane entérique (http://idele.fr/no_cache/recherche/publication/idelesolr/recommends/phenofinlait-phenotypage-fin-du-lait.html)
- A partir du spectre MIR du lait il est également possible d'obtenir une estimation (<http://www.journees3r.fr/spip.php?article3735>)

Bénéfices environnementaux

Les émissions de méthane entérique représentent entre 35 et 50 % des émissions totales de gaz à effet de serre d'une ferme d'élevage de ruminants. Leur réduction peut donc avoir un impact significatif, à condition qu'elle ne s'accompagne pas d'une augmentation des autres GES ou impacts environnementaux.

L'optimisation des systèmes

Limiter le nombre d'animaux sur l'exploitation tout en maintenant une production équivalente, par l'amélioration de la santé du troupeau, la reproduction, l'âge au vêlage, limitera la quantité de méthane entérique de l'exploitation ainsi que son empreinte carbone.

La voie génétique

Il existe une variabilité individuelle à digérer plus ou moins rapidement une ration (lien également avec la flore microbienne du rumen). Les émissions de méthane d'une vache à l'autre au sein d'un même groupe sont très variables : jusqu'à 20 % de différence (consultation www.sillonbelge.be) ! Il a été rapporté que la diminution de 15% du temps de séjour permet de diminuer de 30% la méthanogénèse et par conséquent le méthane entérique.

Les biotechnologies

Les biotechnologies en sont pas suffisamment probantes pour le moment, il n'y a pas suffisamment de publications permettant de proposer cette voie en déploiement en ferme.

L'alimentation

Nature des fourrages et proportion de concentrés

Bien que l'augmentation des concentrés dans la ration permette de limiter les émissions de méthane entérique, elle n'a pas vocation à s'appliquer à toutes les catégories animales et tous les systèmes au détriment de fourrages ou de prairies naturelles, qui permettent de stocker du carbone dans le sol et pourrait dégrader le bilan carbone de l'exploitation.

Apports de lipides

D'après les estimations de Grainger et Beauchemin (2011) et Doreau et al. (2011), l'ajout d'un point de lipides dans la ration, exprimé en % de la matière sèche, entraîne une baisse moyenne de 4% de méthane. L'étude Pellerin et al. (2013) a illustré ceci par un ajout de 3.5 points de lipides (ration passant par exemple de 1,5 à 5% d'acides gras dans la matière sèche).

Additifs alimentaires

Concernant les additifs alimentaires, il est difficile de donner une valeur chiffrée, étant donné leur nombre et la variabilité de la réponse *in vivo* allant de 0 à 30% selon les études et les additifs.
Combinaison de pratiques

Certaines combinaisons semblent avoir des effets bénéfiques cumulatifs sur les émissions de méthane des ruminants (eg. Nitrates + lipides Guyader et al., 2015 – 2016). Cependant, il y a assez peu de recul dans la durée et cela reste encore à étudier.



Effets croisés

Les effets croisés sont variables d'une solution à l'autre mais a priori limités si appliqué correctement. Mais les techniques à diffuser doivent être évaluées en termes de risque potentiels de moindre performance des animaux, d'effet négatif sur leur santé (par exemple troubles métaboliques avec des rations très riches en concentrés) et de possibilité de passage de substances dans le lait ou la viande en cas d'utilisation d'additifs.

Coûts

Concernant la **génétique**, l'arrivée du génotypage pourrait peut-être permettre à moyen terme d'ajouter un critère d'évaluation sur l'émission de méthane. Ce n'est pas proposé actuellement, cela nécessite de pouvoir identifier un gène marqueur.

Concernant, l'**alimentation**, les stratégies peuvent être variées au cours de l'année (période hivernale VS période estivale), entre catégorie animale, couplage de différentes solutions... il est donc difficile de chiffrer, le chiffrage ne peut se faire qu'au cas par cas, selon la situation de départ et l'objectif à atteindre.

Le surcoût/bénéfice lié à la mise en œuvre des différentes pratiques est difficile à évaluer. Concernant, l'**optimisation des systèmes**, l'éleveur doit être gagnant d'un point de vue économique mais cela nécessite d'être évalué au cas par cas selon la situation de départ de l'exploitation et l'objectif fixé.

Applicabilité

L'applicabilité de ces techniques peut être mise en œuvre pour différents objectifs :

- Pour réduire les émissions de méthane entérique par kg de lait, on peut améliorer la reproduction ou la santé des animaux, pour réduire les phases improductives, ou encore utiliser la voie génétique pour avoir des générations plus efficaces,
- Pour réduire les émissions de méthane entérique par kg MS ingérée, on peut jouer sur la nature du régime, ou sur un apport lié aux biotechnologies.

Facteurs incitatifs

Les filières lait et viande (<http://idele.fr/reseaux-et-partenariats/life-beef-carbon.html> / <http://www.ferme-laitiere-bas-carbone.fr/>) et se sont engagés à abaisser leurs émissions de GES afin de contribuer aux engagements climatiques de la France. Des entreprises laitières s'engagent également avec leur producteur de lait, ces démarches ne sont pas axées uniquement sur le méthane entérique mais plus globalement sur des plans multi-actions à l'échelle des exploitations. L'outil CAP'2ER permet de réaliser les empreintes carbone des élevages et de simuler l'effet des plans d'action.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Les deux techniques les plus développées sont : (i) l'optimisation des systèmes, (ii) l'utilisation de lipides dans la ration, cependant cette dernière présente un coût supplémentaire pour l'éleveur. Concernant les biotechnologies et l'utilisation d'additif elles ne sont pas ou très peu développées en lien avec les incertitudes sur leur efficacité.

Pour en savoir plus

- Aufrère J., Theodoridou K., Baumont R., 2012. Valeur alimentaire pour les ruminants de légumineuses contenant des tanins condensés en milieux tempérés. *Inra Productions Animales*, 25, 29-44.
- BENCHAAR C., POMAR C. and CHIQUETTE J., 2001. Evaluation of dietary strategies to reduce methane production in ruminants: a modeling approach. *Canadian Journal of Animal Science* n°81, pages 563-574.
- Cook S.R., Maiti P.K., Chaves A.V., Benchaar C., Beauchemin K.A., McAllister T.A., 2008. Avian (IgY) anti-methanogen antibodies for reducing ruminal methane production: in vitro assessment of their effects. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48, 260-264.

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



- Doreau M., Jouany J.P., 1998. Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 81, 3214-3221.
- Doreau M., Ferlay A., 1995. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. *Livestock Production Science*, 43, 97-110.
- Doreau M., Martin C., Eugène M., Popova M., Morgavi D.P., 2011a. Leviers d'action pour réduire la production de méthane entérique par les ruminants. In : *Gaz à effet de serre en élevage bovin : le méthane*. Doreau M., Baumont R., Perez J.M. (Eds). Dossier, INRA Productions Animales, 24, 461-474.
- Doreau M., Ferlay A., Rochette Y., Martin C., 2014a. Effects of dehydrated lucerne and soya bean meal on milk production and composition, nutrient digestion, and methane and nitrogen losses in dairy cows receiving two different forages. *Animal*, 8, 420-430.
- Doreau M., Bamière L., Pellerin S., Lherm M., Benoit M., 2014b. Mitigation of enteric methane for French cattle: Potential extent and cost of selected actions. *Animal Production Science*, 54, 1417-1422.
- Doreau M., Van der Werf H.M.G., Nguyen T.T.H., Martin C., Bauchart D., Lherm M., Micol D., Mialon M.M., 2014c. Les rations d'engraissement de taurillons: éléments d'évaluation de la durabilité. *Viandes et Produits Carnés, hors-série 15e JSMTV*, 13-14.
- Doreau M., Martin C., Morgavi D.-P., 2017. Réduire les émissions de méthane entérique par l'alimentation des ruminants. *Viande & Produits carnés – juin 2017*. VPC-2017-33-2-7. 11p <https://www.viandesetproduitscarnes.fr/index.php/en/842-reduire-les-emissions-de-methane-enterique-par-l-alimentation-des-ruminants> - consulté en juillet 2019
- GIGER, REVERDIN, 2000. Modélisation empirique des facteurs de variation des rejets de méthane par les ruminants. *Rencontre Recherche Ruminants*, 7, pages 187-190.
- Goel G., Makkar H.P.S., 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Tropical Animal Health Production*, 44, 729-739.
- Grainger C., Beauchemin K.A., 2011. Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 308-320.
- Guyader J., Eugène M., Meunier B., Doreau M., Morgavi D.P., Silberberg M., Rochette Y., Gérard C., Loncke C., Martin C., 2015. Additive methane-mitigating effect between dietary linseed oil and nitrate fed to cattle. *Journal of Animal Science*, 93, 3564-3577.
- Guyader J., Doreau M., Morgavi D.P., Gérard C., Loncke C., Martin C., 2016. Long-term effect of linseed plus nitrate fed to dairy cows on enteric methane emission and nitrate and nitrite residuals in milk. *Animal*, 10, 1173-1181.
- Lee C., Beauchemin K.A., 2014. A review of feeding supplementary nitrate to ruminant animals: nitrate toxicity, methane emissions, and production performance. *Canadian Journal of Animal Science*, 94, 557-570.
- MARTIN C., MORGANI D. P., DOREAU M., 2009. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, 3(1), pages 1-15.
- Martin C., Morgavi D.P., Doreau M., 2010. Methane mitigation in ruminants : from microbe to the farm scale. *Animal*, 4, 351-365.
- Martin C., Copani G., Niderkorn V., 2016a. Impacts of forage legumes on intake, digestion and methane emissions in ruminants. *Legume Perspectives*, 12, 24-25.
- McGinn S.M., Beauchemin K.A., Coates T., Colombatto D., 2004. Methane emissions from beef cattle : effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. *Journal of Animal Science*, 82, 3346-3356.
- Morgavi D.P., Forano E., Martin C., Newbold C.J., 2010. Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*, 4, 1024-1036.
- Rira M., Morgavi D.P., Archimède H., Marie-Magdeleine C., Popova M., Bousseboua H., Doreau M., 2015. Potential of tannin-rich plants for modulating rumen microbes and ruminal fermentation in sheep. *Journal of Animal Science*, 93, 334-347.
- Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques.

Rapport d'étude, INRA (France), 454p. – <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Etude-Reduction-des-GES-en-agriculture>

- Sauvant D., Giger-Reverdin S., Serment A., Broudiscou L., 2011. Influences des régimes et de leur fermentation dans le rumen sur la production de méthane par les ruminants. In : Gaz à effet de serre en élevage bovin : le méthane. Doreau M., Baumont R., Perez J.M. (Eds). Dossier, INRA Productions Animales, 24, 433-446.
- Staerfl S.M., Zeitz J.O., Kreuzer M., Soliva C.R., 2012. Methane conversion rate in bulls fattened on grass or maize silage as compared with the IPCC default values, and the long-term methane mitigation efficiency of adding acacia tannin, garlic, maca and lupine. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 148, 111-120.
- Shinkai T., Enishi O., Mitsumori M., Higuchi K., Kobayashi Y., Takenaka A., Nagashima K., Mochizuki M., Kobayashi Y., 2012. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nut shell liquid. *Journal of Dairy Science*, 95, 5308-5316.
- Sillon Belge : <https://www.sillonbelge.be/2315/article/2018-04-15/diminuer-les-emissions-de-methane-en-adaptant-la-ration-alimentaire#2314> consulté le 31/07/2019.
- Wright A.D.G., Kennedy P., O'Neill C.J., Toovey A.F., Popovski S., Rea S.M., Pimm C.L., Klein L., 2004. Reducing methane emissions in sheep by immunization against rumen methanogens. *Vaccine*, 22, 3976-3985.

Contacts : elise.lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B3 - Réduction des émissions de méthane entérique. 9 pages.





Conception des sols

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac dans les bâtiments d'élevage des animaux.

Dans les bâtiments d'élevage, les déjections animales réparties sur les aires de circulation des animaux sont en contact permanent avec l'atmosphère. Les échanges gazeux et notamment d'ammoniac avec l'air ambiant, dépendent d'un nombre de critères importants (alimentation, mode de logement, ventilation, température, ...) qui conditionnent les possibilités de réduction des émissions. Quelle que soit la production, le principe de la technique est de limiter le temps et/ou la surface d'échanges entre les rejets des animaux et l'air ambiant pour limiter au maximum la volatilisation d'ammoniac.

Mise en place

Les études pratiquées en bâtiment vaches laitières mettent en évidence un effet déterminant du facteur surface souillée par les rejets des animaux sur la volatilisation. En système lisier comme en système fumier, toute augmentation de surface se traduit par une volatilisation supérieure (Dollé *et al.*, 2000).

De nombreuses études ont été menées à l'étranger en vue d'étudier les moyens de réduire les émissions en agissant sur la conception des sols.

L'une des premières pistes a été la réduction de la surface occupée par les animaux. Verboon (1995) identifie une réduction de la volatilisation proportionnellement à la réduction de la surface souillée par les rejets des animaux. Très vite, cette piste a été abandonnée pour des problèmes de circulation des animaux dans les couloirs.

Des travaux ont également porté sur la recherche d'une évacuation rapide des urines par la réalisation de couloirs en « V » avec une pente de 3 % vers une rigole centrale dirigée vers la fosse de stockage. Ce principe qui permet selon Verboon (1995) une réduction de 50 à 70 % des émissions d'ammoniac, a également été abandonné du fait des problèmes de glissance à l'origine de nombreuses chutes des animaux.

L'influence du type de sol a également été étudiée, notamment en remplaçant des caillebotis béton par des caillebotis acier (Verboon, 1995). Après cinq mois d'utilisation, les concepteurs ont renoncé à cette solution étant donné les nombreuses boiteries causées par ce type de sol.

Parallèlement, l'application d'une résine époxy sur sol plein et sol caillebotis pour obtenir un sol lisse et une évacuation rapide des urines a été testée par Groenestein (1993) et Swierstra *et al.* (1994). Il apparaît que cette couche de finition est parfaitement inefficace lorsque les rejets des animaux sont laissés sur le sol. Par contre, le raclage fréquent qui n'a aucune incidence sur la volatilisation en sol normal (Oosthoek *et al.*, 1990), permet une réduction de la volatilisation d'ammoniac si le sol est recouvert d'une couche de finition (Groenestein, 1993).

Bénéfices environnementaux

Une réduction de la volatilisation d'ammoniac qui peut atteindre 20 à 30 %.



Effets croisés

Effets néfastes potentiels sur le bien-être des animaux selon la technique employée.

Une diminution des émissions d'ammoniac au bâtiment entraîne des effluents à épandre plus riches en azote.

Coûts

Les techniques testées étant le plus souvent peu compatibles avec la santé et le bien-être des animaux, il y a peu d'éléments de coût.

Applicabilité

Il apparaît clairement suite aux études réalisées qu'un objectif de réduction des émissions par modification du type de sol est difficilement compatible avec la santé des animaux et se traduit généralement par une accentuation des risques relatifs au bien-être.

Facteurs incitatifs

Il n'y a pas de facteurs incitatifs pour la mise en place de ces techniques.

État des lieux de l'application de cette technique

Pas d'information actualisée

Pour en savoir plus

- DOLLE J.B., CAPDEVILLE J., MARTINEZ J., PEU P., 2000. Émissions d'ammoniac en bâtiment et au cours du stockage des déjections en élevage bovin. Institut de l'Élevage, 62 p.
- GROENSTEIN, 1993. Animal waste management and emission of ammonia from livestock housing. Fourth International Symposium University of Warwick Coventry, England pages 1169-1175
- OOSTHOEK J., KROODSMA W. and HOEKSMAN P., 1990. Ammonia emissions from dairy and pig housing systems – In : Odour et ammonia emissions from livestock production – Elsevier Applied Science : 31-41
- SWIERSTRA D., BRAAM C.R., SMITS M.C., 2001. Grooved floor system for cattle housing : Ammonia emission reduction and good slip resistance. American Society of Agricultural Engineers. 17 (1), 85-90.
- VERBOON MC (1995) : A reduction of ammonia emissions from cubicle house and slurry storage. Research station for cattle, sheep, and horses husbandry, pages 32-35

Contacts : Jean-Baptiste.dolle@idele.fr ; Elise.Lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B4 - Conception des sols. 2 pages.



Catégories animales

Tous les bovins

ImpactsNH₃

Ventilation des bâtiments

Objectif et principe

Assurer l'évacuation des gaz toxiques (CO₂, NH₃) tout en apportant l'oxygène nécessaire à la respiration des animaux.

Maintenir une température adaptée au stade physiologique des animaux pour de bonnes performances, en étant en bonne santé et sans troubles du comportement.

La mise en place de la ventilation (dynamique ou statique) dans les élevages a pour principal objectif la gestion de la température ambiante et l'élimination de certains gaz comme le dioxyde de carbone et l'ammoniac.

Mise en place

Les travaux conduits sur les bâtiments pour vaches laitières à ventilation naturelle (Dollé, Capdeville 2000) ont mis en évidence que toute augmentation du débit d'air se traduisait par une augmentation des émissions. Il convient donc d'éviter les courants d'air non justifiés néfastes pour les animaux et propices aux émissions d'ammoniac. Par ailleurs, le débit d'air étant lié aux conditions climatiques, il est difficile d'intervenir sur ce facteur, sans compter qu'une réduction du débit porterait préjudice aux conditions d'ambiance du bâtiment et à la santé des animaux.

**Bénéfices environnementaux**

Une réduction du débit d'air permet de limiter les émissions d'ammoniac.

Effets croisés

Toute réduction du débit d'air peut porter préjudice aux conditions d'ambiance du bâtiment et à la santé des animaux de même que toute situation de courant d'air en période hivernale.

Coûts

Pas d'information actualisée.

Applicabilité

Le débit d'air étant lié aux conditions climatiques, il est difficile d'intervenir sur ce facteur. Toutefois, les bâtiments doivent être ventilés selon les recommandations en vigueur (dimensionnement et protection des surfaces ventilées,...).

Facteurs incitatifs

Il n'y a pas de facteurs incitatifs pour la mise en place de cette technique.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Pas d'information actualisée.

Pour en savoir plus

- Capdeville J., Tillie M., 1995. L'ambiance dans les bâtiments d'élevage bovin, ovin, caprin et équin. Paris, Institut de l'Élevage, 64 p.
- Capdeville et al (1990) – Le point sur l'ambiance
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Dollé J.B. et Capdeville J., 1998. Émission d'ammoniac dans les bâtiments vaches laitières à ventilation naturelle. Renc. Rech. Ruminants, 5, 291-295
- Dollé J.B., Capdeville J., Martinez J., Peu P., 2000. Émissions d'ammoniac en bâtiment et au cours du stockage des déjections en élevage bovin. Institut de l'Élevage, 62 p.

Contacts : Jean-Baptiste.dolle@idele.fr ; Elise.Lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Ventilation des bâtiments. 2 pages.





Catégories animales

Vaches laitières

Impacts

GES
Energie

Prérefroidisseur de lait

Objectif et principe

Réduire les consommations d'énergie liées au refroidissement du lait.

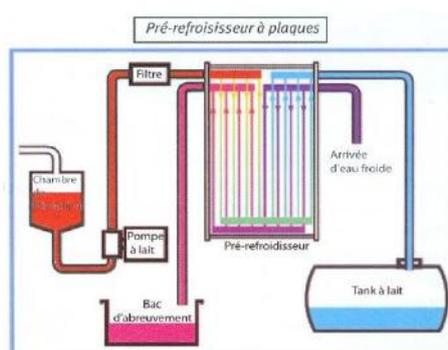
Le bloc traite représente 80 à 95 % des consommations électriques d'une exploitation laitière réparties en trois postes principaux : le tank à lait, le chauffe-eau, la pompe à vide. Le tank est le principal poste énergivore au sein de l'installation de traite. En effet, pour refroidir un litre de lait de 35°C à 4°C, le tank consomme en moyenne 27 Wh. Des équipements ou des aménagements spécifiques peuvent permettre de réduire la consommation d'énergie de ce poste.

Mise en place

Le prérefroidisseur de lait abaisse la température du lait avant son arrivée dans le tank en transférant ses calories vers de l'eau, au moyen d'un échangeur de chaleur positionné entre la pompe à lait et le tank. Le lait (environ à 35°C) rejoint le tank via un circuit en inox qui est en contact avec de l'eau froide circulant à contrecourant dans un autre circuit. Selon la température et le débit de l'eau, le lait peut être refroidi entre 18 et 23°C. Il faut ainsi compter 1,5 à 2,5 L d'eau par litre de lait (50 à 60 L d'eau/VL/jour). L'eau tiède (environ 15 à 80 °C) peut être utilisée pour l'abreuvement des animaux ou pour le lavage des quais.

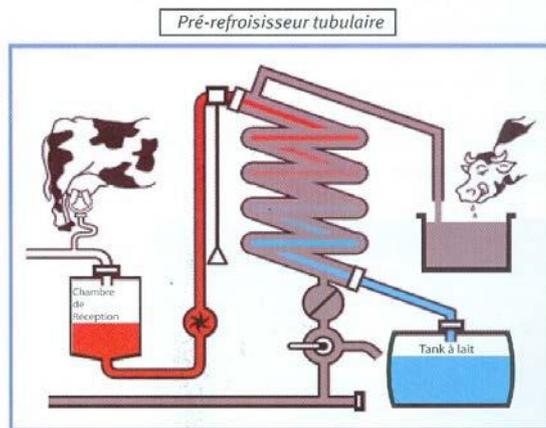
Il existe deux types de pré-refroidisseurs :

- **Les pré-refroidisseurs à plaques**, constitués d'un empilement de plaques dont le nombre peut être modulé en fonction de la taille de l'installation.



Source : Institut de l'élevage, Frigélaït / Fr2e

- **Les pré-refroidisseurs tubulaires**, sont des échangeurs à dimensionnement fixe, plus encombrants que les précédents.



Source : Institut de l'élevage, Frigélaït / Fr2e

		
Modèle	Tubulaire	A plaques
Encombrement	Important Au-delà de 12 à 16 postes, prévoir 2 équipements en parallèle	Faible (modulable selon le nombre de postes)
Perte de charges	Faible	Forte (incidence sur la pompe à lait)

Comparaison des deux types de prérefroidisseurs

Source : Institut de l'élevage, 2009

Bénéfices environnementaux

L'installation d'un prérefroidisseur de lait permet de réduire la consommation électrique du tank de 40 à 50 % en abaissant la température du lait avant son arrivée dans le tank. Le tank à lait consomme en moyenne 190 kWh/VL/an (selon l'étude URE de l'ADEME, 2006), soit une économie de 74 à 93 kWh/VL/an.

Effets croisés

Toute réduction de la consommation d'énergie aura également un effet positif sur les émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂

Coûts

Le coût indicatif pour l'achat d'un prérefroidisseur de lait est compris entre 3 500 et 4 000 € (HT), soit 70 à 80 €/VL (75 €/VL en moyenne).

Pour le raisonnement avant achat de ce matériel, il faudra prévoir le coût d'entretien et de maintenance.

La réduction de la consommation d'énergie du tank réalisée avec le prérefroidisseur permet d'économiser entre 3,7 et 7,4 €/VL/an. Le retour sur investissement est d'environ 9 ans.



Applicabilité

On veillera à être particulièrement vigilant sur le réglage du prérefroidisseur et s'assurer de la valorisation de l'eau tiède pour ne pas augmenter la consommation d'eau de l'élevage.

La mise en place de cet équipement dans les élevages laitiers est en cours dans le cadre du plan de performance énergétique.

Facteurs incitatifs

Le plan de performance énergétique permet de financer en partie le coût d'investissement lié à l'achat de cet équipement.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Nous n'avons pas d'information à jour.

Pour en savoir plus

- ADEME, Chambre d'agriculture (2009) : Les consommations d'énergie en bâtiment laitier, Institut de l'élevage, 31 p.
- Institut de l'élevage, Chambre d'agriculture de Picardie (2008) : Maîtrise de la consommation d'énergie.
- ADEME, Institut de l'élevage, FR2E (2002) : Maîtrise de la demande d'électricité.

Contacts: jean-louis.poulet@idele.fr - elise.lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B15 – Bloc traite – Prérefroidisseur de lait. 3 pages.





Récupérateur de chaleur sur le tank à lait

Objectif et principe

Réduire les consommations d'énergie liées au nettoyage du bloc traite en préchauffant l'eau nécessaire.

Le bloc traite représente 80 à 95 % des consommations électriques d'une exploitation laitière réparties en trois postes principaux : le tank à lait, le chauffe-eau, la pompe à vide.

Pour refroidir un litre de lait de 35°C à 4°C, le tank consomme en moyenne 27 Wh. Le récupérateur de chaleur sur le tank à lait permet de préchauffer l'eau nécessaire au nettoyage de l'installation de traite en récupérant les calories évacuées.

Mise en place

Les calories extraites du lait sont dispersées dans l'air ambiant sous forme de chaleur. Le récupérateur de chaleur permet de recueillir ces calories pour préchauffer l'eau, grâce à un échangeur de chaleur placé sur le circuit du fluide frigorigène du tank, entre le compresseur et le condenseur ventilé.

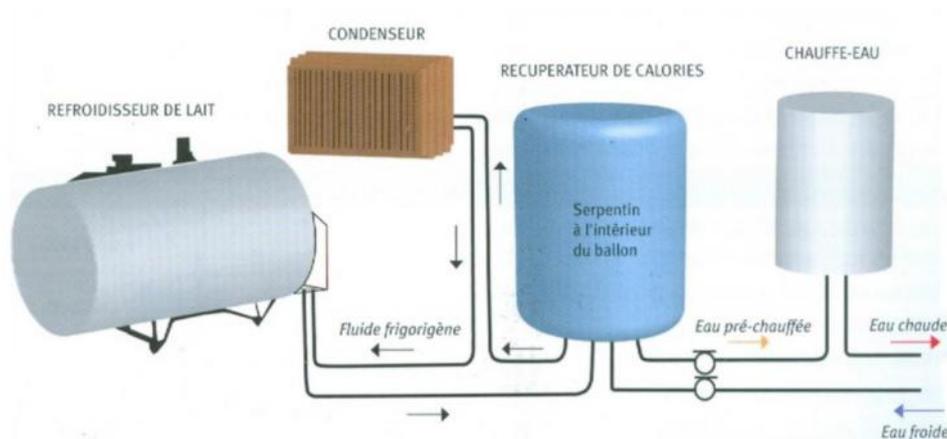


Schéma de fonctionnement d'un récupérateur de chaleur

Source : Institut de l'élevage

La chaleur récupérée permet de préchauffer l'eau à environ 55°C. Celle-ci est stockée dans un ballon, éventuellement relié à un chauffe-eau qui sert d'appoint.

Il existe deux types de matériel sur le marché :

- **Les récupérateurs à échangeurs tubulaires internes** : le fluide frigorigène du tank circule dans un serpentin situé dans un ballon de stockage de l'eau à réchauffer. Le serpentin étant directement dans l'eau, il doit être de bonne qualité pour éviter qu'il ne se perce. Si tel est le cas, l'eau passe dans le système de refroidissement du tank entraînant une panne très grave.



- **Les récupérateurs à échangeurs à plaques** : le fluide frigorigène et l'eau à réchauffer circulent à contre-courant dans un échangeur à plaques en inox ; l'eau préchauffée est stockée dans un ballon relié au chauffe-eau. L'échangeur à plaques est plus sensible à l'encrassement et au colmatage.



Modèle	A plaques	Ballon de stockage avec serpentins d'échanges (tubulaire)
Encombrement	Faible	Important
Chauffage d'appoint	Oui	Oui
Précautions	Risques d'entartrage	Entretien identique à un ballon d'eau chaude

Comparaison des deux types de récupérateur de chaleur

Source : Institut de l'élevage

Il faut compter 1 L d'eau chaude pour 3 à 4 L de lait.

Bénéfices environnementaux

Le récupérateur permet une économie d'énergie comprise entre 70 et 80 % de la consommation du chauffe-eau. Or, le chauffe-eau consomme en moyenne 120 kWh/VL/an environ (selon l'étude URE de l'ADEME, 2006), soit une économie de 84 à 96 kWh/VL/an.

Effets croisés

Toute réduction de la consommation d'énergie aura également un effet positif sur les émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂

Coûts

Le coût d'investissement pour des récupérateurs tubulaires internes ayant un volume de ballon de 200 à 300 L, est sensiblement identique au coût d'un récupérateur à échangeur à plaques. Au-delà de ce volume, le coût est supérieur.

Il faut compter entre 2 500 et 3 500 € (HT) pour l'achat d'un récupérateur de chaleur installé sur le tank à lait, soit entre 50 et 70 €/VL (60 €/VL en moyenne). A l'achat de ce matériel, il faudra prévoir le coût d'entretien et de maintenance, à raison d'une visite d'entretien tous les 2 ans.

La réduction de la consommation d'énergie du chauffe-eau réalisée avec le récupérateur de chaleur du tank à lait permet d'économiser entre 4,2 et 7,7 €/VL/an. Le retour sur investissement de ce type d'équipement est d'environ 5 à 8 ans.

Applicabilité

L'installation doit être réalisée par un professionnel, avec l'accord de la laiterie si celle-ci est propriétaire du tank. Il faut faire attention à ne pas modifier la pression de fonctionnement du tank.

Le ballon intermédiaire où est stockée l'eau doit être adapté au volume d'eau nécessaire pendant la traite et au moins égal à une fois la taille du chauffe-eau.

Il est préférable de disposer d'une eau douce exempte d'impuretés, permettant de limiter l'encrassement de l'installation.

La mise en place de cet équipement dans les élevages laitiers est en cours dans le cadre du plan de performance énergétique.

Facteurs incitatifs

Le plan de performance énergétique permet de financer en partie le coût d'investissement lié à l'achat de cet équipement.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Nous n'avons pas d'information à jour.

Pour en savoir plus

- ADEME, Chambre d'agriculture (2009) : *Les consommations d'énergie en bâtiment laitier, Institut de l'élevage, 31 p.*
- Institut de l'élevage, Chambre d'agriculture de Picardie (2008) : *Maîtrise de la consommation d'énergie.*
- ADEME, Institut de l'élevage, FR2E (2002) : *Maîtrise de la demande d'électricité.*

Contacts: jean-louis.poulet@idele.fr - elise.lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B16 – Récupérateur de chaleur sur le tank à lait. 3 pages.*



Catégories animales

Vaches laitières

ImpactsGES
Energie

Optimisation de l'isolation et de la ventilation de la laiterie

Objectif et principe

Réduire les consommations d'énergie liées au tank à lait.

Le tank à lait est un poste énergivore pour le refroidissement du lait. Sa consommation d'énergie est directement liée à la température, la qualité de la ventilation et le positionnement du tank.

Une bonne maîtrise de ses différents points est nécessaire pour optimiser ses consommations d'énergie sur le tank à lait.

Mise en place

Entretien du tank à lait :

L'entretien du tank à lait est primordial pour un fonctionnement optimal et donc une économie d'énergie.

L'entretien du groupe froid en particulier doit être réalisé avec attention :

- *Nettoyer une fois par mois avec une brosse non métallique le tank et le groupe frigorifique pour une meilleure performance.*
- *Dépoussiérer régulièrement les ailettes du radiateur de refroidissement.*
- *Vérifier régulièrement que le condenseur est dégagé et le nettoyer.*

Isolation et ventilation de la laiterie :

Les consommations d'électricité du tank à lait sont directement liées à la température ambiante dans le local de stockage du lait. En conséquence, il est important de bien isoler le local de stockage du lait et de ventiler correctement le condenseur du tank à lait, tout en assurant une bonne hygiène et la sécurité du stockage.

- *Disposition du tank à l'intérieur de la laiterie :*

Il faut disposer d'une entrée d'air basse d'au moins 0,85 m³ et d'une sortie d'air au moins égale à la surface du condenseur du groupe frigorifique, comme le présente le schéma suivant.



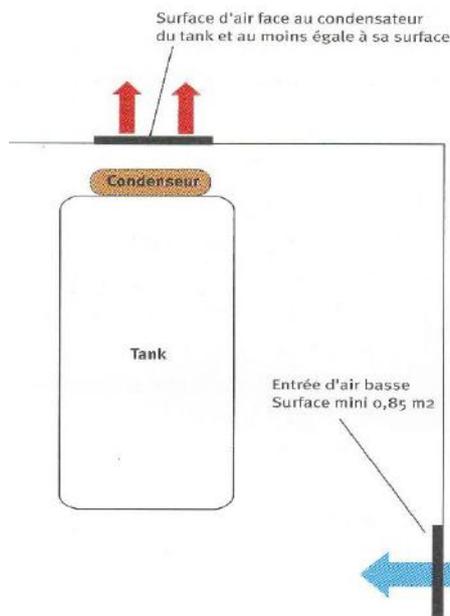


Schéma de disposition du tank à l'intérieur de la laiterie

Source : Institut de l'élevage

○ Autres aménagements envisageables :

Le groupe frigorifique peut être installé à l'extérieur, à une distance maximale de 10 m du tank et sous un abri ventilé.

La partie arrière du tank peut être installée avec le groupe frigorifique à l'extérieur sur une dalle en béton et sous abri clos et bien ventilé. La partie avant du tank reste à l'intérieur de la laiterie. La paroi de séparation peut être réalisée par des panneaux à base de tôle d'acier et d'isolant ou bien par une cloison en bois doublée de lambris en PVC côté laiterie. La découpe devra épouser la forme du tank

En été, lors de fortes chaleurs, il est important d'apporter plus de ventilation par l'ouverture des fenêtres et/ou portes.

Bénéfices environnementaux

L'entretien du tank à lait et en particulier du bloc froid permettrait d'économiser 5 à 10% de la consommation du tank. L'économie peut donc aller du simple au double, soit entre 9 et 19 kWh/VL/an.

Une diminution de 5°C de la température ambiante de la laiterie permet une économie de 18 % sur la consommation du tank, soit environ 33,5 kWh/VL/an. Le meilleur rendement du groupe froid est observé pour une température ambiante de 10°C.

Tout aménagement de la laiterie visant à améliorer la ventilation permet une réduction de la consommation du tank comprise entre 10 et 20 %, soit entre 19 et 37 kWh/VL/an.

Effets croisés

Toute réduction de la consommation d'énergie aura également un effet positif sur les émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂

Coûts

Les aménagements à mettre en œuvre dans une laiterie pour réduire les consommations du tank sont variés et nécessitent des investissements très différents, parfois nuls ou pouvant atteindre 1 000 à 1 500 €, soit 0 à 30 €/VL. L'investissement peut être plus lourd pour positionner le groupe froid ou le tank à l'extérieur de la laiterie.

L'entretien du tank peut permettre une économie d'énergie entre 0,45 et 1,5 €/VL/an. Les aménagements sur la conception de la laiterie permettent une économie de 0,9 à 3 €/VL/an. Sur



la base d'une économie potentielle de 20 %, le retour sur investissement sera compris entre 0 et 10 ans.

Applicabilité

Le positionnement du tank doit être intégré dès la conception du bâtiment.

Facteurs incitatifs

Le plan de performance énergétique permet de financer en partie le coût d'investissement lié à l'achat de cet équipement.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Nous n'avons pas d'information à jour.

Pour en savoir plus

- *ADEME, Chambre d'agriculture (2009) : Les consommations d'énergie en bâtiment laitier, Institut de l'élevage, 31 p.*
- *Institut de l'élevage, Chambre d'agriculture de Picardie (2008) : Maîtrise de la consommation d'énergie.*

Contacts: jean-louis.poulet@idele.fr jean-baptiste.dollé@idele.fr - elise.lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B17 – Optimisation de l'isolation et de la ventilation de la laiterie. 3 pages.



Catégories animales

Vaches laitières

ImpactsGES
Energie

Optimisation du temps de traite

Objectif et principe

Réduire le temps d'utilisation de la pompe à vide en réduisant le temps de traite.

Le fonctionnement de la pompe à vide de la machine à traire représente 15 % de la consommation d'électricité de l'élevage laitier.

Le choix de traire vite ou de traire plus longtemps peut avoir une incidence sur les consommations d'électricité.

Mise en place

Selon le choix d'équipements de traite, le volume de réserve du vide et donc la puissance de la pompe à vide peuvent varier pour un même effectif de vaches.

Nombre de postes de traite	Volume de réserve de vide (litre)	Puissance de la pompe à vide (kW)
6 à 10	900	2,2
10 à 14	1 200	3
12 à 16	1 600	4
16 à 24	2 200 à 3 000	5,5 à 7,5

Source : CROCIT Bretagne

Variation du volume de réserve du vide et de la puissance de la pompe à vide en fonction de l'équipement de traite choisi

Source : Institut de l'élevage, 2009

Ainsi, choisir de traire plus longtemps avec une salle de traite plus petite, et donc une pompe à vide moins puissante, ne permet pas de gagner significativement en consommation d'énergie. De même, choisir de traire plus rapidement avec une salle de traite suréquipée, dans les troupeaux moyens, ne permet pas non plus d'économiser systématiquement sur la consommation d'énergie. La durée de fonctionnement réduite ne compense pas la puissance supérieure de la pompe. Ce phénomène s'explique par l'effet de seuil entre le nombre de postes et la puissance de la pompe à vide.

Une durée de fonctionnement réduite ne compense pas la puissance supérieure de la pompe. Des économies d'énergie sont néanmoins possibles en utilisant une pompe correctement adaptée.





Nbre de vaches	Traite classique en 1h/1h15			Traite rapide en 45 min				Traite longue en 1h30/2h			
	Nbre de postes	Puiss. pompe à vide (kW)	Cons. elect. (kWh/VL/an)	Nbre de postes	Puiss. pompe à vide (kW)	Cons. elect. (kWh/VL/an)	Ecart./traite classique (en %)	Nbre de postes	Puiss. pompe à vide (kW)	Cons. elect. (kWh/VL/an)	Ecart./traite classique (en %)
45	10	3	61	12	4	65	107	6	2,2	62	103
55	12	4	66	16	5,5	73	110	8	2,2	51	84
85	20	5,5	59	24	7,5	64	109	10	3	58	95
110	24	7,5	75	28	7,5	50	67	12	4	60	98
140	32	7,5	59	36	7,5	39	67	20	5,5	65	106

Consommation d'électricité calculée en fonction de la puissance de la pompe à vide pour différents temps de traite

Source : Institut de l'élevage

Bénéfices environnementaux

Des économies d'énergie sont possibles en utilisant une pompe correctement dimensionnée. Par exemple, pour traire 55 vaches, l'option «8 postes en 1h30/2h» permet 15 % d'économie par rapport à l'option «12 postes en 1h/1h15» car on franchit un seuil nécessitant le passage à une pompe de 2,2 à 4 kW.

L'adaptation du temps de traite permet donc d'économiser en général entre 10 et 20 % de la consommation de la pompe à vide, soit entre 6,8 et 13,6 kWh/VL/an.

Effets croisés

Toute réduction de la consommation d'énergie aura également un effet positif sur les émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂

Coûts

L'investissement lié à l'optimisation du temps de traite peut être compris entre 0 et 100 €, soit 0 à 10 €/VL.

La réduction sur la consommation d'énergie de la pompe à vide permet de réaliser une économie comprise entre 0,3 et 1,1 €/VL/an.

Applicabilité

On veillera à l'achat à ne pas choisir une réserve de vide trop importante pour avoir un bon compromis entre puissance de pompe à vide et temps de traite. Par la suite on peut réduire la réserve de vide par la réduction de la vitesse de rotation, ou par le changement de la pompe à vide à condition de disposer d'une réserve de vide suffisante pour le lavage.

On peut aussi favoriser le déplacement des animaux à l'intérieur de la salle de traite, ce qui permet de réduire le temps de traite et donc le temps de fonctionnement de la pompe à vide.

Facteurs incitatifs

Le plan de performance énergétique permet de financer en partie le coût d'investissement lié à la mise en place de ces techniques.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Nous n'avons pas d'information à jour.

Pour en savoir plus

- ADEME, Chambre d'agriculture (2009) : Les consommations d'énergie en bâtiment laitier, Institut de l'élevage, 31 p.
- Institut de l'élevage, Chambre d'agriculture de Picardie (2008) : Maîtrise de la consommation d'énergie.

Contacts: jean-louis.poulet@idele.fr jean-baptiste.dollé@idele.fr - elise.lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B18 – Optimisation du temps de traite. 3 pages.



Catégories animales

Tous les bovins

ImpactsEnergie
GES

Consommation de fioul du tracteur

Objectif et principe

Réduire les consommations de fioul liées au fonctionnement du tracteur d'élevage.

La consommation annuelle de carburant est liée à différents facteurs comme : le type de matériel utilisé pour les différents travaux (paillage, curage, raclage, distribution aliments), la distribution des fourrages selon leur type, le type de logement des animaux, l'organisation des tâches,...

Le fioul consommé en bâtiment représente 30 à 50 % des consommations totales de l'exploitation. L'optimisation des circuits de travail et des équipements ainsi que l'automatisation de certaines tâches peuvent permettre de réduire les niveaux de consommations.

Mise en place

Système fourrager :

Le système fourrager influence la consommation de fioul en bâtiment, notamment lors de la distribution de l'alimentation. Ainsi, le libre-service permet de limiter l'utilisation du tracteur pour la distribution de l'aliment, qui représente 54 % de la consommation de carburant en bâtiment.

Type de déjections :

Les systèmes lisier apparaissent nettement plus économes en fioul que les systèmes mixtes ou fumier.

Fonctionnement du tracteur d'élevage :

L'organisation des circuits et la dimension des équipements (désileuse) conditionnent le nombre de déplacements sur le site d'exploitation. Dans tous les cas, il faut privilégier un circuit court entre le silo à fourrage (silo à concentrés) et la table d'alimentation.

L'organisation du travail doit permettre d'éviter de laisser le tracteur "tourner" inutilement. Limiter les obstacles comme les barrières ou les portes à manœuvrer évite les temps morts. La conception de bâtiments semi-ouverts permet un accès fluide à la table d'alimentation. L'enchaînement des tâches à réaliser sur l'exploitation peut également être optimisé par un diagnostic travail réalisé par les organismes de conseil.

Le mode de conduite est aussi un facteur déterminant sur les consommations de fioul.

Le réglage du moteur du tracteur permet de s'assurer de son bon fonctionnement et de vérifier que ses performances sont proches de celles annoncées par le constructeur. Pour tester ces performances, on passe le tracteur au banc d'essai. Différents opérateurs (dont des associations pour la maîtrise de l'énergie) peuvent proposer cette prestation. A l'issue du test, des réglages du moteur peuvent améliorer les performances de consommation de fioul.





Raclage mécanisé des déjections :

L'opération de raclage consiste à acheminer les déjections du lieu de production dans le bâtiment vers l'ouvrage destiné au stockage (fumière ou fosse). Les racleurs automatisés à chaînes ou hydrauliques, plus économes en énergie, remplacent dans certaines exploitations les racleurs sur tracteur.

Bénéfices environnementaux

Les systèmes avec moins de 10% de maïs dans la SFP (systèmes herbagers) dépensent 12 L de fioul/VL/an en moins que les systèmes avec 30 % de maïs dans la SFP (systèmes maïs) (Figure 1).

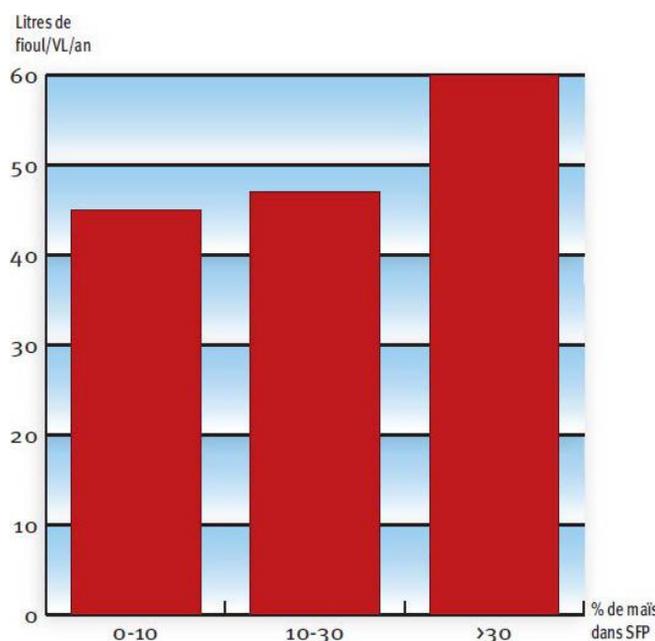


Figure 1 : Consommation annuelle de fioul par VL en fonction du type de système fourrager

Source : Institut de l'élevage, 2009

La consommation moyenne des systèmes lisier est de 37 L/VL/an, contre 54 L/VL/an pour les systèmes fumier. Cette consommation annuelle correspond à 5,2 L de fioul/mois de distribution/VL en système lisier contre 6,7 L pour les systèmes fumier (Figure 2).

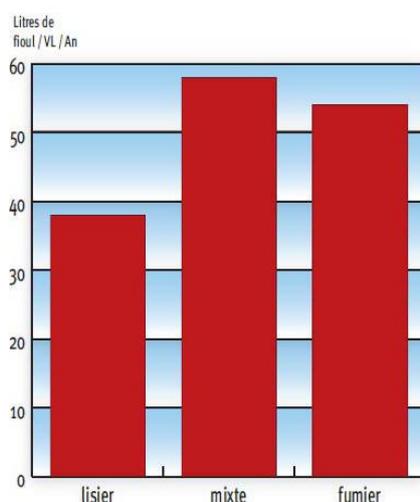


Figure 2 : Consommations de fioul liées au paillage et à la gestion des déjections en fonction du type déjections

Source : Institut de l'élevage, 2009

Une conduite économique peut permettre une réduction des consommations comprises entre 10 à 15 % (source : AILE). Des stages de conduite sont pour cela proposés par différentes structures. Avec une conduite économique et un bon réglage du moteur, on peut gagner jusqu'à 1,5 L de fioul par heure.

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Toute intervention visant à optimiser le fonctionnement du tracteur d'élevage peut se traduire par une économie de fioul comprise entre 10 et 20 %, soit entre 4,5 et 9 L/VL/an.

Pour le raclage des déjections, les consommations d'électricité (racleur automatisé) ou de fioul (racleur sur tracteur) sont fonction de la puissance mise en jeu et du temps de raclage. Pour les racleurs automatisés, la puissance mise en œuvre est inférieure à 7,5 kW alors qu'elle peut atteindre 70 à 80 CV, soit 51 à 59 kW, si l'on utilise un tracteur.

Effets croisés

L'alimentation des vaches en libre-service, limite le temps de travail de l'éleveur (Figure 3) :

	Libre service	Distribution
Temps de travail éleveur	1730 h	1 807 h
Dont temps de tracteur	265 h	343 h

Figure 3 : Comparaison du temps de travail de l'éleveur selon le mode de distribution

Source : Institut de l'élevage

Il en va de même pour l'installation d'un racleur automatisé qui permet une réduction du temps de travail pour l'éleveur comprise entre 50 et 80 heures par an.

Toute réduction de la consommation d'énergie aura également un effet positif sur les émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 L de fuel consommé correspond à 3,07 kg équ. CO₂.

Coûts

Les systèmes avec moins de 10 % de maïs dans la SFP permettent d'économiser 8,4 €/VL/an grâce à la réduction des consommations de fioul, par rapport à des systèmes avec plus de 30 % de maïs dans la SFP.

Une gestion des déjections de type lisier permet d'économiser environ 12 €/VL/an par rapport à un système fumier.

L'optimisation du fonctionnement du tracteur en élevage (organisation du travail et des circuits, réglage du moteur, conduite économique...) demande un coût d'investissement de 0 à 500 € (pour un stage de conduite par exemple). L'économie réalisée par la réduction des consommations d'énergie se situe entre 3,2 et 6,3 €/VL/an.

Le coût indicatif pour l'achat d'un racleur automatisé est compris entre 14 000 et 16 000 €, soit 175 à 200 €/VL (pour un bâtiment de 80 VL). Ce coût est variable en fonction du type de racleur (à chaîne pour bâtiment de longueur limitée et lisier, ou hydraulique pour des bâtiments de grande longueur).

Applicabilité

La mise en place de ces équipements ou pratiques dans les élevages bovins est en cours dans le cadre du plan de performance énergétique.

Facteurs incitatifs

Le plan de performance énergétique permet, dans certains cas, de financer en partie le coût d'investissement lié à la mise en place de ces techniques.

État des lieux de l'application de cette technique

Pas d'information actualisée.

Pour en savoir plus

- ADEME, Chambre d'agriculture (2009) : Les consommations d'énergie en bâtiment laitier, Institut de l'élevage, 31 p.
- Institut de l'élevage, Chambre d'agriculture de Picardie (2008) : Maîtrise de la consommation d'énergie.

Contacts : jean-baptiste.dolle@idele.fr ; Elise.Lorinquer@idele.fr

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B21 : Consommation de fioul du tracteur. 4 pages.



Catégories animales

Veaux de boucherie

ImpactsEnergie
GES
Eau

Chauffage de l'eau de buvée

Objectif et principe

Réduire les consommations d'énergie dues au chauffage de l'eau pour l'alimentation des veaux de boucherie.

L'eau chaude représente 73 % de la consommation globale d'énergie directe en élevage de veaux de boucherie et montre beaucoup de disparité d'un élevage à l'autre en fonction des conditions de tarifications de l'énergie et des performances des matériels utilisés.

Différentes solutions de réduction des coûts énergétiques sont possibles selon les énergies utilisées.

Mise en place

Différents systèmes de production d'eau chaude existent, utilisant des sources d'énergie conventionnelles (gaz, fioul, électricité) :

- chaudière à gaz ou au fioul et ballon d'accumulation,
- réservoir de stockage à chauffage direct,
- générateur d'eau chaude sous pression,
- ballon électrique à accumulation,

Ou des sources d'énergie renouvelables :

- pompe à chaleur et chaudière d'appoint,
- chaudière à bois et ballon d'accumulation,
- capteurs solaires et chaudière d'appoint
- Captation du biogaz produits par les effluents et valorisation par chaudière.

Chauffer l'eau de buvée avec une chaudière à gaz ou fioul :

La production d'eau chaude est assurée par une chaudière au sol associée à un préparateur d'eau chaude de 1 500 litres par l'intermédiaire d'un échangeur. L'échangeur à plaques est soit intégré au ballon tampon en inox soit extérieur. La durée de vie moyenne des matériels est de 15 ans.

Chauffer l'eau de buvée avec un réservoir de stockage à chauffage direct :

La production d'eau chaude est assurée directement dans un réservoir en inox de 1 250 litres, à pression atmosphérique, équipé d'un brûleur au gaz ou au fioul. La capacité du réservoir doit permettre de stocker l'eau chaude nécessaire à une buvée. La puissance du générateur assure le chauffage de l'eau en 2 heures (soit 65 kW).

Chauffer l'eau de buvée avec un générateur d'eau chaude sous pression :

La production d'eau chaude est assurée dans un réservoir en inox de 1 200 litres sous pression (pression de réseau) équipé d'un brûleur à gaz de 69 kW. Une horloge assure la mise en température 2 heures avant la buvée.

Chauffer l'eau de buvée avec un ballon électrique à accumulation :

La production d'eau chaude est assurée par 2 ballons électriques en inox à accumulation de 1 500 litres chacun, installés en série (il est toujours préférable de disposer de deux ballons en cas de défaillance

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage

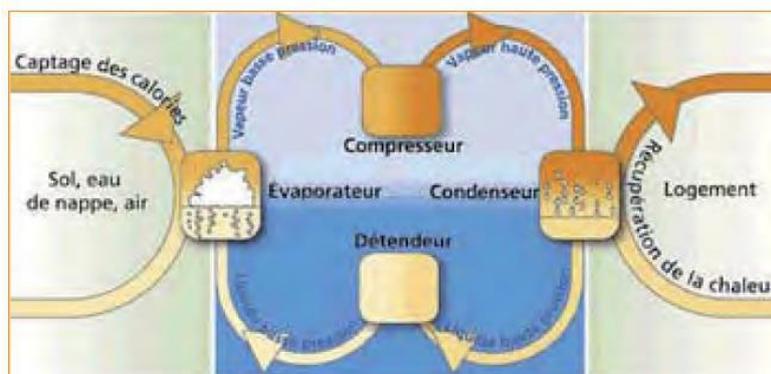




de l'un d'eux). La puissance électrique de chaque chauffe-eau est de 18 kW. Ils fonctionnent uniquement en heures creuses (8 heures la nuit). La température de stockage est de 75°C.

Chauffer l'eau de buvée par aérothermie :

L'aérothermie est un procédé qui utilise le principe de la pompe à chaleur (PAC) connu depuis de nombreuses années. La chaleur est absorbée en milieu extérieur, par l'évaporateur dans lequel un fluide frigorigène se vaporise à basse température. Les vapeurs sont aspirées et comprimées par un compresseur puis refoulées par un moteur électrique vers un condenseur d'où elles cèdent leur chaleur en repassant à l'état liquide.



Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur (Source : ADEME)

Une pompe à chaleur air/eau (aérothermie) assure le préchauffage de l'eau à 60°C dans un réservoir de 1 500 litres équipé d'un échangeur tubulaire (tank à lait). L'aérothermie nécessite un appoint pour obtenir une température de 75°C. Il peut être réalisé dans 2 ballons à accumulation électrique de 1 500 litres branchés en série avec celui de la pompe à chaleur. Cet appoint est réalisé en heures creuses pour les buvées du lendemain. Le chauffage d'appoint peut également être réalisé par réservoir à chauffage direct ou par chaudière (fioul ou gaz).

Pour un atelier de 200 veaux/ bandes (2 bandes/an), les installations à prévoir sont :

- une pompe à chaleur air/eau haute température, puissance calorifique 18 kW pour 0°C extérieur,
- un préparateur d'eau chaude inox de 1 500 litres avec échangeur tubulaire,
- des raccordements électriques et hydrauliques,
- deux ballons électriques inox de 1 500 litres pour l'appoint.

Chauffer l'eau de buvée grâce à la biomasse :

Le bois énergie connaît un regain d'intérêt en raison de ses nombreux atouts : énergie renouvelable abondante, énergie propre et neutre à l'égard de l'effet de serre.

En pratique, le bois sous forme de plaquettes sèches ou de pellets (granulés de sciures) sont les seules formes adaptées à la production d'eau chaude dans les élevages de veaux pour laquelle les volumes de combustible et les puissances de chaudière sont faibles.

Les systèmes de stockage, convoyage et les générateurs sont adaptés à chacune des formes de combustible.

Pour un atelier de 200 places, il faut prévoir 13,5 tonnes de plaquette par an ou 9,1 tonnes de granulés par an et donc vérifier la disponibilité de l'approvisionnement auprès des fournisseurs.

L'installation doit être adaptée au besoin et comprend :

- une chaudière de 40 kW,
- un silo de 30 m³,
- l'alimentation automatique,
- un ballon d'accumulation de 1 500 litres
- les raccordements électriques et hydrauliques
- le conduit de fumée.

Pour plus de sécurité, il est préférable de prévoir une énergie de secours (résistance électrique dans le ballon).

Chauffer l'eau de buvée grâce à l'énergie solaire :

Les installations solaires thermiques sont particulièrement bien adaptées à la production d'eau chaude sanitaire surtout si celle-ci s'avère constante au cours de l'année comme c'est le cas pour les élevages de veaux de boucherie.

Cela consiste à convertir le flux solaire qui arrive sur les toitures en chaleur grâce à des panneaux thermiques installées sur la toiture. L'installation est composée de deux éléments principaux :

- les capteurs solaires qui transfèrent la chaleur à l'eau sanitaire stockée dans le ballon d'eau chaude
- la chaudière d'appoint qui, grâce à une résistance électrique, permet de porter l'eau à la température désirée si l'apport solaire ne couvre pas tous les besoins.

À noter qu'il existe des capteurs solaires sous vide particulièrement adaptés aux faibles ensoleillements et à une production d'eau chaude à température élevée. D'un coût plus élevé, leur rentabilité économique est du même ordre que les capteurs plans.

Pour un élevage de 200 places, il faut compter une superficie de 45 m² de capteurs solaire posés au sol (rendement des capteurs de 75 %) et un ballon d'eau chaude de 2 500 L, ainsi qu'un appoint au gaz de 1 200 L.

Bénéfices environnementaux

Pour un atelier de veaux de boucherie veaux Prim'Holstein de 200 places (2 lots de veaux par an), élevés 23 semaines, il faudra 1 830 L d'eau et 330 kg d'aliment. Le besoin d'énergie électrique théorique par veau produit est donc de 98 kWh.

Système	Source d'énergie	Economie d'énergie (kWh/veau produit)
Chaudière	Fioul	10
	GPL	9
Réservoir de stockage à chauffage direct	Fioul	6
	GPL	4,5
Générateur d'eau chaude sous pression	GPL	18
Ballon électrique à accumulation		0,4
Pompe à chaleur		36
Chaudière à bois	Plaquettes	64
	Granulés	22
Capteurs solaires		57

Comparaison des gains d'énergie entre les différents systèmes de chauffage de l'eau de buvée (Source : institut de l'élevage)

Effets croisés

Toute réduction de la consommation d'énergie aura également un effet positif sur les émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g équ. CO₂

Coûts

Le coût de fonctionnement théorique pour le chauffage de l'eau de buvée est de 6,86 €/veau produit prix moyen de l'électricité de 0,07 €/kWh, ce qui correspond à la moyenne sur 24 heures des heures pleines à 0,08 €/kWh et heures creuses à 0,05 €/kWh).



Système	Coût installation	Source d'énergie	Coût de fonctionnement	Economie d'énergie	
			€/veau produit	kWh/veau produit	€/veau produit
Chaudière à gaz	12 000 à 14 000	Fioul	6,14 €	10	290 €
		GPL	6,23 €	9	250 €
Réservoir de stockage à chauffage direct	10 000 à 12 000	Fioul	6,44 €	6	170 €
		GPL	6,53 €	4,5	130 €
Générateur d'eau chaude sous pression	12 000 à 14 000	GPL	5,61€	18	500 €
Ballon électrique à accumulation	12 000 à 14 000		6,60 €	0,4	10 €
Pompe à chaleur	25 000 à 30 000		4,27 €	36	1 000 €
Chaudière à bois	35 000 à 40 000	Plaquettes	2,37 €	64	1 800 €
		Granulés	5,31 €	22	620 €
Capteurs solaires	31 000 à 36 000		2,87 €	57	1 600 €

Comparaison des coûts d'achat et des coûts de fonctionnement des différents systèmes de chauffage de l'eau de buvée pour les veaux de boucherie (Source : institut de l'élevage)

NB : Pour un élevage de 400 places, il faut compter pour un chauffage solaire, 90 m² de surface de capteurs solaires et l'investissement est porté entre 51 000 et 56 000 €.

Ces coûts de fonctionnement ne tiennent compte que des coûts de l'énergie hors amortissement et frais de maintenance. Ils ne prennent pas en compte les aides éventuelles liées aux énergies renouvelables. Les valeurs indiquées correspondent à des installations neuves et bien entretenues, Elles peuvent varier notablement en fonction des coûts réels d'achat des énergies. Des économies d'échelles peuvent être réalisées pour des installations plus importantes.

Applicabilité

Le rendement d'un chauffage solaire est très variable selon les caractéristiques des panneaux thermiques.

Facteurs incitatifs

L'ADEME, certaines régions (jusqu'à 40%), le plan de performance énergétique peuvent financer en partie le coût d'investissement lié à la mise en place de ces techniques.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Pas d'information actualisée

Pour en savoir plus

.Martineau C., SCRYVE Y. (2010 : Consommation d'énergie en bâtiment veau de boucheries.31p. Institut de l'Elevage, GIE Lait-Viande de Bretagne, BECIOME, Chambre d'Agriculture de Bretagne. ADEME Angers

Contacts : christophe.martineau@idele.fr; elise.lorinquer@idele.fr



Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche B22 Chauffage de l'eau de buvée. 5 pages.



**Catégories
animales**Toutes les
espèces**Impacts**Changement climatique
Consommation de phosphore
Consommation d'énergie non
renouvelable
Occupation du sol
Acidification
Eutrophisation

Formulation d'éco-aliments

Objectif et principe

En considérant l'ensemble du cycle de vie des produits animaux, l'alimentation du bétail et notamment la production des matières premières (**MP**) utilisées, contribuent majoritairement aux impacts environnementaux évalués au portail de la ferme.

Dans ce contexte, les **éco-aliments** sont des aliments composés dont la fabrication répond à des objectifs de réduction des impacts environnementaux en mobilisant des matières premières plus écologiques vis-à-vis du changement climatique, de la consommation de phosphore, de la consommation d'énergie non renouvelable, de l'occupation du sol, de l'acidification et de l'eutrophisation.

Ces éco-aliments sont élaborés à partir d'une formulation multiobjectif qui cherche à satisfaire conjointement trois critères :

- répondre aux besoins nutritionnels des animaux,
- minimiser le prix,
- réduire plusieurs impacts environnementaux inhérents à la production des matières premières utilisées.

Pour les élevages granivores (volailles et porcins), l'alimentation étant assurée exclusivement par des aliments composés, les éco-aliments peuvent représenter l'intégralité de leur ration alimentaire. En élevage herbivore, ils pourront se substituer aux concentrés, représentant rarement plus de 30% de la ration majoritairement composée de fourrages stockés et d'herbe pâturée.

Mise en place

La démarche s'adresse spécifiquement aux fabricants d'aliments souhaitant ajouter un objectif environnemental à leur processus de formulation, qu'il s'agisse d'une fabrication en usine ou directement à la ferme (FAFeurs).

La conception d'éco-aliments requière de disposer d'informations sur les impacts environnementaux des matières premières utilisées en alimentation animale (les données ECOALIM) et d'une méthode pour prendre en compte ces impacts dans la formulation¹ des aliments (équation de formulation multiobjectif).

Données d'impacts environnementaux ECOALIM

Les données ECOALIM (Wilfart *et al.*, 2016) fournissent des valeurs d'impacts environnementaux pour les matières premières qui entrent dans la composition des aliments composés distribués dans les élevages. Ces données d'impact sont calculées selon la méthodologie de l'analyse du cycle de vie (méthode normalisée d'évaluation globale et multicritère des impacts

¹ Formulation = choix des matières premières qui constituent l'aliment



environnementaux). Ce jeu de données est téléchargeable sous forme d'un fichier Excel au lien suivant : http://www.rmtelevagesenvironnement.org/les_outils_du_RMT ou bien accessible via des bases de données nationales : Agribalyse® et les tables d'alimentation INRA AFZ Cirad (<https://feedtables.com>). Les six impacts calculés sont : le changement climatique, la consommation d'énergie non renouvelable, la consommation de phosphore, l'occupation des sols, l'acidification et l'eutrophisation. Ces impacts sont globaux, et pour la majorité largement expliqués par le poste alimentation à l'échelle du produit animal.

Les données ECOALIM concernent l'ensemble des MP utilisées en alimentation animale en France avec notamment les céréales et leurs coproduits, les graines d'oléo protéagineux et leurs coproduits, les coproduits animaux, les vitamines et minéraux, les acides aminés, etc. Les données prennent en compte la diversité des itinéraires culturels, les processus de transformation (ex : différents niveaux de décorticage pour les tourteaux) et distinguent les différents lieux d'approvisionnement possibles pour les fabricants d'aliments, FAFeurs ou fabricants industriels (sortie champ, sortie des organismes de stockage, sortie des usines de transformation et rendues port français pour les matières premières importées). Pour les fabricants d'aliments, il conviendra de rajouter les impacts environnementaux liés au transport entre le point d'approvisionnement de la matière première et l'arrivée à la ferme ou à l'usine de fabrication.

Formulation d'éco-aliments

La méthode classique de formulation des aliments incorpore les MP pour répondre aux besoins nutritionnels des animaux de ferme en minimisant le prix de l'aliment composé (modèle de programmation linéaire). Une nouvelle méthode de formulation multiobjectif (Garcia-Launay *et al.*, 2017) est désormais disponible et conduit à la production d'éco-aliments. Outre le coût, elle permet aussi de minimiser conjointement plusieurs impacts environnementaux en les intégrant directement dans la formule de calcul. Le taux d'incorporation des matières premières dans les éco-aliments va donc dépendre de leur coût, de leurs caractéristiques nutritionnelles, de leurs impacts environnementaux et de leur disponibilité (Figure 1).

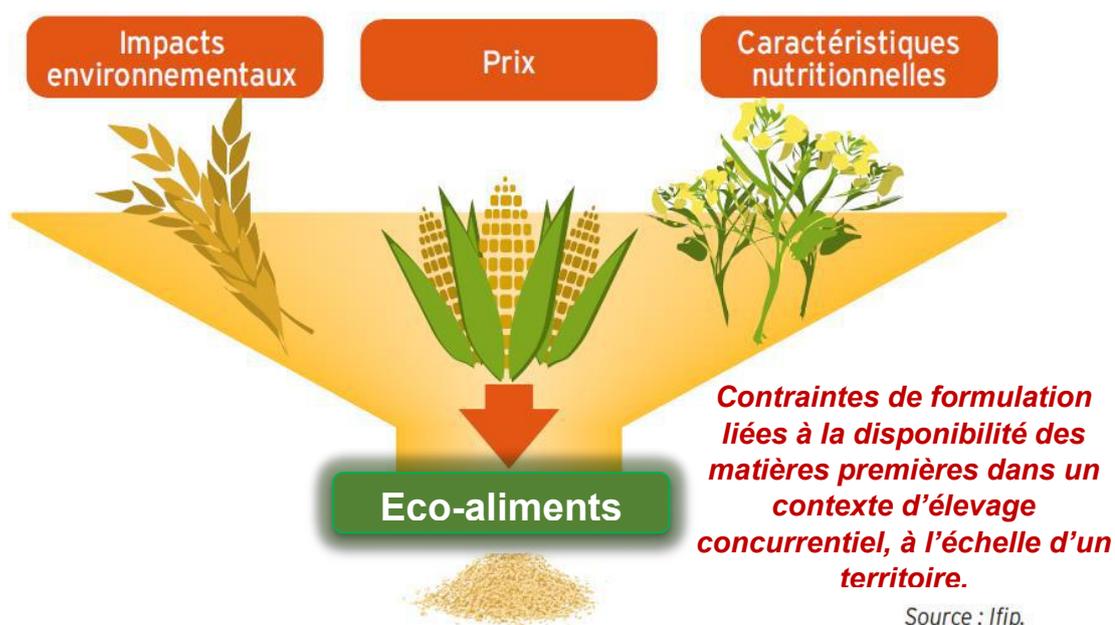


Figure 1 : Schéma de principe pour la formulation multiobjectif d'éco-aliments

Différents aliments ont été formulés selon la méthode multiobjectif (MO) pour plusieurs types d'animaux (porc, poulet de chair) et pour différents concentrés utilisés chez les bovins (VL40, VL18

et JB27)² afin d'être comparés aux aliments standards élaborés selon une formulation à moindre coût (MinPrix) (Figure 2). Les scénarios étudiés tiennent compte également de deux contextes de disponibilité des matières premières : une situation actuelle (aliment standard et éco-aliment) avec une disponibilité limitée et un scénario prospectif avec une disponibilité élargie (éco-aliment)

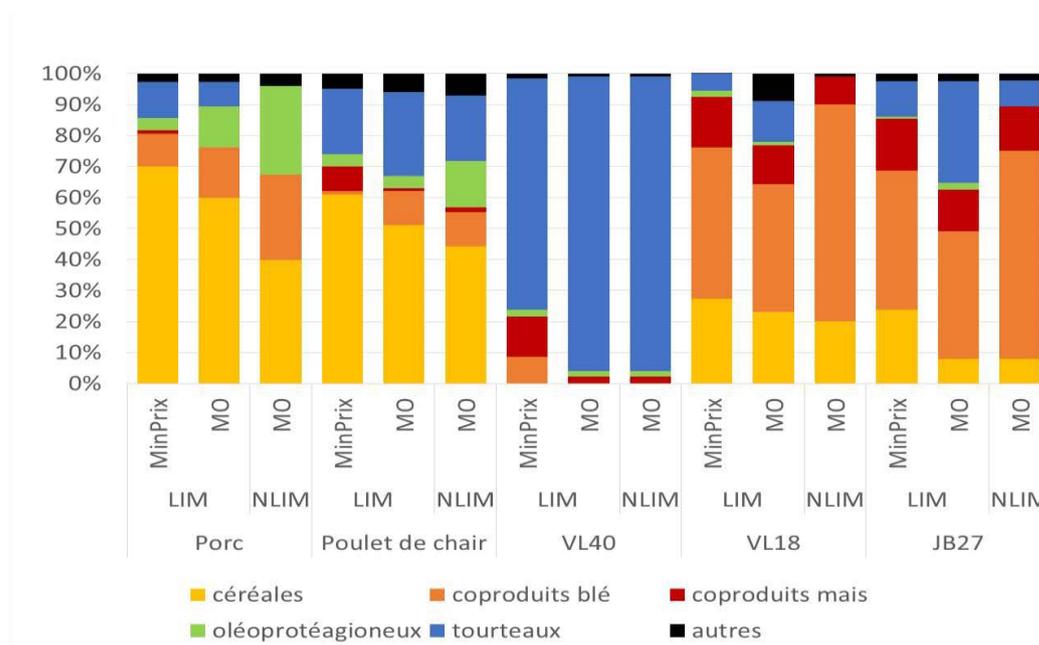


Figure 2 : Composition d'aliments standards (MinPrix) et d'éco-aliments formulés avec la fonction multiobjectif (MO) en contexte de disponibilité limitée en matières premières (LIM) et en contexte de disponibilité élargie (NLIM) (Espagnol et al., 2018)

La prise en compte de critères environnementaux dans la formulation des aliments du bétail engendre un attrait pour certaines matières premières et la mise à l'écart d'autres. D'une manière générale, dans les éco-aliments, la part des céréales diminue, le maïs est partiellement remplacé par du blé/triticales, et les coproduits du blé augmentent, ainsi que les protéagineux (pois et féverole), les huiles et les graines oléagineuses en porc et en poulet de chair (Figure 2). Ces tendances sont exacerbées dans le contexte de disponibilité en matières premières élargie par rapport au contexte de disponibilité actuelle. Pour le concentré VL40, la composition de l'éco-aliment, quel que soit le contexte de disponibilité, met en avant l'incorporation majoritaire des tourteaux, la contrainte étant là de disposer d'une MP suffisamment riche en MAT. Pour les concentrés, VL18 et JB27, la prise en compte de critères environnementaux conduit là aussi à augmenter la part des tourteaux dans la composition de l'aliment, mais celle-ci diminue au profit des coproduits du blé dès que la contrainte de disponibilité est levée (NLIM).

La catégorie tourteaux regroupe l'ensemble des tourteaux (soja, colza, tournesol). Pour les aliments du poulet de chair et les concentrés bovins, le tourteau de soja brésilien issu de zones déforestées voit son taux d'incorporation diminuer dans les éco-aliments au profit d'autres sources de protéines comme le tourteau de colza et de tournesol produit plus localement.

Bénéfices environnementaux

Les bénéfices environnementaux des éco-aliments, de même que le prix, ont été calculés pour différentes filières animales et différentes stratégies d'alimentation, et comparés à un scénario de référence avec des aliments « standards » formulés à moindre coût (Tableau 1).

Dans cet exemple d'application, les bénéfices sont regardés à l'échelle des tonnes d'aliments produites.

² VL 18 =: aliment de production de vache laitière (18% de MAT), VL40 = correcteur azoté pour vache laitière (40-42% de MAT), JB27 = aliment complet pour jeunes bovins (27% MAT)

Tableau 1 : Incidences environnementales d'éco-aliments en comparaison à des aliments standards formulés à moindre coût.

Production animale	Type d'aliment	Scénario alimentaire	pourcentage par tonne d'aliment						
			CP	CE	CC	OS	AC	EU	Prix
Porc	aliment engraissement (40% croissance et 60% finition)	biphase	-7%	-12%	-14%	-13%	-8%	-13%	1%
		multiphase groupe	-1%	-5%	-8%	-12%	-5%	-5%	2%
		multiphase individuel							
poulet de chair	aliments démarrage 6%, croissance 20% et finition 74%	3 phases	-12%	-17%	-12%	4%	-3%	-7%	3%
		3 phases AA+ EG-	-6%	-15%	-9%	5%	-6%	-8%	8%
bovin lait	VL40		-7%	-23%	-12%	0%	5%	10%	4%
	VL18		-12%	-21%	-11%	-7%	5%	-5%	1%
bovin viande	JB27		-20%	-11%	-11%	-14%	-8%	-13%	2%



CC – changement climatique, CE – consommations d'énergie non renouvelable, CP : consommation de phosphore ; OS : occupation du sol, AC : acidification, EU : eutrophisation ; ⁴ : à l'échelle produit, les bovins sont alimentés aussi avec des fourrages et du pâturage.

Dans le contexte de disponibilité limitée en matières premières, les éco-aliments pour le porc arrivent à réduire l'ensemble des impacts environnementaux de la tonne d'aliment, jusqu'à 14% pour le changement climatique. Pour les aliments des volailles et des bovins, des réductions s'observent également, approximativement du même ordre de grandeur pour le changement climatique et de façon plus prononcée pour les consommations d'énergie. Par contre, d'autres impacts peuvent être augmentés: c'est le cas de l'occupation des sols pour les éco-aliments avicoles (cf. effets croisés ci-après) et de l'acidification et eutrophisation pour les éco-aliments bovins.

Une mise en œuvre à l'échelle du Grand Ouest considérant tous les aliments composés fabriqués et toutes les filières animales montre, à la tonne d'aliment moyen, une réduction possible du changement climatique de 7% pour un surcoût de 2% (Espagnol *et al.*, 2018).

Ces réductions d'impacts observées à la tonne d'aliment avec les éco-aliments, seront plus ou moins bien valorisées à l'échelle des produits animaux au portail de la ferme. Cela dépendra des performances des animaux au regard des quantités d'aliments qu'ils consomment, de la part que représente les aliments composés dans la ration alimentaire, et de leur contribution aux impacts environnementaux à l'échelle de l'ensemble du cycle de vie de la production animale.

Pour l'ensemble des stratégies d'alimentation étudiées et quel que soit le type d'élevage, les réductions d'impacts environnementaux sont plus élevées dans l'hypothèse d'une disponibilité accrue pour les matières premières les plus écologiques (pois, féverole, coproduits du blé).

Effets croisés

Malgré la formulation multiobjectif, il peut y avoir une difficulté à améliorer tous les impacts car certains varient à l'opposé. C'est le cas par exemple des impacts changement climatique et occupation des sols pour la production avicole : la réduction de l'impact changement climatique incite à réduire les taux d'incorporation du tourteau de soja brésilien dans les aliments (réduction de l'incidence sur la déforestation) mais cette culture utilise peu de surface au Brésil car elle y est

produite avec deux récoltes par an, ce qui n'est pas le cas pour les sources en protéines européennes de substitution (tourteau de colza, ...).

La formulation d'éco-aliments met en avant certaines cultures moins impactantes d'un point de vue environnemental. Il faudra veiller à les intégrer dans les aliments sans toutefois simplifier à outrance les formules car cela serait en opposition avec la nécessité actuelle de développer la diversité des assolements. De même, l'intérêt écologique pour les coproduits pourra se faire dans la limite de leur disponibilité car leur statut de coproduits les rend dépendants du développement du produit principal (i.e. la farine dans le cas du blé) (Espagnol *et al.*, 2018).

Coûts

À l'échelle de la tonne d'aliment (Tableau 1), le surcoût engendré par la formulation des éco-aliments, comparativement à l'aliment standard, varie de 1 à 2 % pour les porcins et de 1 à 4% pour les bovins. Le coût augmente de 8% pour les poulets de chair pour la stratégie d'alimentation 3 phases AA + EG. Pour autant, des améliorations de performances sont observées avec ce type d'aliment et cela permet d'amortir largement la répercussion de l'augmentation du prix de l'aliment sur le coût de production du filet qui est amélioré au final (-1 %) (Dusart *et al.*, 2016).

Applicabilité

Dans le contexte de disponibilité accrue en matières premières, le potentiel de réduction des impacts à la tonne d'aliment et à l'échelle du produit est plus important. Cela souligne la contrainte de la disponibilité en matières premières « écologiques » qui seraient d'intérêt pour les éco-aliments mais qui ne sont pas suffisamment disponibles dans le contexte actuel.

La mise en œuvre de la formulation multiobjectif à l'échelle d'un territoire pour tous les aliments (exemple pris à l'échelle du Grand-Ouest) souligne également l'importante compétition entre les aliments, les filières et les territoires pour accéder aux matières premières à faibles impacts.

Facteurs incitatifs

Actuellement, aucune réglementation ne contraint à produire des aliments de moindre impact environnemental. Cependant, la dynamique d'affichage environnemental des produits à l'attention des consommateurs peut inciter les fabricants d'aliments, à l'usine ou à la ferme, à entrer dans la démarche.

De même, certains cahiers des charges priorisent les sources de protéines locales. Ces dernières sont proposées en substitution au soja brésilien dont une partie est associée à la déforestation et produite avec des OGM.

État des lieux de l'application de cette technique

Une trentaine de fabricants d'aliments a été formée à la formulation multiobjectif en France et la base de données ECOALIM a fait l'objet d'environ 400 téléchargements.

Pour en savoir plus

- Dusart L., Garcia-Launay F., Wilfart A., Meda B., Bouvarel I., Espagnol S., 2016. *Formuler l'aliment autrement Intérêt de la formulation multiobjectif pour réduire les impacts environnementaux de la production de poulets de chair. Tema, 38, 13p.*
- Espagnol S., Tailleur A., Dauguet S., Garcia-Launay F., Gaudré D., Dusart L., Méda B., Gac A., Laisse S., Morin L., Dronne Y., Ponchant P. et Wilfart A., 2018 : *Réduire les impacts environnementaux des produits animaux avec des éco-aliments. Innovations agronomiques, 63, 231-242.*
- Garcia-Launay F., Wilfart A., Dusart L., Nzally C., Gaudré D., Laisse-Redoux S., Espagnol S., 2017. *Une formulation multiobjectifs pour réduire les impacts environnementaux des aliments pour porcs charcutiers. Journées de la recherche porcine, 49, 239-244.*
- Morin et Dronne, 2016. *Approche territoriale de la durabilité de l'approvisionnement en matières premières de la Nutrition Animale dans le Grand-ouest, et en particulier en Bretagne : Etat des lieux et simulations. 87p.*
- Wilfart A., Daugeur S., Tailleur A., Garcia-Launay F., Willmann S., Laustriat M., Magnin M., Gac A., Espagnol S., 2016. *ECOALIM : une base de données sur les impacts environnementaux des*



matières premières utilisées en France pour l'alimentation animale. Journées Recherche Porcine. 48, 49-54.

Contacts : sandrine.espagnol@ifip.asso.fr (filiale porcine) ; eva.pampouille@itavi.asso.fr (filiale avicole) ; armelle.gac@idele.fr (filiale bovine)

Pour citer le document : RMT Elevages et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB3 : Formulation d'éco-aliments, 6 pages.



Stockage du fumier – approche générale

Objectif et principe

L'objectif est de concevoir des solutions de stockage des fumiers ayant une capacité suffisante en attendant qu'un épandage puisse être réalisé. La capacité nécessaire dépend du climat et des périodes pendant lesquelles l'épandage n'est pas possible.

Quand les fumiers ont besoin d'être stockés, la BPE consiste à stocker les fumiers ou les fientes sèches pour les volailles, dans un hangar ayant un sol imperméable et une ventilation suffisante.

Pour un tas temporaire d'effluents au champ, la BPE consiste à positionner le tas loin des récepteurs sensibles tels que le voisinage et les cours d'eau (y compris les tuyaux de drainage) pour éviter les infiltrations.

Mise en place

Les installations de stockage ou les simples tas de fumier doivent respecter certaines distances d'implantation :

- à au moins 100 mètres des habitations des tiers (à l'exception des logements occupés par des personnels de l'installation et des gîtes ruraux dont l'exploitant a la jouissance) ou des locaux habituellement occupés par des tiers, des stades ou des terrains de camping agréés (à l'exception des terrains de camping à la ferme) ainsi que des zones destinées à l'habitation par des documents d'urbanisme opposables aux tiers ; cette distance est réduite à 50 mètres lorsqu'il s'agit de bâtiments mobiles d'élevage de volailles faisant l'objet d'un déplacement d'au moins 200 mètres à chaque bande,
- à au moins 35 mètres des puits et forages, des sources, des aqueducs en écoulement libre, de toute installation souterraine ou semi-enterrée utilisée pour le stockage des eaux, que les eaux soient destinées à l'alimentation en eau potable ou à l'arrosage des cultures maraîchères, des rivages, des berges des cours d'eau,
- à au moins 200 mètres des lieux de baignade (à l'exception des piscines privées) et des plages,
- à au moins 500 mètres en amont des piscicultures.

Les durées de stockage ont été forfaitisées en fonction des catégories animales présentes, des types d'effluents produits, de la durée de présence des animaux en bâtiment et de la zone pédoclimatique. Les durées forfaitaires font référence dans la réglementation depuis 2013.

Stockage en fumière :

Il est nécessaire que le sol de celle-ci soit imperméable (Photo 1) et que le bâtiment soit correctement ventilé si il est couvert. On évitera de tasser le tas (recommandations valables

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



également pour un stockage au champ). L'absence d'air, provoqué par le tassement, favorise les fermentations de type anaérobies et le dégagement de composés inflammables tels que le phosphore d'hydrogène (auto-inflammable) et le méthane. En effet, cela provoque une anaérobie ; des fermentations se produisent et les risques d'auto-combustion augmentent, en particulier avec des fumiers de volailles. C'est également souvent le cas lorsque les hauteurs de stockage dépassent les 3 mètres. C'est généralement au cœur du tas que la combustion débute.



Photo 1 : Fumière de stockage des déjections.

Source : IFIP

Stockage au champ :

Le stockage au champ est interdit pour les fumiers mous, les fumiers mous à compact, les fientes humides et les fumiers gras de volaille.

Les fumiers compacts non susceptibles d'écoulement peuvent être stockés ou compostés sur une parcelle d'épandage à l'issue d'un stockage de deux mois sous les animaux ou sur une fumière dans des conditions précisées par le préfet et figurant dans l'arrêté d'autorisation. Le stockage du compost et des fumiers respecte les distances précisées plus haut et ne peut être réalisé sur des sols où l'épandage est interdit. La durée de stockage ne dépasse pas neuf mois et le retour sur un même emplacement ne peut intervenir avant un délai de trois ans. On exclura les sols en pente, inondables ou très filtrants. On choisira une parcelle accessible tout au long de l'année de façon à faciliter les dépôts et reprises de fumier.

En zone vulnérable, le stockage au champ doit obligatoirement être réalisé :

- sur prairie,
- sur lit de 10 cm de matériau absorbant tel que paille, copeaux,...
- sur culture implantée depuis de plus de 2 mois ou CIPAN bien développée et couverture du tas du 15/11 au 15/01.

Le bâchage des fumiers (herbivores, porcins) n'est pas obligatoire. Cependant, le bâchage des tas ou andains constitue une protection sanitaire, la couverture permet de mieux gérer le taux de matière sèche et donc l'évolution du produit en cours de stockage, c'est important notamment dans le cas de transfert de déjections. Dans cette optique, les bâches géotextiles apparaissent comme un bon compromis, elles sont par contre assez chères. D'autres types de bâche sont également disponibles sur le marché : bâche type ensilage, bâche tissée...

Le stockage sur une parcelle d'épandage des fumiers de volailles non susceptibles d'écoulement peut être effectué sans stockage préalable de deux mois sous les animaux avec l'obligation de couvrir le tas, de manière à le protéger des intempéries et à empêcher tout écoulement latéral de jus. Lorsque l'élevage de volailles dispose d'un procédé de séchage permettant d'obtenir de façon fiable et régulière des fientes comportant plus de 65 % de matière sèche, le stockage de ces fientes est autorisé à condition que le tas soit couvert par une bâche imperméable à l'eau mais perméable aux gaz. Dans tous les cas, le stockage doit être effectué sur une parcelle où l'épandage est



autorisé dans des conditions précisées par le préfet et figurant dans l'arrêté d'autorisation de l'élevage et tous les dépôts au champ doivent être enregistrés sur le cahier de fertilisation

Bénéfices environnementaux

Le stockage des fumiers dans des conditions correctes limite les émissions de composés gazeux, en particulier d'ammoniac, mais il n'y a pas, à l'heure actuelle, de données chiffrées sur cette réduction. Pour les bovins, les pertes en azote ammoniacales étaient inférieures à 12% de l'azote total entrant au stockage (Lorinquer et al., 2015).

Effets croisés

Le stockage des fumiers dans des conditions correctes permet de réduire les émissions de mauvaises odeurs. Limiter le tassement des tas de fumier évite de créer des conditions anaérobies et de limiter ainsi une production accrue de méthane (Lorinquer et al., 2015).

Coûts

Les coûts d'investissements pour cette technique sont essentiellement liés à la construction de la fumière de stockage et vont varier en fonction de l'espèce élevée.

Ainsi, pour un élevage de 550 places de porcs charcutiers produisant 1 t de fumier/place/an (460 kg/m³ environ), il faudra compter une surface de 400 m² pour une fumière avec 3 murs de 1 m de haut, et une capacité de stockage de 4 mois. Le coût d'investissement est alors de 2 ct d'€/porcs charcutier produit, en tenant compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions).

Une plate-forme (non couverte), d'une capacité de 4 mois de stockage pour un bâtiment de 1 000 m² en volailles de chair produisant 150 t de fumier/an, aura une surface comprise entre 48 et 80 m² suivant le nombre et la hauteur des murs. L'investissement pour cet ouvrage est compris entre 1,6 et 3,5 €/t de fumier/an, en tenant compte d'un amortissement sur 10 ans.

Pour les élevages de poules pondeuses, il faut prévoir la construction d'un hangar de 3,3 à 6,7 m² de surface suivant le nombre et la hauteur des murs, pour 4 mois de stockage et 1 000 places, soit 20 t de fientes séchées/an. Le coût d'investissement varie entre 2,5 et 5 €/t de fientes/an, en tenant compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions).

Enfin, pour les élevages bovins, il faudra compter un investissement de 800 à 1 400 €/UGB pour une fumière non couverte, de capacité de stockage de 4 mois. Ce coût est variable en fonction du mode de logement, de la taille du troupeau, de la zone géographique et du type d'ouvrage.

On ajoutera 500 à 600 €/UGB supplémentaires pour la couverture de cette fumière.

A titre indicatif, le prix pour le bâchage des tas de fumier varie en fonction du type et de la qualité des bâches utilisées :

- Bâches géotextiles : 1,45 à 2,45 €/m² (TTC),
- Bâches de type toile tissée : 0,95 à 1,10 €/m² (TTC)
- Bâche pour silo d'ensilage : 0,17 à 0,24 €/m² (TTC)

Applicabilité

La construction d'une fumière n'est pas obligatoire, elle n'est généralement réalisée qu'en cas d'obligation réglementaire.

Le stockage au champ des fumiers est une pratique courante, sauf dans les zones où la réglementation impose le stockage en fumière. Les fientes sèches de poules pondeuses sont quasiment toujours stockées sous hangar.



Des outils existent pour faire le point sur ses ouvrages de stockage (Pré Dexel) et affiner sa réflexion en cohérence avec son système agronomique (DeXeL).

Facteurs incitatifs

La pression environnementale, notamment celle en provenance des riverains et la réglementation ICPE, sont des facteurs incitatifs majeurs.

Pour les productions de volailles et de porcs, de nombreuses techniques de stockage du fumier sont reconnues comme **MTD** dans le BREF Élevages (version 2017), techniques qui visent à réduire les émissions atmosphériques d'ammoniac (MTD 14) et à éviter ou réduire les émissions dans le sol et les rejets dans l'eau (MTD 15 - Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) :

- MTD 14 a : réduire le rapport entre la surface d'émission et le volume du tas d'effluents d'élevages solides,
- MTD 14 b : couvrir les tas d'effluents d'élevages solides,
- MTD 14 c : stocker les effluents d'élevage solides dans un hangar,
- MTD 15 a : stocker les effluents d'élevage solides séchés dans un hangar,
- MTD 15 b : utiliser un silo en béton pour le stockage des effluents d'élevage solides,
- MTD 15 c : stocker les effluents d'élevages solides sur une aire imperméable équipée d'un système de drainage et d'un réservoir de collecte des jus d'écoulement,
- MTD 15 d : choisir une installation de stockage d'une capacité suffisante pour contenir les effluents d'élevage pendant les périodes durant lesquelles l'épandage n'est pas possible,
- MTD 15 e : stocker les effluents d'élevages solides en tas au champ, à l'écart des cours d'eau de surface et/ou souterrains susceptibles de recueillir le ruissellement.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Ces techniques sont couramment mises en œuvre dans les élevages français en lien avec les caractéristiques des produits à stocker.

Pour en savoir plus

- *Arrêté du 22 novembre 1993 relatif au Code des Bonnes Pratiques Agricoles Partie II : Bonnes pratiques d'épandage et de stockage des fertilisants.*
- *Arrêté du 7 février 2005 fixant les règles techniques auxquelles doivent satisfaire les élevages de bovins, de volailles et/ou de gibier à plumes et de porcs soumis à autorisation au titre du livre V du code de l'environnement (J.O du 1er Juin 2005).*
- *CORPEN (2007) : Les émissions d'ammoniac et de gaz azotés à effet de serre en agriculture. CORPEN éd., Paris, France, 99 p.*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279.*
- *Directive du Conseil n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles.*
- *Institut de l'Élevage (2002) : Les ouvrages de stockage des déjections et effluents d'élevage.*
- *Lorinquer E., Charpiot A., Raynal J., Dollé J-B. (Institut de l'Élevage), Robin P., Hassouna M., Oudart D. Planchais J. (INRA UMR SAS), Guiziou F. et Laurence Loyon (IRSTEA Rennes), Fougère M. et Couilleau B. (Ferme expérimentale de Derval – 44) Emissions d'Ammoniac et de Gaz à Effet de Serre des Fumiers Bovins ; 186p Compte rendu d'étude, Collection Résultats.*
- *ITAVI (2001) : Aviculture et respect de l'environnement. Sciences et Techniques Avicoles Hors Série.*

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs*; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485.
- https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- *Stockage des effluents d'élevage ... Des solutions à moindre coût sur mon exploitation. Elevages en zone vulnérable – Directive nitrates. Collection Institut de l'Élevage. 6 pages.* 2017
http://idele.fr/?eID=cmis_download&oID=workspace://SpacesStore/e1d4e508-630c-4e90-934a-4d95f61dee4f

Contacts : nadine.quingand@ifip.asso.fr (porcs) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores)

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. *Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Stockage du fumier – approche générale. 5 pages.*





Catégories animales

Porcs: tous les stades
Canard à rôtir
Bovins

Impacts

NH₃
Odeurs
GES

Stockage des effluents liquides (lisier) – approche générale

Objectif et principe

L'objectif est de concevoir les installations de stockage extérieur des lisiers ayant une capacité suffisante en attendant qu'un épandage puisse être réalisé sur une période qui soit la plus favorable du point de vue de la lutte contre les risques de pollution des eaux. La capacité nécessaire dépend du climat et des périodes pendant lesquelles l'épandage n'est pas possible.

La technique consiste à concevoir des fosses à lisier :

- d'une capacité suffisante en lien avec le contexte climatique à l'échelle de la petite région agricole,
- étanches et
- bien placées vis-à-vis de l'organisation interne de l'atelier (pour limiter les transports d'effluents, les risques sanitaires), mais aussi vis-à-vis de l'environnement de l'atelier

Mise en place

Pour le stockage du lisier dans une cuve avec des parois en béton ou en acier, la BPE consiste à :

- avoir un réservoir stable capable de supporter d'éventuelles contraintes mécaniques, thermiques et chimiques,
- avoir la base et la paroi du réservoir imperméables et protégées contre la corrosion,
- la cuve régulièrement vidée pour une inspection et un entretien régulier, pour les cuves disposant de regards de drainage, une inspection régulière de ces regards peut être considérée comme suffisante,
- utiliser des doubles vannes en sortie de fosse pour minimiser le risque de déversement indésirable du lisier dans l'environnement direct,
- agiter le lisier uniquement avant de vidanger le réservoir,
- couvrir les fosses de lisier au moyen d'une couverture rigide, souple ou flottante.

Pour le stockage du lisier dans une fosse de type lagune/géomembrane, la BPE consiste à :

- avoir un réservoir à fonds et parois imperméables (teneur en argile des sols suffisante ou doublure plastique),
- avoir un système de détection des fuites,
- couvrir la fosse au moyen d'une couverture en plastique ou flottante.

Pour les élevages porcin et avicole, en fonction de la taille de l'atelier, des mesures complémentaires peuvent être à prendre en considération (cf Facteurs incitatifs).



Certains élevages peuvent stocker l'intégralité des effluents produits en préfosse (cas des élevages porcins avec des préfosse profondes) ou stockent pour partie les effluents en préfosse et pour partie en fosse extérieure.

L'arrêté du 23 Octobre 2013 (JORF, 2013) définit les fertilisants azotés en fonction du rapport C/N. Ainsi, les fertilisants azotés de type II ont un C/N bas (inférieur ou égal à 8), contenant de l'azote organique et une proportion d'azote minéral variable. On retrouve principalement dans cette catégorie les lisiers (de bovin, porcine et volailles) mais aussi les fumiers et fientes de volailles, ainsi que les eaux résiduaires, les effluents peu chargés, les digestats liquides bruts de méthanisation et certains produits homologués ou normés d'origine organique.

Le calcul des capacités totales de stockage de lisier (effluents de type II) intègre le nombre d'animaux présents sur l'atelier (nombre maximum d'animaux potentiellement présents sur le site d'élevage) et la durée minimale de stockage imposée par la réglementation. Cette durée peut parfois varier en fonction de la catégorie animale concernée et la zone géographique (cas des zones vulnérables par exemple). De manière générale, la durée de stockage des effluents liquides est supérieure à celle des effluents solides (effluents de type I).

Pour le calcul des capacités de stockage, la notion de « volume utile » est différente de celle de « volume réel » qui intègre entre autres, une hauteur dite « hauteur de garde ». Cette hauteur de garde est une marge de sécurité pour éviter un débordement en cas de forte pluviométrie (dans le cas des fosses non couvertes) ou en cas d'impossibilité d'épandre à la date prévue. Elle permet aussi de faire face aux variabilités individuelles (Idele, 2018).

Tableau 1 : Hauteur de garde en fonction du type de stockage (extraits de Idele, 2018)

Type de fosse		Porcs	Bovins	Volailles
Fosse sous caillebotis		0.40 m	0.40 m si brassage au malaxeur sur tracteur 0.25 m si brassage au mixer électrique programme par horloge	Au moins 0,10 m
Fosses extérieures à parois verticales	Sans couverture	0.50 m		
	Avec couverture	0.25 m		
Fosses extérieures à parois inclinées	Sans couverture	0.40 m		
	Avec couverture	0.25 m		

L'ensemble des modalités de calcul des capacités de stockage des effluents sont regroupées dans un document couvrant les productions avicole, herbivore et porcine (Idele, 2018).

Bénéfices environnementaux

Les modalités de stockage des effluents liquide conduisent à différents types de bénéfices environnementaux. A titre d'exemple, les couvertures de fosses permettent des réductions d'émissions d'ammoniac de l'ordre de 70 à 90 % selon le type ainsi qu'une réduction des odeurs.

Pour en savoir plus, voir les fiches sur la couverture des fosses (Fiches PVB6 sur la couverture rigide et PVB7 sur les couvertures souples).

Effets croisés

En l'absence de couverture de fosses, le stockage des lisiers en unités extérieures peut conduire à une augmentation des volumes stockés du fait des précipitations. La mise aux normes des ouvrages de stockage prend en compte le bilan des précipitations moins les évaporations sur la petite région agricole et la période de stockage concernée. Les hauteurs



de garde préconisées pour la conception des fosses (cf Tableau 1) sont intégrées pour empêcher le débordement. Les eaux de pluie stockées dans les fosses conduisent à une augmentation de volume et à une dilution de la teneur en éléments fertilisants des lisiers stockés.

Coûts

Le prix d'une fosse, pour un bâtiment d'élevage de canards gras de 450m², va de 16 500 à 18 000 euros. Le référentiel 2017 prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles (Chambre d'agriculture Pays de la Loire) donne également des fourchettes de prix pour différents éléments nécessaires à une fosse à lisier.

En élevage porcin ou bovin, le prix d'une fosse à lisier varie de 35 à 63 €/m³ (prix au 01/01/19)

En élevage bovin lait la fourchette est variable de 400 à 1000€ par vache laitière, cela dépend du type de bâtiment, de la durée de stockage, du type de fosse, de la région...

Applicabilité

Dans certaines zones, le stockage des effluents liquides en ouvrage extérieur peut être délicat : c'est le cas des zones de montagne par exemple où le travail d'excavation peut être rendu difficile par la nature du sol. Dans les zones à forte densité de population, il est aussi parfois difficile d'installer une unité de stockage extérieur à distance des tiers. Dans ces différents cas, le stockage des effluents peut être réalisé de manière quasi intégrale sous les animaux ; les préfosse sont alors dites profondes et peuvent atteindre 2 m de hauteur.

Facteurs incitatifs

Au niveau national, les modalités de stockage des effluents sont soumises à la réglementation du Règlement Sanitaire Départemental (RDS), des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), pour les volailles à l'arrêté biosécurité et/ou des Programmes d'Actions National Nitrates (PAN).

L'arrêté du 23 Octobre 2013 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables définit les durées de stockage en fonction du type d'effluent (types I ou II) pour les porcs et les volailles mais aussi, du temps passé à l'extérieur des bâtiments et de la zone géographique pour les herbivores.

Le stockage des lisiers est concerné par différentes MTD dans la version 2017 du BREF Élevages (Santonia et al., 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) :

- **MTD 2** sur la bonne organisation interne de l'installation
 - o MTD 2 b sur l'éducation et la formation du personnel sur la réglementation applicable à la gestion des effluents
 - o MTD 2c sur l'établissement de plan d'urgence pour faire face aux émissions et incidents imprévus tels que la pollution des masses d'eau avec, par exemple, des plans d'action en cas de fuite ou d'effondrement de fosses à lisier
 - o MTD 2d sur le contrôle, la réparation et l'entretien régulier des structures et des équipements tels que les fosses à lisier pour détecter tous signes de dégradation, de détérioration ou de fuite.
- **MTD 13** sur la réduction des odeurs
 - o MTD 13e 1 : Couvrir les lisiers ou les effluents d'élevages solides pendant le stockage



- MTD 13e 2 : Choisir l'emplacement du réservoir de stockage en fonction de la direction générale du vent et/ou prendre des mesures pour réduire la vitesse du vent autour et au-dessus du réservoir (par exemple, arbres, obstacles naturels)
- MTD 13e 3 : Réduire le plus possible l'agitation du lisier
- **MTD 16** sur la réduction des émissions provenant d'une fosse à lisier
 - MTD 16a : Conception et gestion appropriée de la fosse à lisier par une combinaison des techniques suivantes :
 - 1 : réduction du rapport entre la surface d'émission et le volume de la fosse à lisier
 - 2 : réduire la vitesse du vent et les échanges à la surface du lisier en maintenant un plus faible niveau de remplissage de la fosse
 - 3 : réduire le plus possible l'agitation du lisier
 - MTD 16b : Couvrir les fosses à lisier
 - 1 : couverture rigide
 - 2 : couverture souple
 - 3 : couverture flottante (balles en plastique, matériaux légers en vrac, couverture souple flottante, plaques géométriques en plastique, couvertures gonflables, croûte naturelle, paille)
 - MTD 16c : Acidification du lisier
- **MTD 17** sur la réduction des émissions d'ammoniac provenant d'une fosse à lisier à berges en terre (lagune) avec une combinaison des techniques suivantes :
 - MTD 17a : Réduire le plus possible l'agitation du lisier
 - MTD 17b : Recouvrir la lagune d'une couverture souple et/ou flottante constituée par exemple de feuilles en plastiques souples, de matériaux légers en vrac, de croûte naturelle, de paille.
- **MTD 18** pour réduire les émissions dans le sol et les rejets dans l'eau résultant de la collecte, du transport par conduites et du stockage du lisier en fosse et/ou en lagune, avec une combinaison des techniques suivantes :
 - MTD 18 a : Utilisation de fosses résistant aux contraintes mécaniques, chimiques et thermiques
 - MTD 18b : Choix d'une installation de stockage d'une capacité suffisante pour contenir le lisier pendant les périodes durant lesquelles l'épandage n'est pas possible
 - MTD 18c : Construction d'installation et d'équipements étanches pour la collecte et le transfert de lisier (par exemple, puits, canaux, collecteurs, stations de pompage)
 - MTD 18d : Stockage du lisier dans des lagunes dont le fond et les parois sont imperméables, par exemple, tapissées d'argile ou d'un revêtement plastique



- MTD 18e : Installation d'un système de détection des fuites consistant par exemple, en une géo membrane, une couche de drainage et un système de conduits d'évacuation
- MTD 18f : Vérification de l'intégrité structurelle des ouvrages de stockage au moins une fois par an.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Le stockage des effluents (en ouvrage extérieur ou à l'intérieur des bâtiments) est une obligation réglementaire au niveau national et européen pour respecter les périodes d'interdiction d'épandage et le raisonnement agronomique. Il est donc appliqué par toutes les exploitations produisant du lisier.

Pour en savoir plus

- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>*
- *Directive du Conseil n° 91/676/CEE du 12 décembre 1991 concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles.*
- *GIE Elevage de Bretagne, 2014. La couverture des fosses. 6 pages. https://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/140312_couverture_des_fosses_lisier_VF_veryBDEF.pdf*
- *IDELE, 2018. Calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage ruminant, équin, porcin, avicole et cunicole. Notice explicative et repères techniques. Editions Institut de l'Elevage. 116 p. <http://idele.fr/domaines-techniques/sequiper-et-sorganiser/logement-et-batiments/publication/idelesolr/recommends/calcul-des-capacites-de-stockage-des-effluents-delevage-ruminant-equin-porcin-avicole-et-cunicol-2.html>*
- *IFIP, 2013. Mémento de l'Éleveur du Porc. IFIP 7^{ème} éd., Paris, France, 364 p.*
- *JORF, 2013. Arrêté du 23 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 19 décembre 2011 relatif au programme d'actions national à mettre en œuvre dans les zones vulnérables afin de réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. JORF 254 du 31 octobre 2013 : 17736 <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000028138654&categorieLien=id>*
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf*
- *Référentiel de prix des bâtiments et équipements avicoles et cunicoles, Chambre d'agriculture Pays de la Loire, 2017. https://pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/2017_prix_batiments_equipements_avicoles_cunicoles_referentiel.pdf*
- *Arrêté modifié du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza aviaire. JORF n°0034 du 10 février 2016. Texte n° 41*



Contacts : pascal.levasseur@ifip.asso.fr; nadine.quingand@ifip.asso.fr (porcs) ;
blazy@itavi.asso.fr (volailles) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores)

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB5 : Stockage des effluents liquides (lisier) – approche générale. 6 pages.



Couverture rigide de fosse

Objectif et principe

L'objectif de la couverture des fosses est de

- réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs,
- éviter la dilution du lisier par les eaux de pluie,
- limiter le volume des effluents stocké et à épandre.

La technique consiste à recouvrir entièrement la surface de la fosse pour limiter les échanges gazeux à l'interface du lisier avec l'atmosphère (Figure 1).

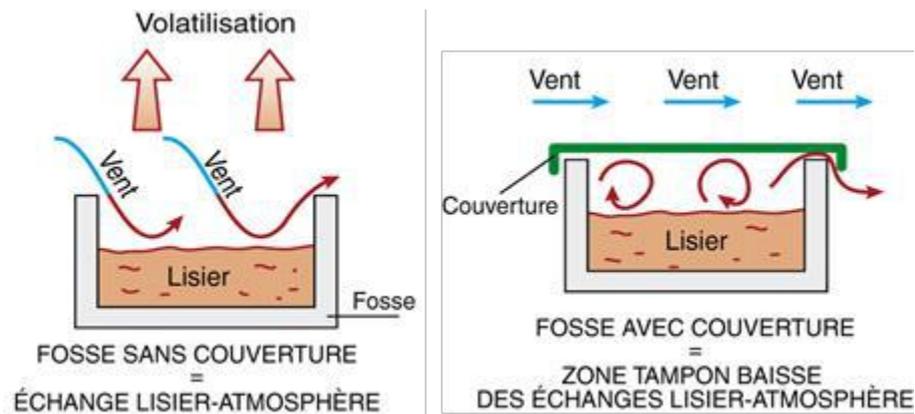


Figure 1 : Influence de la couverture des fosses sur les échanges lisier/atmosphère (IFIP, 2013)

Mise en place

Il existe deux grandes catégories de couvertures : les rigides et les souples (cf Fiche PVB7 sur les couvertures souples). Les couvertures rigides peuvent être des couvertures en béton étanches ou des panneaux en fibre de verre, ou une toiture. Elles peuvent avoir une forme conique ou plate-forme. Les couvertures rigides sont habituellement installées en même temps que la fosse. Elles peuvent cependant être installées à postériori. L'installation peut être réalisée sur des fosses rondes ou rectangulaires, en béton ou en acier.

Bénéfices environnementaux

Les couvertures rigides permettent de réduire de 70 à 90 % les émissions d'ammoniac (Martin et al., 2013). Les couvertures permettent de confiner les odeurs et évitent le balayage du vent au-dessus des fosses.



Effets croisés

Couvrir sa fosse extérieure permet de ne pas stocker les eaux pluviales :

- Ainsi, couvrir la fosse à lisier permet d'augmenter sa capacité de stockage, entre +15% et +60% selon la pluviométrie locale et le diamètre de la fosse. C'est une solution qui peut s'avérer utile lors d'une augmentation du nombre d'animaux dans l'élevage pour maintenir des capacités de stockage suffisantes sans créer de nouveaux ouvrages de stockage, et également pour limiter les volumes à l'épandage (-20 à -30% selon les cas).
- Il y a moins de lisier à épandre d'où des économies sur les consommations d'énergie au moment du transport du lisier vers le site d'épandage et du chantier d'épandage (réduction du temps d'utilisation du matériel) d'où une réduction des émissions de GES.

Le lisier non dilué est également de meilleure valeur agronomique et il est possible d'attendre le moment opportun pour ajuster l'épandage aux besoins de la plante.

Le recouvrement réduit le transfert d'oxygène depuis l'air vers les effluents et augmente la température des effluents d'environ 2°C : du méthane peut alors se former. Dans certaines conditions, la récupération et l'utilisation du méthane pour produire de l'énergie sont possibles mais entraînent un surcoût (cf Fiche PVB9 - Traitement anaérobie du lisier/fumier dans une unité de méthanisation).

La couverture rigide doit limiter les échanges avec l'air extérieur, attention cependant à certaines couvertures charpente qui accentuent l'effet de courant d'air à la surface du lisier pouvant avoir un effet contraire à celui souhaité (odeurs et émissions gazeuses).

Coûts

Le coût indicatif pour l'achat d'une couverture rigide de fosse est variable selon le modèle.

Ainsi pour une couverture en résine polyester rigide, sans mât central, le prix avec la pose sur le site est d'environ 1 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit, pour un élevage de 550 places de porcs charcutiers, (source : CI Profile).

Pour une couverture en polyester, avec mât central, le prix (hors pose) est :

- aux alentours de 0,5 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit, pour un élevage de 550 places ;
- entre 0,8 et 1 €/m³ de lisier stocké/an (0,9 €/m³/an en moyenne), pour un élevage de canards de 1 000 m² ;
- entre 14 et 18 €/UGB/an (16 €/UGB/an en moyenne), pour un élevage bovin de 50 UGB.

(Source : Nicolas SARL).

Ces prix tiennent compte d'un amortissement du matériel sur 20 ans (hors frais financiers et hors subventions), qui correspond à la durée de vie des couvertures.

Applicabilité

La mise en œuvre d'une couverture sur la fosse ne nécessite généralement pas d'adaptation complexe. Elles se révèlent plus adaptées aux zones avec risques de fort enneigement.

Toutefois, en production de canards à rôti, cette technique est plus difficile à appliquer compte tenu des formes de fosse. De plus, des gaz toxiques peuvent se développer, d'où la nécessité de prévoir des évènements. Par exemple, le développement de H₂S peut provoquer une corrosion susceptible d'attaquer le béton de la fosse. La durée de vie de ces couvertures est de 20 ans minimum.

Facteurs incitatifs

Le fait de ne pas stocker les eaux pluviales grâce aux couvertures de fosses offre la possibilité de stocker du lisier plus longtemps ou de réduire les capacités de stockage. Cela permet aussi de



réduire les volumes de lisier à épandre d'où un gain de temps pour l'éleveur et une réduction du coût de l'énergie à l'épandage.

La réglementation des ICPE prévoit une réduction de la hauteur de garde de 0.50 m à 0.25 m pour les fosses couvertes à parois verticales et de 0.40 m à 0.25 m pour les fosses couvertes à parois inclinées. Cette réduction de la hauteur de garde permet d'augmenter le volume d'effluents stockés pour une même taille par rapport à une fosse non couverte (Idele, 2018 - cf fiche PVB 5 – stockage des effluents liquides – approche générale).

Pour les ICPE soumises à la Déclaration des Emissions Polluantes (DEP), la mise en œuvre de couverture de fosse permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement de 80% sur la quantité d'ammoniac déclarée par l'installation pour le stockage par rapport aux quantités émises par une fosse non couverte.

Les couvertures de fosses à lisier peuvent être éligibles aux aides du PCAEA (Plan pour la compétitivité et l'adaptation des exploitations agricoles) selon les priorités des régions.

La couverture des unités de stockage est considérée comme une **MTD** dans la version 2017 du BREF Élevages (MTD 16b /1 – Couvrir la fosse à lisier/couverture rigide, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302).

Ce dispositif est également inscrit dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

Etat des lieux de l'application de cette technique

La couverture des fosses est en voie de développement particulièrement dans les élevages porcins du fait de l'évolution réglementaire du BREF Elevages et des conditions favorables proposées par le PCAE. Cependant, il est difficile d'en faire une évaluation exhaustive, peu d'enquêtes nationales traitent cette question.

Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 - texte n° 37
- CITEPA, 2019. Fiche n°8a) : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Couvrir la fosse à lisier d'une couverture rigide. Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 72 pages.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Espagnol S., Hassouna M., Robin P., Levasseur P., Vallet C., 2006. Incidence d'une couverture photocatalytique de la fosse de stockage de lisier porcin sur les émissions gazeuses (NH₃, N₂O, CH₄, CO₂). 38^{ème} Journée de la Recherche Porcine : 27-34.
- IDELE, 2018. Calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage ruminant, équin, porcin, avicole et cunicole. Notice explicative et repères techniques. Editions Institut de l'Elevage. 116 p. <http://idele.fr/domaines-techniques/sequiper-et-sorganiser/logement-et-batiments/publication/idelesolr/recommends/calcul-des-capacites-de-stockage-des-effluents-delevage-ruminant-equin-porcine-avicole-et-cunicol-2.html>
- IFIP, 2013. Mémento de l'éleveur de porc. 7^{ème} édition. 364 pp.
- Martin E., Mathias E. 2013. Analyse du potentiel de 10 actions de réduction des émissions d'ammoniac des élevages français aux horizons 2020 et 2030– Rapport. Ed ADEME, Angers, France. 242p
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf



Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) - elise.lorinquer@idele.fr (herbivores) - blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB 6 : Couverture rigide de fosse. 4 pages.



Couverture souple de fosse incluant la croûte naturelle

Objectif et principe

L'objectif est de

- réduire les émissions d'ammoniac et d'odeurs,
- éviter la dilution du lisier par les eaux de pluie,
- limiter le volume des effluents stocké et à épandre.

La technique consiste à recouvrir entièrement la surface de la fosse pour limiter les échanges gazeux à l'interface du lisier avec l'atmosphère (Figure 1).

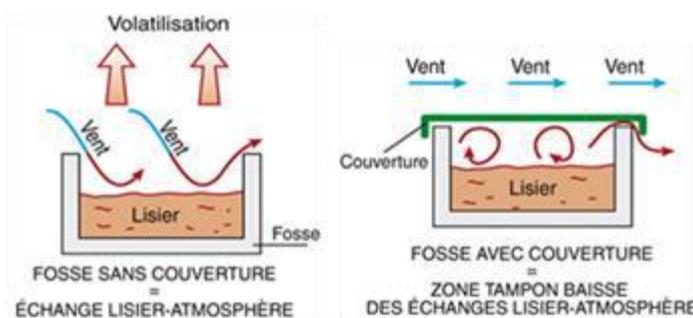


Figure 1 : Influence de la couverture des fosses sur les échanges lisier/atmosphère (IFIP, 2013)

Mise en place

Il existe plusieurs types de couvertures souples :

- **Les couvertures tendues avec mât central (ou chapiteau) :**

Ces couvertures (Photo 1) ont un piquet de soutien central muni d'un pied avec des crampons métalliques en inox. Des rayons ou câbles partent du sommet pour soutenir la toile, généralement en polyester avec une densité assez élevée (850 à 900 g/m²). La toile est attachée à la fosse par des systèmes de fixations (tendeur, crochets...), généralement en inox, qui viennent s'ancrer sur un conduit de renforcement situé à l'extérieur du bord de fosse.

Une trappe de visite est généralement présente pour pouvoir accéder facilement au lisier (inspection du contenu de la fosse, brassage du lisier...). Enfin, des événements sont posés pour libérer tous les gaz qui se créent sous la couverture.





Photo 1 : Exemple de couverture de type chapiteau

Source : Arcanne S.A.

- **Les couvertures tendues à plat :**

Ces couvertures sont constituées d'une toile souple et autoportante en matériau composite, venant se fixer par des chevilles en inox sur une structure en acier galvanisé tout autour de la fosse (Photo 2). Pour les fosses type géomembrane, la construction d'une longrine en béton sur le pourtour de la fosse est nécessaire. Un système de récupération centrale des eaux de pluie (Impluvium avec pompe de type vide cave) est généralement aménagé.



Photo 2 : Exemple de couverture tendue à plat

Source : Chambre d'Agriculture des Landes

- **Les couvertures flottantes :**

Ces couvertures (Photo 3) sont constituées d'une toile en PVC traitée (anti UV, brouillard salin, moisissures...), de densité variable (660 à 950 g/m²). Pour les fosses circulaires, la couverture monte ou descend en fonction de la hauteur du lisier, grâce à des rebords flottants guidés par une structure métallique en acier galvanisé. Cette structure métallique permet également de canaliser l'eau de pluie vers le centre de la couverture. Pour les fosses rectangulaires (géomembranes), la hauteur de la couverture est ajustée grâce à un système de treuils et un jeu de poulies et de cordages fixés à des piquets situés à l'extérieur sur le pourtour de la fosse. Les eaux de pluie sont généralement captées dans un puisard et évacuées à l'aide d'une pompe vide-cave.

Une découpe est généralement prévue dans la couverture ce qui permet d'accéder facilement au lisier (brassage du lisier...)



Photo 3 : Exemple de couverture flottante

Source : Chambre d'Agriculture des Landes



- **Les couvertures gonflées :**

Ces couvertures sont constituées d'une toile en PVC traitée (anti UV, brouillard salin, moisissures...), de densité élevée (915 g/m²), supportée par une poche gonflable flottant sur le lisier. La toile est fixée par des tendeurs sur une structure périphérique à la fosse, en acier galvanisé. La poche gonflable est alimentée, via un tuyau en PVC, par une soufflerie à basse pression, commandée par une armoire électrique et reliée à des capteurs de niveau du lisier.

Une trappe de visite est également prévue dans la toile.

- **Les autres couvertures :**

De nombreux autres systèmes peuvent être adaptés par l'éleveur lui-même (couverture de paille, plaques de polystyrène assemblées, bâche d'ensilage maintenue sur les bords de la fosse, chapiteau avec mât central, système de serre...).

Les contraintes à prendre en compte sont cependant nombreuses : intégration paysagère, esthétique, praticité pour le brassage et la reprise du lisier, risque de prise au vent, résistance aux effets corrosifs du lisier, résistance des câblages et de la structure de soutien aux fortes tractions et à la corrosion, récupération de l'eau de pluie, durée de l'installation.



Photo 4 : Exemple de couverture de paille

Source : Fédération des productions de porcs du Québec

Pour les couvertures de type paille, une couche de 15 à 20 cm d'épaisseur est préconisée pour une efficacité de la couverture sur une période de trois mois (FDPQ, 2007).

Certaines idées sont reprises pour la commercialisation, c'est le cas des couvertures de fosse de type « bâche camion » (Photo 5). Ces couvertures sont constituées d'un tunnel à arceaux en acier galvanisé recouvert d'une bâche type camion (600 g/m²). L'accès au lisier se fait par les pignons.



Photo 5 : Exemple de couverture de type « bâche camion »

Source : Chambre d'Agriculture des Landes

- **Couverture de la fosse par le développement d'une croûte naturelle**



La formation d'une croûte se produit naturellement à la surface du lisier à forte teneur en matière sèche, résultant de la séparation d'une partie solide (résidus de litière). Elle peut également être renforcée par l'ajout de matériaux naturels (paille, copeaux de bois,...) La formation de la croûte naturelle nécessite de limiter les opérations de brassage et d'injecter le lisier sous la surface du lisier stocké. Son efficacité va dépendre de la surface de recouvrement de cette croûte, de son épaisseur et de la durée pour se former.

Bénéfices environnementaux

Des réductions de 70 à 90 % des émissions d'ammoniac au stockage ont été rapportées.

Les réductions sont plus modérées pour les croûtes naturelles, de l'ordre de 40%.

Les couvertures permettent de confiner les odeurs et évitent le balayage du vent au-dessus des fosses.

Seule la bonne étanchéité de ces dispositifs permet d'obtenir un résultat optimal, cela demande une surveillance de l'installation.

Effets croisés

Couvrir sa fosse extérieure permet de ne pas stocker les eaux pluviales :

- on peut soit stocker plus de lisier dans cette même fosse, soit prévoir une fosse plus petite pour une même autonomie de stockage,
- Il y a moins de lisier à épandre d'où un gain de temps et des économies sur les consommations d'énergie au moment du transport du lisier et de l'épandage.

Le lisier non dilué est également de meilleure valeur agronomique et il est possible d'attendre le moment opportun pour ajuster l'épandage aux besoins de la plante

Les couvertures naturelles de type paille augmentent le temps de travail (mise en œuvre plus fréquente de la couverture)

Le recouvrement réduit le transfert d'oxygène depuis l'air vers les effluents et augmente la température des effluents d'environ 2°C : du méthane peut alors se former. Dans certaines conditions, la récupération et l'utilisation du méthane pour produire de l'énergie sont possibles, mais entraînent un surcoût (cf. fiche PVB9 - Traitement anaérobie du lisier/fumier dans une unité de méthanisation, pour en savoir plus).

Certains types de couvertures comme la couverture « Nénufar », combinent l'utilisation d'une couverture flottante et la récupération de biogaz produit à température ambiante (méthanisation psychrophile). Il est applicable sur les fosses existantes, de grandes tailles, rondes ou rectangulaires, semi-enterrées ou enterrées et nécessite des apports réguliers de lisier. Le biogaz produit est ensuite valorisé sur la ferme par la production d'eau chaude au service de l'atelier animal.

La croûte naturelle va augmenter les émissions de protoxyde d'azote (N₂O), voire de méthane s'il y a ajout de paille (CITEPA, 2019).

Coûts

Le coût indicatif pour l'achat d'une couverture souple de fosse est variable suivant les modèles.

Ainsi pour une couverture chapiteau, le coût d'investissement (hors pose) se situe :

- aux alentours de 1 ct d'€ (HT) /kg de porc charcutier produit, pour un élevage de 550 places de porcs charcutiers,
- entre 0,9 et 2,9 € (HT)/m³ de lisier stocké/an (1,9 €/m³/an en moyenne), pour un élevage de canards de 1 000 m²,
- entre 16 et 52 € (HT)/UGB/an (34 €/UGB/an en moyenne), pour un élevage bovin de 50 UGB.

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Ces prix tiennent compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions), (sources : Chambre d'Agriculture de Landes, Cadiou industrie, SOFAREB, SODAGEFO).

Pour une couverture tendue à plat, il faut compter (hors pose) :

- 1 à 2 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit (1 ct d'€/kg de porc charcutier en moyenne), pour un élevage de 550 places de porcs charcutiers,
- 1,2 à 2,6 € (HT)/m³ de lisier stocké/an (1,9 €/m³/an en moyenne), pour un élevage de canards de 1 000 m²,
- 22 à 46 € (HT)/UGB/an (34 €/UGB/an en moyenne), pour un élevage bovin de 50 UGB.

Ces prix tiennent compte d'un amortissement sur 10 ans (prix hors pose, hors frais financiers et hors subventions), (source : Chambre d'Agriculture des Landes).

Pour une couverture flottante, il faut compter (hors pose) :

- 0,3 à 1 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit (0,7 ct d'€/kg de porc charcutier en moyenne), pour un élevage de 550 places de porcs charcutiers ;
- 0,4 à 1,3 €/m³ de lisier stocké/an (0,9 €/m³/an en moyenne), pour un élevage de canards de 1 000 m² ;
- 7 à 24 € (HT)/UGB/an (15,5 €/UGB/an en moyenne), pour un élevage bovin de 50 UGB.

Ces prix tiennent compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions) (sources : Chambre d'Agriculture des Landes et Fouquet).

Les consommations d'énergie de la pompe pour l'évacuation des eaux de pluie sont négligeables.

Pour une couverture gonflée, il faut compter (hors pose) :

- 1 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit, pour un élevage de 550 places de porcs charcutiers ;
- 1,8 € (HT)/m³ de lisier stocké/an, pour un élevage de canards de 1 000 m² ;
- 32,5 € (HT)/UGB/an, pour un élevage bovin de 50 UGB.

Ces prix tiennent compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions) (source : SOFAREB).

Les consommations d'énergie pour la soufflerie sont négligeables.

Pour une couverture de type bâche camion, il faut compter :

- environ 1 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit (hors pose), à 2 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier (pose comprise), pour un élevage de 550 places ;
- environ 1 € (HT)/m³ de lisier stocké/an (hors pose), à 2 € (HT)/m³ de lisier stocké/an (pose comprise), pour un élevage de canards de 1 000 m² ;
- 13 € (HT)/UGB/an en moyenne (hors pose), à 37,5 € (HT)/UGB/an (pose comprise), pour un élevage bovin de 50 UGB.

Ces prix tiennent compte d'un amortissement sur 8 ans (hors frais financiers et hors subventions) (sources : Chambre d'Agriculture des Landes et CASADO SARL).



Les croûtes naturelles n'engendrent aucun coût supplémentaire, sauf celui des matériaux pouvant être ajoutés pour le renforcement de cette croûte.

Pour la couverture Nenufar, la rentabilité provient de la réduction de la facture énergétique. Le temps de retour sur investissement est estimé de 4 à 25 ans.

Applicabilité

Les couvertures de type « chapiteau » à mât central ne peuvent être mises en place que sur des fosses en béton. Pour assurer une meilleure stabilité du mât, il est préférable de le prévoir dès la construction de la fosse.

Des gaz toxiques peuvent se développer, d'où la nécessité de prévoir des événements. Par exemple, le développement de H₂S peut provoquer une corrosion susceptible d'attaquer la fosse.

Avant d'installer ce type de couverture sur une fosse en béton, il est important de calculer la résistance nécessaire de la construction pour s'assurer qu'elle puisse supporter le vent et des charges de neige. Ainsi, une couverture de type tente ne peut pas être posée sur les fosses en béton carrées et rectangulaires, courantes dans de nombreux pays de l'Union Européenne.

De plus, plus le diamètre sera grand, plus la pose de la couverture sera difficile car elle doit être tendue de façon homogène dans toutes les directions pour éviter des charges non homogènes.

Les techniques d'alimentation de la fosse et de brassage du lisier devront être adaptées pour être compatibles avec le maintien de la croûte naturelle. Il est vivement conseillé de remplir la fosse par le bas et de limiter au maximum le brassage pendant la durée de stockage. Il en est de même pour la reprise du lisier pour l'épandage.

Facteurs incitatifs

Le fait de ne pas stocker les eaux pluviales grâce aux couvertures de fosses offre la possibilité de stocker du lisier plus longtemps ou de réduire les capacités de stockage. Cela permet aussi de réduire les volumes de lisier à épandre d'où un gain de temps pour l'éleveur et une réduction du coût de l'énergie à l'épandage.

La réglementation des ICPE prévoit une réduction de la hauteur de garde de 0.50 m à 0.25 m pour les fosses couvertes à parois verticales et de 0.40 m à 0.25 m pour les fosses couvertes à parois inclinées. Cette réduction de la hauteur de garde permet d'augmenter le volume d'effluents stockés pour une même taille par rapport à une fosse non couverte (Idele, 2018 - cf fiche PVB 5 – stockage des effluents liquides – approche générale).

Pour les ICPE soumises à la Déclaration des Emissions Polluantes (DEP), la mise en œuvre de couverture de fosse permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement de 80% sur la quantité d'ammoniac déclarée par l'installation pour le stockage par rapport aux quantités émises par une fosse non couverte.

Les couvertures de fosses à lisier sont éligibles aux aides du PCAEA (Plan pour la compétitivité et l'adaptation des exploitations agricoles).

La couverture des unités de stockage est considérée comme une **MTD** dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 16.b.2 - Couvrir la fosse à lisier par une couverture souple et 16.b.3 - par une croûte naturelle, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)

Ce dispositif est également inscrit dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

État des lieux de l'application de cette technique

La couverture des fosses est en voie de développement particulièrement dans les élevages porcins du fait de l'évolution réglementaire du BREF Elevages et des conditions favorables proposées par le PCAE.



Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- CITEPA, 2019. Fiche n°8 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Couvrir la fosse à lisier / Pratique B : Couvrir la fosse à lisier d'une couverture souple / Pratique C : Favoriser le développement d'une croûte naturelle. Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : CITEPA. 2019. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 72 pages
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- IFIP, 2013. Mémento de l'éleveur de porc. 7ème édition. 364 pp.
- FDPQ, 2007. Matelas de paille flottant et tuyau de déversement sous la surface du lisier. 4 p. http://www.accesporcqc.ca/nsphp/portail/publications/pub_dl.php?dir=477&download=matelasdepailleflottantmai2007.pdf
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB7 : Couverture souple de fosse incluant la croûte naturelle. 7 pages.





Catégories animales

Toutes

Impacts

Rejet N
NH₃
Odeurs
GES

Compostage des effluents

Objectif et principe

L'objectif est de

- concentrer l'azote, le phosphore et le potassium dans le produit à épandre,
- maîtriser des excédents d'azote faibles à moyens.
- Réduire le volume d'effluents à épandre.
- Réduire les odeurs libérées à l'épandage.

La technique consiste à dégrader la matière organique présente dans les effluents à l'aide de micro-organismes qui se développent préférentiellement en milieu aéré et humide. En effet, le compostage est un processus d'oxydation biologique aérobie et contrôlée de matières organiques (animales ou végétales) produisant du dioxyde de carbone, de la chaleur et de l'eau dégagée sous forme de vapeur.

Mise en place

Le compost est formé grâce à une accélération de la dégradation de la matière organique, dans des conditions favorables au développement de micro-organismes. L'apport d'oxygène est le paramètre primordial au processus de biodégradation. Selon ses modalités de fourniture, trois catégories de procédés peuvent être distinguées :

- Le compostage naturel ou l'apport en oxygène est assuré via une ventilation naturelle. Ce processus se déroule après une mise en tas de l'effluent. Lorsque le volume, l'humidité et la porosité sont suffisants, l'effluent peut atteindre des températures supérieures à 70°C. Le processus de biodégradation peut être relancé après un retournement ou une humectation cette pratique. Cette pratique peut être réalisée au champ ou en bâtiment.
- Le compostage par imprégnation qui vise à mélanger un effluent humide (type lisier) avec un substrat carboné sec (type paille). Le processus de compostage initial conduit à l'évaporation d'une partie de l'eau. Le produit ainsi obtenu peut-être épandu comme un fumier ou stocké au champ entraînant un compostage naturel du produit.
- Les procédés spécifiques, adaptés à une taille industrielle et appliquée en silo, tambours en rotation. Le contrôle du procédé est assuré par le soufflage d'air asservi à la température, un mélange mécanisé et régulier en silo, la mise en œuvre de macrofaune (type lombricompostage) ou encore d'activateur microbien (inoculum biologique).

Face à cette diversité de procédé, notre fiche ne présentera que 3 systèmes, à savoir, le compostage naturel, en silo ou en plateforme sous aération forcée et enfin avec complexes de micro-organismes.



Généralité- Procédé de compostage

Les installations de compostage manipulant du lisier ou un fumier sont soumises aux dispositions spécifiques du règlement (CE) n ° 1069/2009 concernant les sous-produits animaux et doivent être agréées conformément à l'article 24 du règlement.

Les paramètres opérationnels requis pour le compostage à l'aide de sous-produits animaux (y compris le fumier) sont spécifiés dans le règlement européen 142/2011, ainsi que dans les spécifications des produits de compost finaux.

Les paramètres à satisfaire sont traditionnellement :

- Un taux d'humidité compris entre 40% et 50%. En dessous de 30%, l'activité des bactéries est inhibée. En général, les fumiers solides provenant de systèmes de litière profonde (poulets de chair, dindes, pintades) doivent être humectés, en raison de la teneur élevée en matière sèche (comprise entre 65% et 80%).
- Un apport en oxygène > 0,5 mg / l.
- Une porosité du tas comprise entre 30% et 60% (en tant que porosité remplie d'air).
- Un rapport carbone / azote (C / N) compris entre 20 et 35.

Un compostage de qualité se traduit par une montée en température assurant une hygiénisation du produit. Pour cela, la montée et le maintien d'une température au minimum de 55°C pendant 15 jours ou à 50°C pendant 6 semaines doit être observé. En fin de process, le compost fin doit s'émietter correctement (éviter le « beurre noir »). La température doit être contrôlée régulièrement avec un thermomètre. La Figure 1 présente un profil de température au cours du compostage et un reporting des nombres de jours en fonction des températures du tas.

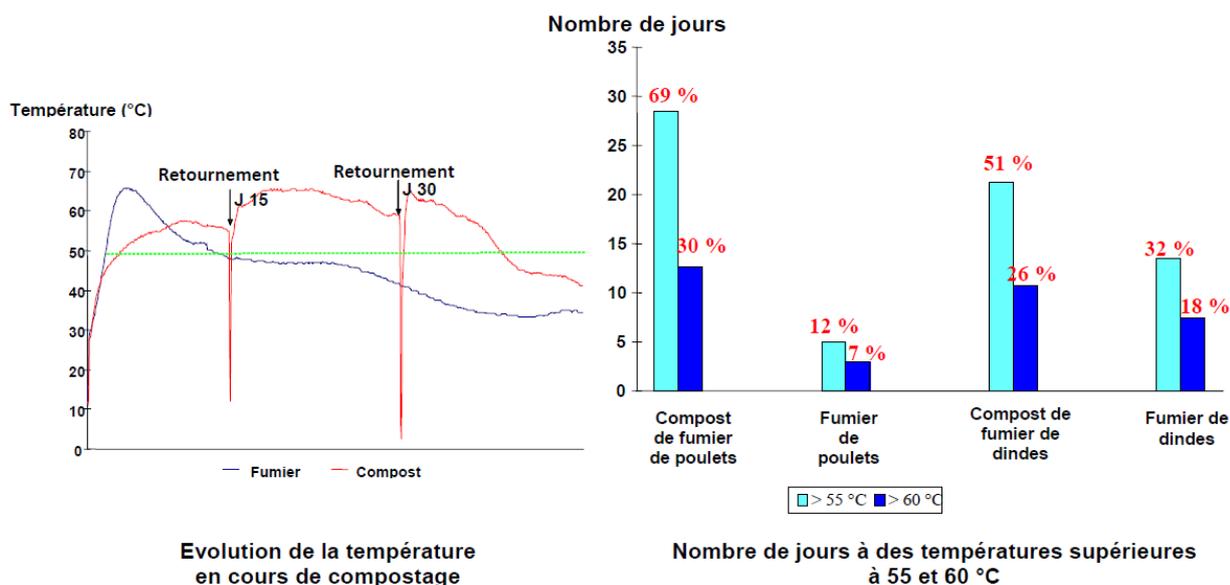


Figure 1 : Courbe de température en fonction du temps lors du compostage de fumier et décompte des jours où la température était supérieure à 55 et 60°C.

La durée du compostage peut aller jusqu'à 6 mois en fonction de l'origine et des propriétés de l'effluent. Ce délai peut être raccourci par une agitation fréquente et une mise sous aération des tas.

Une période de forte pluviométrie peut perturber le processus de compostage. Il est conseillé de couvrir les andains formés par des bâches imperméables à la pluie, mais perméables aux gaz, pour éviter que les tas ne se chargent trop en eau.

Système de compostage naturel

Dans le cas d'un compostage naturel, le chantier démarre par la mise sous andain des fumiers (avec plus de 20% de MS). En général, il commence en bâtiment et s'achève au champ (IF2O, 2013a ; IF2O, 2013b ; ITAVI 2016). Ce chantier peut durer une journée pour un bâtiment avicole, mais s'étale de décembre à avril dans le cas des curages successifs d'une stabulation de ruminants. Dans ces conditions, la matière doit être suffisamment retournée pour éviter une hétérogénéité trop importante du produit. La mise en andain consiste à benner successivement les remorques, sans les tasser, les unes contre les autres. Le tas ne doit pas dépasser la hauteur d'homme (1m80 maxi), sur 3 à 3.5m de large (La Figure 2 présente un exemple de mise en andain). Un couloir de circulation de 4 à 5m doit être laissé de chaque côté du tas. La montée en température dure entre 6 et 48h selon l'humidité du fumier initial. En général, les fumiers de volailles (plutôt sec avec 55 à 80% de MS) nécessitent une humidification, contrairement aux fumiers bovins et porcins, pour revenir à un taux de MS compris entre 40-50%.



Figure 2 : Exemple de mise en andain

Le chantier se poursuit avec un retournement toutes les 2 à 3 semaines, pour une durée totale de 6 semaines à 2 mois. Un retournement minimum est nécessaire pour fragmenter les agrégats constitués au moment du chargement des remorques et de la mise en tas. Deux retournements sont préférables pour assurer le maintien de températures élevées au cœur du tas et obtenir un produit plus homogène en incorporant les zones périphériques. Un délai de 10 jours à 3 semaines entre retournements est recommandé. Faute de retournement, la température du tas peut décroître rapidement.

Deux retournements minimum avec un délai de 10 jours à 3 semaines entre chaque retournement sont nécessaires pour maintenir l'air au cœur du tas. Il faut ensuite attendre 3 semaines au minimum après le dernier retournement pour l'épandage de fumier de volailles, encore trop riche en azote ammoniacal.

Trois types de matériel permettent de retourner les andains :

- Le retourneur d'andains (Exemples en Figure 3) :

Cet appareil enjambe l'andain. Attelé au tracteur (qui roule à côté de l'andain), il est soit tracté (un tracteur à vitesse rampante est alors nécessaire), soit autopropulsé par des moteurs hydrauliques (le tracteur est au point mort, poussé par le retourneur).

Selon la marque, le retourneur est équipé d'un ou deux rotors, qui passent dans le tas pour le déchiqueter, le broyer et l'aérer. Les rotors attaquent l'andain et le rejettent en arrière en le reconstituant grâce à des panneaux déflecteurs qui assurent la régularité du tas. Les caractéristiques techniques diffèrent selon les modèles.





Figure 3 : Exemples de retourneur d'andain

- les épandeurs classiques utilisés à pose fixe (Exemple en Figure 4):

Cette technique a tendance à être de moins en moins utilisée car elle est très exigeante en temps de main-d'œuvre. Le produit à composter est repris avec la fourche du tracteur et chargé dans l'épandeur, qui va ensuite vidanger sur place et reformer l'andain. L'aération du fumier est assurée par le passage au travers des hérissons de l'épandeur.

Sur le strict plan de l'organisation du travail et du temps de main-d'œuvre, l'utilisation d'un épandeur à fumier pour aérer les andains paraît assez vite réductrice dans la mesure où lors des séquences de retournements, l'éleveur a l'impression de vider une nouvelle fois son bâtiment.

Par ailleurs, la forme de l'andain obtenue peut varier selon le modèle d'épandeur qui a tendance à faire un tas assez large de forme tabulaire.



Figure 4 : Exemple d'épandeur classique

- Des godets aérateurs de compost existent aussi (Exemples Figure 5) :

Le tas est déplacé au godet. Le godet équipé de deux rotors permet d'émietter le produit au moment où le godet est vidé. Cette technologie est encore peu répandue (quelques unités sur le terrain).



Figure 5 : Exemple de godets aérateurs

Le compostage des effluents (solides ou liquide) peut être réalisé au siège de l'exploitation sur une aire bétonnée étanche avec récupération des jus (humidification des andains ou

épandage). Ceci est obligatoire s'il y a risque d'écoulement de jus et/ou incorporation de liquides : purins, lisier...

Ce procédé peut également être mis en œuvre au champ pour les fumiers de volailles, de bovins et de porcs stockés au minimum deux mois sous les animaux ou en fumière (circulaire du 17/01/2002). Il est alors interdit d'ajouter des effluents liquides au fumier composté (le fumier doit être « compact pailleux et non susceptible d'écoulements»). Le terrain doit être plat et peu filtrant, le lieu doit changer chaque année (temps de retour minimum tous les 3 ans), tout en restant à proximité des parcelles d'épandage.

Pour les élevages de porcs, le compostage peut être pratiqué après la séparation mécanique de la fraction solide du lisier ou après ajout de matière organique sèche à une fraction humide relativement solide (Cf fiche PVB8). Une porosité élevée (30 à 50%) est nécessaire pour une aération suffisante.

On obtient de meilleurs résultats en utilisant de la paille bien hachée, de bonnes proportions de fumier et en contrôlant la température et la teneur en humidité dans de longs andains étroits.

Il est possible de mélanger les fumiers de volailles avec des déchets verts ; on donnera la préférence à des déchets ligneux, broyés, en évitant les tontes de pelouse. Ces déchets ligneux pourront être incorporés dans des proportions de 1 pour 1 (en masse).

Système de compostage spécifique en silo ou en plateforme et sous aération forcée

Le compostage est réalisé en silo fermé, composé d'éléments de béton armé formant un silo étanche. Le fond de ces modules est équipé d'un système de drains perforés permettant une aération forcée par soufflage, ainsi que la récupération des jus d'écoulement. Le système de ventilation est piloté par un automate programmé par des consignes de déclenchement de la soufflerie lorsque la température s'abaisse en dessous de la consigne. Plusieurs sondes mesurant la température à cœur renseignent l'automate qui enregistre également les données.

Une fois le silo chargé en fumier, celui-ci est recouvert par une bâche qui sera ancrée sur les parois du silo (Figure 6). Un ajout d'eau peut être nécessaire (cas des fumiers de volailles), soit en bâtiment d'élevage, au moment de la vidange des remorques ou après la constitution des tas. L'aération forcée sera maintenue pendant 6 semaines et ensuite le silo sera débâché et vidé pour mettre le compost à maturer en tas.



Figure 6 : Exemple de plateforme de compostage sous aération forcée

Les jus d'écoulement sont collectés par les gaines d'aération dans une cuve, munie d'une pompe de relevage. Ils sont ensuite repris afin d'être recyclés soit sur les silos en cours de compostage ou dans un bassin de rétention. Ces jus peuvent être réutilisés lors d'un prochain remplissage des silos. Il n'y a pas de retournement durant la phase de ventilation forcée. Le silo est ensuite débâché et vidé pour mettre le compost en tas sous abri durant une phase de maturation plus ou moins longue. Une légère reprise en température peut être observée après cette remise en tas.

Systeme de compostage par complexes de micro-organismes

Lors de la formation des andains ou directement dans le bâtiment d'élevage, le fumier (ou autres déchets organiques) est ensemencé de façon homogène avec un complexe de micro-organismes. Ces complexes sont constitués à base de bactéries (types Bacillus et lactobacillus), de champignons ou de mélange des deux. Ces sélections de souches appartiennent toutes à la classification AFNOR IA, sans danger ni pour l'homme, ni pour les animaux, ni pour l'environnement. Cette opération est réalisée par pulvérisation du produit à raison d'une dose dans 10 L d'eau (sans traces de désinfectant) pour 10 tonnes de matières organiques à composter (Figure 7).



Figure 7 : Exemple d'ensemencement par complexes de micro-organismes

Les bactéries utilisées sont aérobies-anaérobies facultatives, ce qui signifie que le compostage peut être réalisé dans un délai de 6 à 8 semaines sans avoir besoin de retourner des andains. La température observée au cœur de l'andain est supérieure à 55°C pendant plus de 15 jours.

Des essais menés sur des fumiers de volailles et de porcs montrent que l'ajout de complexes de micro-organismes ne modifie pas radicalement les populations présentes dans les fumiers. Les flores endogènes restent dominantes comparé à celles ensemencées. Il n'a pas non plus possible de démontrer, avec les méthodes de culture moléculaire, l'impact de cet ajout sur les structures microbiennes et leurs fonctionnalités. Il est cependant possible que les micro-organismes apportés soient actifs et aient un effet sur d'autres populations microbiennes non dominantes dans le fumier et sur certains paramètres physico-chimiques (Rousset et al., 2014). En élevage de porcs, l'effet des complexes de micro-organismes n'est pas significatif (Lagadec et al., 2013). Des facteurs non contrôlés, tels que l'occurrence des troubles digestifs chez les animaux, l'utilisation d'antibiotiques, le comportement des animaux ou encore la durée de l'élevage qui pourraient perturber l'incidence des complexes.

Ce procédé de compostage permet de composter des déchets organiques solides, ou pâteux (plus de 10 % de MS), des déchets verts, des litières, des fumiers, des déchets de couvoirs, des boues de stations d'épurations, des refus de centrifugation, des digestats de méthanisation.

Remarque : des additifs microbiens peuvent être directement utilisés sur la litière au cours de l'élevage. Cette technique, surtout présente en volaille, fait l'objet d'une fiche BPEE V14.

Bénéfices environnementaux

En France, le produit de compostage est considéré comme un engrais organique, désodorisé et hygiénisé. Il fournit de la matière organique au sol et de l'azote sous forme organique dont le dégagement se fait de manière progressive vers les plantes. A priori, le composte de fumiers peut être appliqué en automne et en hiver sans risquer d'augmenter le lessivage des nitrates (ITAVI 2001). Des réductions de 70 à 90 % des émissions d'ammoniac au stockage ont été rapportées.



Au cours du compostage, le produit perd essentiellement de l'eau. Les fuites d'azote sous formes gazeuses (essentiellement de l'ammoniac) sont estimées à 10-55% de l'azote. Ces pertes varient selon l'origine du fumier composté (porcs volailles, bovins), le type de litière utilisé (paille, sciure, copeaux de résineux...), le mode de logement pour les porcs et les bovins (litière accumulée, raclée...). La couverture des andains et l'ajout de complexes microbiens permettent de réduire ces pertes.

D'autre part, les jus d'écoulement étant récupérés, il n'y a pas de risque de pertes d'azote par infiltration dans les sols

Les avantages en termes de produit fertilisant obtenu dépendent du type de fumier, de la technique de prétraitement, des additifs et de la technique de compostage, et ne peuvent être quantifiés de manière générale. La composition chimique moyenne de composts d'effluents d'élevage est présentée dans le tableau 1 (d'après Decoopman, 2006) :

Tableau 1 : Composition chimique moyenne des composts d'effluents d'élevages (Decoopman, 2006)

Types de fumier	MS	MO	NTK	P ₂ O ₅	K ₂ O
	% MB		g/kg MB		
Compost de fumier de bovins	18	13	5.9	2.1	2.5
Compost de lisier de porc avec paille	21	13.5	5.9	11.1	6.6
Compost de fumier de porcs sur copeaux	37	30	7.2	11.8	13.9
Compost de fumier de poulets sur paille	37	24	12.2	14.3	19.3
Compost de fumier de volailles sur copeaux	49	38	13.6	20.1	22.1

Il convient de vérifier si le compost correspond aux normes NFU 42-001 pour les engrais organiques et NFU 44-051 pour les amendements organiques.

Effets croisés

Les conditions lors du compostage impliquent un risque d'augmentation des émissions de gaz à effet de serre, car l'aération entraîne une augmentation de la température et, par conséquent, une activité beaucoup plus intense des bactéries anaérobies. Les émissions de méthane sont très susceptibles de se produire si des zones anaérobies sont développées à l'intérieur de la masse de compostage, tout comme les émissions d'oxyde nitreux en cas d'aération inappropriée de tout le tas de fumier (les zones anaérobies situées au centre impliquent la présence possible de zones de transition aérobie / anaérobies) dans le compost. De même, des conditions réduites du milieu vont favoriser la production et l'émission de composés malodorants. Dans le cas d'un compostage sous aération forcée, la maîtrise des débits doit assurer un point d'équilibre entre une suraération propice au stripping de l'ammoniac et une sous-aération qui provoquera l'émission de GES et de mauvaises odeurs. En revanche, les flux d'air viciés sont canalisés et peuvent donc plus facilement faire l'objet d'un traitement. Les odeurs sont contrôlées par l'incorporation d'un produit neutralisant dans l'air sec. Généralement, l'ajout de complexes microbiens limite la production de composés soufrés et ammoniacaux (sources d'odeurs) ; les bactéries utilisent préférentiellement les acides gras volatils comme nutriments énergétiques par rapport à des molécules plus lourdes. De ce fait, les émissions d'odeurs liées habituellement à ces molécules sont considérablement diminuées. D'autre part, il est également rapporté que les couvertures n'ont aucun effet significatif sur les émissions gazeuses en compostage (ITAVI, 2001). Cependant, ces dispositifs permettent de réduire la dispersion des odeurs et les pontes de mouches tout en facilitant l'intégration des andains dans le paysage. Les systèmes d'épuration de l'air pour les installations de compostage de fumier ont été testés comme méthode supplémentaire pour réduire les émissions de NH₃ provenant de cette source, mais ont des coûts importants (TFRN,



2014). Aucune installation de compostage à l'échelle de la ferme ne serait équipée de systèmes d'épuration de l'air (Agro Business Park, 2011).

En plus des émissions gazeuses, des pertes de NO_3 sous forme de lixiviat peuvent également se produire. C'est pourquoi l'étanchéité des plateformes de compostage et la gestion des lixiats doivent être contrôlées. Les pertes d'éléments solubles (potassium, sodium) par lixiviation peuvent être également mieux gérées de cette manière bien qu'elles soient à relativiser au niveau français compte tenu de la nature des épisodes pluvieux (Lorinquer et al., 2015).

La consommation d'énergie est très dépendante de la technologie de compostage. Dans un système par aération naturelle, cette consommation est très faible (estimée à 5 kWh/ t de fumier brut). A l'inverse, lorsque l'aération forcée est utilisée pour le compostage, la consommation est estimée entre 8 et 50 kWh/ t de fumier brut. A titre indicatif, une station de compostage avec le procédé Val'id® de la société OCENE, consomme 1980 kWh électriques/an et 480 L de fuel/an pour traiter 600 t de fumier par an, soit 3,4 kWh/t de fumier au total. Au cours du processus, il faut de l'eau pour maintenir une teneur en humidité appropriée du fumier, entre 250 et 650 l / t de fumier [594, Agro Business Park 2011]. Néanmoins, le compostage permet une réduction des volumes et des tonnages (de 30 à 50%) à épandre, d'où des économies d'énergie lors du transport pour l'épandage. Bien que le compostage entraîne des pertes d'azote et de carbone organique, le produit final est facile à épandre, désodorisé, hygiénisé et de meilleure qualité agronomique (l'azote et les éléments fertilisants y sont plus concentrés) que le fumier brut. En effet, il est riche en matière organique stable (abaissement du rapport C/N de 12 à 9 pour un fumier de porc en litière raclée et de 20 à 10 pour un fumier de porc en litière accumulée), en phosphore et en potasse. Il permet une libération lente de l'azote.

Le compostage avec inoculum biologique demande moins d'énergie que les autres procédés (avec retournement des andains ou avec ventilation forcée), car il n'y a pas de manipulation à réaliser après la mise en andains et l'ensemencement.

Coûts

Système de compostage par aération naturelle :

La construction d'une plateforme de compostage nécessite d'avoir une disponibilité foncière suffisante. Il faut prévoir une surface suffisante pour entreposer un ou plusieurs andains d'environ 3,5 m de large, 2 m de haut maxi (soit 6 m³/m linéaire), et prévoir une bande de circulation des engins de 4 m sur les côtés et 10 à 15 m en bout d'andain.

Pour un élevage de 550 places de porcs charcutiers, produisant en phase d'engraissement sur litière accumulée 223 kg de fumier/porc produit (460 kg/m³ de fumier), il faut prévoir une surface d'environ 655 m² (compostage d'un seul andain à la fois). Le coût de la plateforme sera de l'ordre de 1 ct d'€/kg de porc charcutier produit, en tenant compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions).

Pour un bâtiment de volailles de chair de 1 000 m², produisant 150 t de fumier/an (soit 225 t après humidification du fumier, 500 kg/m³), il faut prévoir une surface d'environ 460 à 490 m² suivant la production (compostage d'un ou deux andains). Le coût de la plateforme sera de l'ordre de 6 à 6,4 €/t de fumier produit/an, en tenant compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financier et hors subventions).

L'investissement pour un retourneur d'andains (de l'ordre de 42 000 € pour un retourneur de 4 m) peut être réalisé en CUMA, il faudra alors prévoir le coût de l'adhésion qui correspond à la participation au capital. A prévoir également un tracteur de puissance suffisante pour tracter cet équipement.



Le chantier de compostage comprend le curage des bâtiments, la mise en andains, 2 retournements et l'épandage du compost. Le coût de revient de ce chantier est évidemment variable selon la production, la taille du chantier et l'éloignement des parcelles.

A titre indicatif :

- Pour un élevage de porcs charcutiers de 550 places, le coût de revient se situe entre 1 et 2 ct d'€/kg de porc charcutier produit.
- Pour un élevage de volailles de chair de 1 000 m², le chantier de compostage coûte entre 7,9 et 9,9 €/t de fumier produit/an (8,8 € en moyenne).
- Pour un élevage bovin produisant 15 t de fumier/UGB/an, le coût de revient du chantier de compostage se situe entre 46 et 58 €/UGB/an (51 €/UGB/an en moyenne).

Ces prix comprennent les charges fixes (prix d'achat du matériel neuf (HT), amortissement économique dont la durée dépend du type de matériel, valorisation du capital immobilisé, assurance et logement pour certains matériels (automoteurs...) et les charges variables (frais d'entretien et de réparation, consommables, carburant au prix de 0,7 €/L HT (prix moyen de 2008)), main-d'œuvre comptabilisée à 13,39 €/h (sur la base de la classification niveau 1 échelon 2 de la convention polyculture élevage = salaire brut, 13^{ème} mois et charges sociales patronales).

Même si le chantier de compostage implique un coût supplémentaire lié essentiellement au retournement des andains, il permet un gain de temps et de consommation d'énergie à l'épandage, en réduisant les volumes à épandre.

Ainsi pour les fumiers de porcs et de bovins, on peut s'attendre à une réduction de volume allant jusqu'à 50 %. Les fumiers de volailles perdent généralement 30 à 40 %, voire 60 % de la masse du produit mis à composter (fumier humidifié). Toutefois il faut être conscient que pour une tonne de fumier brut de volailles, on aura 1 500 kg de produit à composter (après humidification). Après réduction de masse cela donnera 850 kg de compost, soit une réduction de 15 % seulement du fumier brut produit par les animaux.

Le coût de revient des chantiers de fumier traditionnel (curage des bâtiments puis épandage direct ou stockage et reprise du fumier pour épandage) est par conséquent du même ordre de grandeur ou légèrement inférieur à celui du chantier de compostage :

- 1,4 ct d'€/kg de porc charcutier produit, pour un élevage de 550 places d'engraissement,
- 7 €/t de fumier brut/an pour un bâtiment de volailles de chair de 1 000 m²,
- 42 à 60 €/UGB/an pour un élevage bovin.

Le tableau 2 reprend des coûts liés au compostage en élevage (d'après Agro Business Park 2011) :



Tableau 2 : Coûts d'investissements pour une plateforme de compostage et ses équipements

Type d'équipement	Coût d'investissement (€)	Capacité (m ³ /h)
Retourneur d'andain	30 000	100
Retourneur d'andain	100 000	1 000- 15 000
Retourneur d'andain	180 000	2 500
Tracteur	50 000	-
Mélangeur	20 000- 50 000	10-100
Tamis à tambourg	70 000	100
Unité de compostage naturelle	35 000- 100 000	2000 t/an de fumier + 1 360 t/an de litière (ces coûts dépendent du type de construction)

Les coûts d'exploitation seraient de l'ordre de 20 € par tonne produite et les revenus tirés des ventes de compost vont de 15 à 30 € par tonne (Agro Business Park 2011).

Système de compostage par aération forcée :

L'investissement dans une station de compostage avec aération forcée n'est économiquement intéressant que pour des volumes importants de fumier à traiter. Ainsi pour une station traitant 600 t de fumier par an, amortie sur 10 ans, il faut compter un investissement de :

- 1 ct d'€/kg de porc produit, pour traiter le fumier issu de l'engraissement de 2 700 porcs charcutiers/an (223 kg de fumier/porc charcutier durant la phase d'engraissement)
- 6,2 €/t de fumier, pour traiter le fumier issu de 4 bâtiments d'élevage de volailles de chair de 1 000 m² chacun (150 t de fumier/bâtiment/an)
- 93 €/UGB/an, pour traiter le fumier issu d'un élevage de 40 VL (15 t de fumier/UGB/an)

Le coût de revient du chantier de compostage avec ce type de station (curage des bâtiments, manutention et manipulation des silos, et épandage du compost) est évidemment variable selon la production et la taille du chantier.

A titre indicatif, il faut compter :

- 2 ct d'€/kg de porcs charcutier produit,
- 11,4 €/t de fumier de volailles traitée/an,
- 91 à 96 €/UGB/an (93 €/UGB/an en moyenne) pour un élevage bovin.

Le prix pour le bâchage des andains varie en fonction du type et de la qualité des bâches utilisées :

- Bâches géotextiles : 1,45 à 2,45 €/m² (TTC),
- Bâches de type toile tissée : 0,95 à 1,10 €/m² (TTC)
- Bâche pour silo d'ensilage : 0,17 à 0,24 €/m² (TTC)

Par ailleurs, pour une largeur de 4 mètres, les bâches géotextiles coûtaient en 2013 environ 12.96 € TTC/mètre, soit 3.24 € TTC/m².



Les retours sur les coûts de d'approvisionnement complexes microbiens sont variables mais peuvent être estimés à partir des données commerciales des fabricants ou distributeurs. Pour une production de poulet standard, selon les produits, on peut estimer les coûts (produit + analyses laboratoire pour certifier le compost) entre 1,30€ et 2,30€/m²/an. Cette pratique ne nécessite pas de retournement mais il est conseillé de la pratiquer sur une plateforme bétonnée et/ou couvert (avec bâche ou non). Il convient de se référer au cahiers des charges des fournisseurs pour s'assurer de la meilleure mise en œuvre possible.

Applicabilité

Le processus est relativement simple et peut être appliqué à petite échelle, mais il nécessite un contrôle pour éviter les processus anaérobies qui pourraient conduire à une gêne due à l'odeur. Les systèmes en aération forcée répondent en partie à ces problématiques bien qu'ils représentent un coût supplémentaire. Par ailleurs, ils nécessitent un branchement électrique et ne peuvent donc pas être installés en tout lieu. Enfin, le compostage à la ferme avec inoculum bactérien ne présente pas de difficulté majeure pour sa mise en œuvre.

La fabrication de compost est soumise à la réglementation des Installations Classées :

- Production de 0 à 1 tonne/jour de compost : RSD (Règlement sanitaire départemental).
- Production de 1 à 10 tonnes/jour de compost : ICD (Installation classée soumise à déclaration).
- Production supérieure à 10 tonnes/jour de compost : ICA (Installation classée soumise à autorisation).

Les pratiques de compostage doivent être enregistrées (cf. Réglementation).

Facteurs incitatifs

Le compost est un produit solide et sec, facile à manipuler, inodore, stable, hygiénisé et disposant d'une valeur amendement et /ou fertilisante.

Dans un contexte où les agriculteurs ne disposent pas de suffisamment de terres pour absorber le fumier produit, ils sont encouragés à exporter le fumier chez leurs voisins ou à réduire leur cheptel afin de ne pas dépasser les limites imposées par la directive « nitrates » (91/676 / CEE) en ce qui concerne l'azote pouvant être appliqué à la ferme. Les mouvements de fumier représentent un coût supplémentaire et une source potentielle d'odeurs et de problèmes de biosécurité, mais, dans le même temps, la réduction du cheptel peut ne pas être économiquement viable. Dans ce contexte, le compostage s'inscrit comme une alternative permettant de réduire les volumes à transporter tout en respectant des enjeux de bio-sécurité.

Le processus de compostage par aération forcée présente en plus l'avantage de rester indépendant des conditions météorologiques. Le compost qui résulte de cette technique peut éventuellement être un produit normalisé (NFU 42-001 pour les engrais organiques et NFU 44-051 pour les amendements organiques). L'obtention d'une norme dépend des déchets entrants qui classent le compost obtenu comme un amendement organique, un engrais organique ou un support de culture.

En outre l'épandage de compost de qualité permet :

- d'augmenter les surfaces d'épandage en réduisant les distances d'épandage par rapport au tiers (10 m),
- de réduire les risques sanitaires sur prairie ainsi que les problèmes d'appétence pour les animaux.
- de gagner du temps et de réduire les coûts de transport en réduisant les volumes à épandre.



- d'apporter un produit homogène au sol et d'assurer une bonne répartition des éléments fertilisants, de façon régulière et à faible dose.

Le compostage des effluents d'élevage solides est considéré comme une **MTD** dans la version 2017 du BREF Élevage (MTD 19 - En cas de traitement des effluents d'élevage dans l'installation d'élevage, afin de réduire les émissions d'azote et de phosphore ainsi que les odeurs et les rejets d'agents microbiens pathogènes dans l'air et dans l'eau, et de faciliter le stockage et l'épandage des effluents d'élevage, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302).

État des lieux de l'application de cette technique

Une centaine d'installations de compostage à la ferme sont présentes en France. On estime à environ 200 le nombre d'élevages affiliés avec une plateforme de compostage par aération forcée.

Pour en savoir plus

- *Agro Business Park, Inventory of manure processing activities in Europe, 201.*
http://agro-technology-atlas.eu/docs/21010_technical_report_I_inventory.pdf
- *Aubert C. (2006) : Le traitement des déchets de couvoir. Rapport d'étude financée par l'OFFIVAL, 55 pages.*
- *Decoopman B., 2006. Caractérisation de fertilisants organiques. Etude réalisée par la Chambre Régionale d'Agriculture de Bretagne pour le compte de l'ADEME, du Conseil Régional de Bretagne, de la direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt. 104 pages.*
- *Règlement (CE) n ° 1069/2009, article 24 concernant les sous-produits animaux*
<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:FR:PDF>
- *Règlement (UE) No142/2011 de la commission européenne*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0142&from=fr>
- *Circulaire du 17/01/02 relative au compostage en établissement d'élevage*
https://aida.ineris.fr/consultation_document/7785/version_pdf
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279.*
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- *Guinebert E., Penaud J. (2005) : Intérêt d'un traitement biologique des litières de volailles par apport d'un additif microbien en présence des animaux. Journée de la recherche Avicole, 6, pages 122-125.*
- *IF2O, 2013a. Guide pratique de la fabrication de fertilisants organiques à la ferme. Composts de fumiers de volaille. 36 pages*
https://nutrea.fr/media/guide_pratique_composts_de_fumiers_de_volaille_vf_08527_4900_1449_31012014.pdf
- *IF2O, 2013b. Guide pratique de la fabrication de fertilisants organiques à la ferme-Engrais NP issu de lisier.*
https://nutrea.fr/media/guide_pratique_engrais_np_issu_de_lisier_vf_046174400_14_49_31012014.pdf
- *ITAVI, 2001. Aviculture et respect de l'environnement. Sciences et techniques avicoles, Hors-série, 64 p. Diffusion à 20 000 exemplaires.*
- *ITAVI 2016. Gestion des fumiers. Fiches Pédagogique Influenza Aviaire 7B. Je gère mes fumiers du stockage à l'épandage.*
<https://www.itavi.asso.fr/content/gestion-des-fumiers>



- Lagadec S., Landrain B., Landrain P., Paboeuf F., Robin P., 2013. Emissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre en engraissement de porc sur litière. Chambre d'agriculture de Bretagne, pôle porcs, 7 pages.
- Lorinquer E., Charpiot A., Raynal J., Dollé JB., Robin P., Hassouna M., Oudart D., Planchais J., Guiziou F., Loyon L., Fougère M., COuilleau B., Eglin T., 2015. Emissions d'ammoniac et de gaz à effet de serre des fumiers bovins- rapport final du projet EMAFLUM. Contrat ADEME n°12-60-C0024, 190 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ges-fumiers-bovins-rapport-201512.pdf>
- NFU 42-001/A12, AFNOR- « engrais - dénominations et spécifications », Mai 2015
- NFU 44-051, AFNOR- « Amendements organiques - Dénominations, spécifications et marquage », Avril 2006.
- Penaud J., Berraute Y. (2007) : Compostage sans retournement d'un mélange litières de poulettes repro et lisier de poules repro en présence de l'inoculum bactérien BACTIVOR®. Journée de la recherche Avicole, 7, pages 114-118.
- Rousset N., Guingand N., Dezat E., Lagadec S., Jegou J.-Y., Dennery G., Chevalier D., Boulestreau-Boulay A.-L., Dabert P., Berraute Y., Allain E., Maillard P., Adjji K., Hassouna M., Robin P., Ponchant P., Aubert C., 2014. Les litières en élevage : identification, test et évaluation des techniques ou des pratiques consistant à mieux gérer les litières avec moins de matériaux
<https://www6.inra.fr/ciag/content/download/5249/40937/file/Vol34-28-Rousset.pdf>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485.
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- Texier C., Levasseur P. (2001) : Compostage des déjections des porcs à l'engrais élevés sur différents déchets ligneux : sciure, copeaux ou écorce. TechniPorc vol 24, n°6, pages 23-30.
- Texier C., Vaudelet J.C., (1997) : Le compostage à la ferme des fumiers porcins. Fréquence de retournement et bilans pondéraux.
- TFRN, Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, 2014.
http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB10 : Compostage des effluents. 13 pages.



Produire de l'énergie renouvelable (solaire, éolien, biomasse)

Objectif et principe

Produire de l'énergie à la ferme en utilisant des ressources renouvelables telles que le solaire, l'éolien, ou la biomasse, Ces dispositifs permettent de :

- réduire la consommation d'énergie de l'exploitation en produisant de l'eau chaude utilisable à l'échelle des bâtiments (solaire thermique, chaudière à biomasse)
- produire de l'électricité à partir des énergies éolienne et solaire, électricité qui peut être utilisée pour l'autoconsommation ou revendue et réinjectée dans le réseau de distribution national.

La mise en place de ces dispositifs est indispensable pour obtenir des bâtiments d'élevage à énergie positive (BEBC+), à savoir des bâtiments qui produisent plus d'énergie qu'ils n'en consomment. Ils viennent, dans ce cas, en complément d'autres techniques ou pratiques de réduction des consommations d'énergie (cf. fiche P20 et V18 -Techniques pour une réduction efficace de la consommation d'énergie – Approche générale, cf. fiches B20 à B24 sur les différentes techniques de réduction de la consommation d'énergie en élevage bovins).

Mise en place

Les dispositifs existants sont (IFIP, 2013, IDELE, 2016) :

- le chauffe-eau solaire thermique,
- le solaire photovoltaïque,
- l'énergie éolienne,
- les chaudières à biomasse.

Le procédé de méthanisation valorisant le biogaz constitue également une technique produisant de l'énergie renouvelable. Faisant l'objet d'une présentation spécifique, elle n'est pas traitée dans la présente fiche (cf. fiche PVB 9 – Traitement anaérobie du lisier/fumier dans une unité de méthanisation)

Le chauffe-eau solaire thermique

Il s'agit de mettre en place des capteurs solaires thermiques qui permettent de valoriser l'énergie du rayonnement solaire, ici sous forme de chaleur, pour chauffer de l'eau.



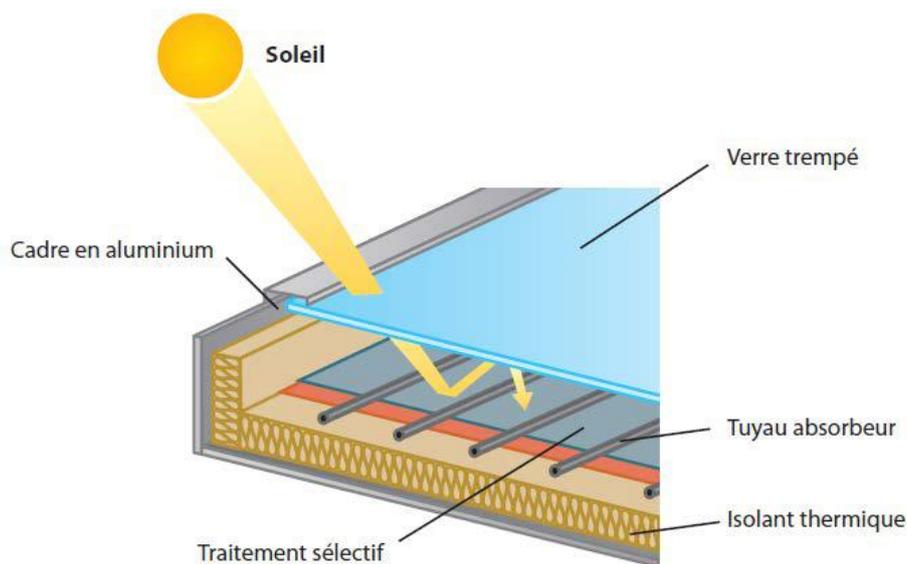


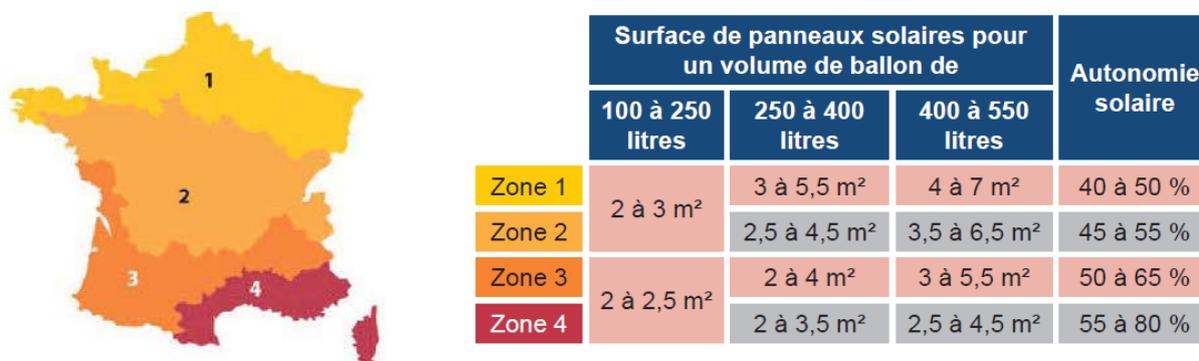
Figure 1 : détail en coupe d'un panneau solaire thermique

Il existe plusieurs familles de capteurs solaires thermiques (IFIP, 2013):

- Les capteurs non vitrés : ce sont des dispositifs très simples composés d'un réseau de tubes en plastiques noirs (essentiellement utilisés pour le chauffage de l'eau des piscines en été),
- Les capteurs non vitrés à revêtement sélectif, à irrigation totale, en acier inoxydable (essentiellement utilisés pour le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, le chauffage basse température de plancher chauffant, et le chauffage des piscines),
- Les capteurs plans vitrés (Figure 1), utilisent un fluide caloporteur (généralement de l'eau mélangée avec un antigel alimentaire) circulant dans un serpentin plaqué en sous-face d'une feuille absorbante. L'ensemble est positionné derrière une vitre, dans un caisson isolé (laine minérale et/ou mousse composite polyuréthane),
- Les capteurs à tubes sous vide, dans lesquels le fluide caloporteur circule à l'intérieur d'un double tube sous vide. Ils se différencient des capteurs plans vitrés par le mode d'isolation qui est, ici, simplement assuré par l'absence de molécules d'air (vide).

L'utilisation de cette eau chaude produite peut varier en fonction des élevages, par exemple, en élevage ruminants, elle est valorisée pour un usage sanitaire, alors qu'elle est plutôt recherchée pour le chauffage de l'eau de boisson dans les élevages de veaux de boucherie (IDELE, 2016).

Le dimensionnement des capteurs solaires thermiques et le niveau d'autonomie solaire vont dépendre de la situation géographique de l'exploitation et des niveaux d'ensoleillement (Figure 2).



(source : ADEME, 2014 dans IDELE, 2016)

Figure 2 : Surface de panneaux solaires selon la zone géographique et autonomie solaire

Il conviendra de dimensionner l'installation solaire à un usage complet de la production d'eau chaude en été. En effet, un surdimensionnement des panneaux par rapport au volume du ballon, entraînera une perte de productivité en été.



Le solaire photovoltaïque

Les capteurs solaires photovoltaïques transforment l'énergie lumineuse du soleil en électricité, sous forme de courant continu. Ce dernier est dirigé vers un onduleur qui le convertit en courant alternatif afin de pouvoir être injecté dans le réseau de distribution public. Les panneaux solaires photovoltaïques sont constitués de matériaux semi-conducteurs, généralement à base de silicium cristallin. Cette production d'électricité se fait sans utiliser de pièce mécanique, et sans émissions sonores (Figure 3).

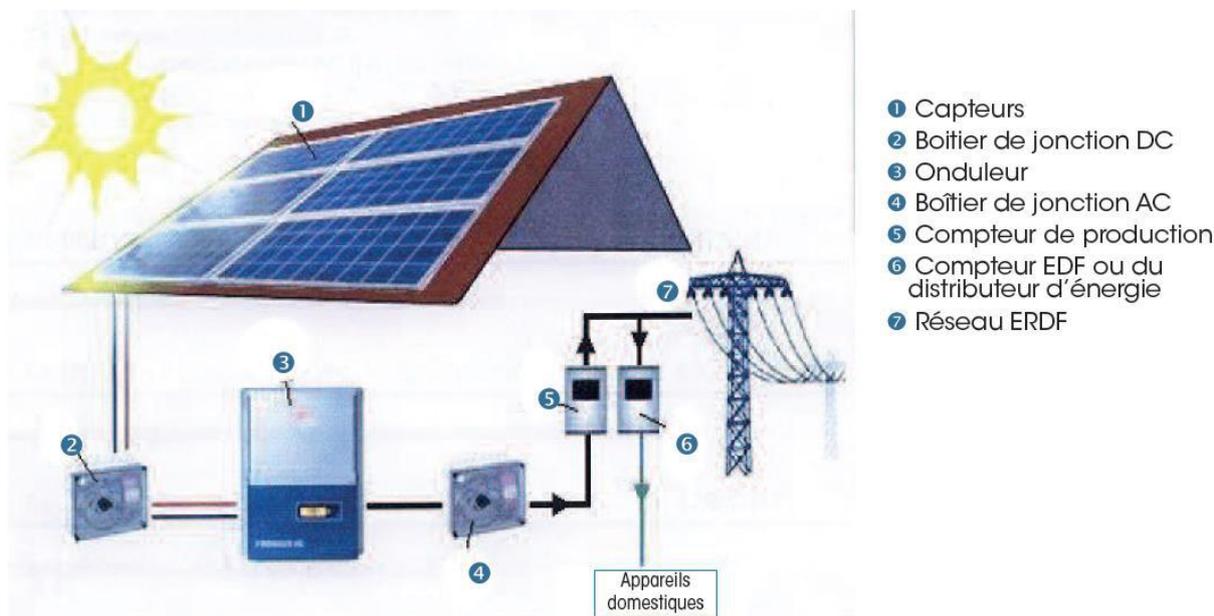


Figure 3 : Schéma de principe du fonctionnement d'une centrale photovoltaïque (source : ADEME, 2014 dans IDELE, 2016)

Le solaire photovoltaïque positionné en toiture :

L'installation de ces panneaux solaires est possible sur les bâtiments neufs, les rénovations, les extensions, comme sur les bâtiments existants, même si elle est plus difficile à mettre en œuvre sur ces derniers (bâtiments vieillissants, insertion difficile des panneaux sur la toiture). En revanche, il est déconseillé de les implanter sur des bâtiments accueillant des animaux, en raison des risques de corrosion (liés aux émissions d'ammoniac) et d'empoussièremment, et des contraintes d'assurance. Il existe des conditions à respecter pour l'installation de panneaux solaires (orientation, inclinaison, absence d'ombres portées, ventilation de la sous-face des panneaux). Il faudra bien sûr prendre en compte la résistance de la charpente pour l'implantation des panneaux. Dans tous les cas, l'implantation d'une installation photovoltaïque ne devra pas porter préjudice à la fonction première du bâtiment d'élevage. Les contraintes sont moins fortes sur les bâtiments annexes (stockage de fourrages ou de matériels).

En termes de dimensionnement, il existe deux types d'installation :

- Les installations inférieures à 9 kWc (représentant environ 60 m² de panneaux) : Les panneaux assurent l'étanchéité du bâtiment, qui doit être impérativement clos et couvert. L'installation est dite « intégrée au bâti ».
- Les installations de 9 à 100 kWc : les panneaux sont implantés sur des bacs en acier ou par-dessus la toiture existante à l'aide de voligeage bois ou de rails spécifiques. L'installation est dite « non intégrée au bâti ».

Préalablement à l'implantation de l'installation, et dans le cas d'une revente de l'électricité produite, il conviendra d'étudier la faisabilité du raccordement au réseau électrique public. Les coûts engendrés peuvent parfois être dissuasifs.

En Bretagne, 1 m² de panneaux photovoltaïques correspond à 153 Wc, ce qui équivaut à une production de 1008 kWh/an. Pour une puissance de la centrale photovoltaïque de 100 kWc, il



faudra une surface de 653 m², pour une production d'électricité par an de 100 800 kWh (ou 362 880 MJ (IDELE, 2016).

Le solaire photovoltaïque sur mât :

Afin de s'affranchir des contraintes liées à l'installation de panneaux photovoltaïques sur la toiture de bâtiments d'élevages (orientation des bâtiments, études de faisabilité et d'implantation des panneaux sur la toiture, éventuels préjudices occasionnés sur les performances techniques des animaux...) une nouvelle génération de panneaux, positionnables autour des bâtiments, a vu le jour : les trackers/traqueurs solaires ou traqueurs motorisés. Il s'agit d'un panneau photovoltaïque positionné sur un mât motorisé. Le traqueur solaire suit la course journalière du soleil dans le ciel et se déplace ainsi d'Est en Ouest durant la journée. Puis, pendant la nuit, il retourne à sa position d'origine. Ce système assure un rendement nettement supérieur aux panneaux positionnés en toiture : + 50 à 65 %.

L'énergie éolienne

Elle consiste à utiliser la puissance du vent pour entraîner la rotation des pâles de l'éolienne. L'énergie mécanique ainsi produite est transformée en électricité par une génératrice qui produit du courant alternatif (alternateur) ou continu (dynamo). Dans ce cas, un onduleur permettra de transformer le courant continu en courant alternatif avant d'être injecté dans le réseau national. L'électricité produite peut être autoconsommée mais elle devra alors être stockée dans des batteries en attente de son utilisation. Mais leur coût reste très élevé.

Les pâles sont toujours orientées face au vent, par un système de gouvernail (petit éolien) ou par un dispositif électronique (éolienne de grande dimension). En cas de vents forts, le système de sécurité met les pâles en drapeau.

L'implantation d'éoliennes impose d'avoir une bonne connaissance des caractéristiques des vents sur le site (vitesse, stabilité de direction, absence de turbulences). Une étude de vent, confiée à des spécialistes, est donc un préalable indispensable. L'ensemble des données (vitesse et fréquence du vent) mesurées sur une année permettront de dimensionner les éoliennes (dimensionner les machines et préciser la hauteur du mât) et d'évaluer l'intérêt économique de l'installation.

La vitesse du vent a une influence sur la production d'électricité, laquelle dépend également de la taille de l'hélice et du coefficient de performance de la machine. Une éolienne tourne environ 4500 h/an et atteint sa puissance nominale pendant environ un tiers de son temps de fonctionnement. La production d'une éolienne dans des conditions très favorables est estimée à 20 000 kWh pour 10 kW de puissance installée. Mais le niveau de production peut très vite chuter si les conditions ne sont pas favorables.

Dans tous les cas, l'étude des vents devra être complétée par la courbe de puissance de l'éolienne en fonction de la vitesse du vent. La production d'électricité est essentiellement obtenue avec des vitesses de vent comprises entre 5 m/s (minimum pour la production) et 10 m/s (Figure 4).

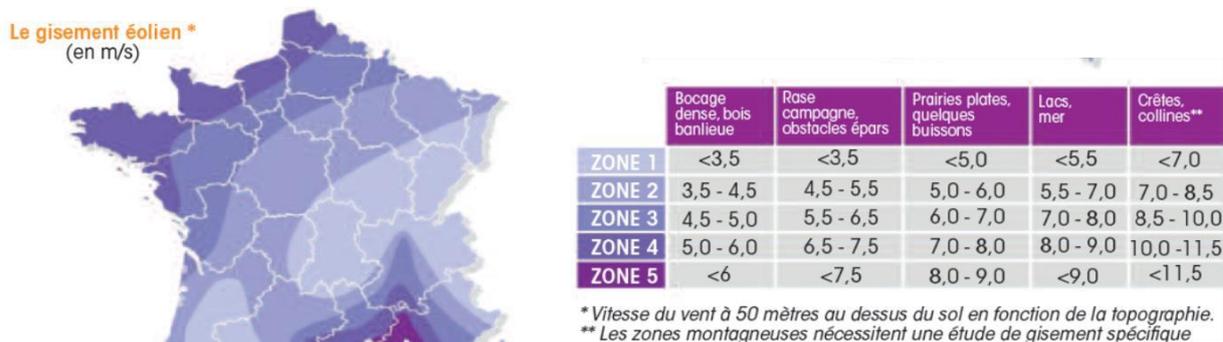


Figure 4 : Le gisement éolien en France

(source : ADEME, 2014 dans IDELE, 2016)





Il existe deux catégories d'éoliennes :

- **Les éoliennes inférieures à 36 kW de puissance** (petit ou moyen éolien) : Dans les élevages, ces aérogénérateurs domestiques peuvent être installés sur des mâts de 10 à 35 m. La hauteur optimale se situe entre 18 et 24 mètres, les vents y sont plus réguliers. Elever une machine de 12 mètres à 20 mètres peut multiplier sa production d'énergie par deux.
- **Les grandes éoliennes pouvant aller jusqu'à 2 MW** : Elles sont majoritairement installées sur le territoire.

L'implantation des éoliennes doit respecter des règles de constructions (distance d'éloignement des habitations, intégration paysagère, nuisance sonore) en lien avec les documents d'urbanisme et la réglementation des installations classées pour la protection de l'environnement. Il est à noter que l'installation d'une éolienne sur un bâtiment provoque des vibrations sur la structure de la construction (risque de dégradations et de fissures). Cette solution est donc à éviter.

Les chaudières à biomasse

L'objectif est ici d'utiliser le bois, idéalement situé sur l'exploitation, pour chauffer les bâtiments. Les exploitations d'élevage disposent d'importants linéaires de haies. On recense en moyenne 80 à 100 mètres linéaires de haies par hectare de SAU dans les fermes d'élevage herbivore (IDELE, 2016).

Il existe deux façons de valoriser le bois énergie, soit sous forme de bûches, soit sous forme de plaquettes. Le bois plaquette simplifie la récolte du bois de chauffage en réduisant le temps de chantier (3 à 4 fois) par rapport au bois bûches et il permet de valoriser l'ensemble du bois disponible sur la haie, y compris les branchages qui représentent couramment 30% du bois d'une haie. Cela permet de valoriser un bois de faible (ou sans) valeur marchande. L'automatisation des chaudières bois facilite l'utilisation des plaquettes (autonomie de 2 à 20 jours) selon les modèles et la demande en chaleur.

Les chaudières à biomasse permettent de produire de l'énergie sous forme de chaleur, utilisable pour le chauffage des bâtiments et éventuellement la production d'eau chaude sanitaire. La mise en place de chaudière à biomasse concernera préférentiellement les bâtiments neufs ou ceux déjà équipés d'un chauffage à base d'eau. Quelques éléments techniques doivent être pris en compte pour optimiser l'installation : positionner la chaudière le plus près possible des bâtiments à chauffer pour réduire les coûts associés à un réseau souterrain trop important, étudier un dimensionnement optimal (plus les besoins en chaleur sont élevés, plus l'installation est rentable – possibilité d'inclure le chauffage d'autres bâtiments tels que l'habitation), s'assurer de la qualité du bois utilisé (granulométrie, taux d'humidité, impuretés).

Pour une bonne gestion de la ressource en bois, la mise en place d'un plan de gestion du bocage s'avère indispensable.

Bénéfices environnementaux

Tous ces dispositifs permettent de réduire la consommation d'énergie fossile, en valorisant des sources d'énergie renouvelables.

Un chauffe-eau solaire thermique couvre 40 à 60% des besoins annuels en eau chaude (pour un élevage bovins laitier consommant 250 à 300 litres d'eau chaude par jour (au minimum 20% des besoins en hiver et plus de 90% en été) (IDELE, 2016)). Pour un élevage de porcs avec chauffage des porcelets en maternité, les besoins annuels sont couverts à hauteur de 50% au maximum, avec des pointes à 100% sur les mois de juin, juillet et août (IFIP, 2013).

L'énergie éolienne, produite de jour comme de nuit, offre un bon complément à l'énergie photovoltaïque qui est tributaire des conditions d'ensoleillement. Le gisement éolien est inépuisable.

L'utilisation du bois comme combustible permet de s'affranchir d'une énergie non renouvelable pour assurer le chauffage des bâtiments. L'intérêt du bois est qu'il présente un impact neutre sur

l'effet de serre car il dégage autant de CO² qu'il en stocke lors de sa croissance. Cela permet également de revaloriser la fonction productive de la haie avec une valorisation énergétique.

Effets croisés

La valorisation du bois énergie, par l'entretien régulier et le maintien du linéaire de haie, renforce la préservation de la biodiversité (animale et végétale).

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 84 g éqCO₂

Coûts

Le chauffe-eau solaire thermique

Le tableau 1 présente les économies d'énergie, le coût et le temps de retour sur investissement pour deux chauffe-eau utilisés en élevage bovins.

Tableau 1 : Caractéristiques de deux chauffe-eau solaires thermiques (IDELE, 2016)

Type de matériels	Économie d'énergie	Coût	Temps de retour sur investissement
CESI - VL consommant 300 litres d'eau chaude par jour, avec une autonomie solaire de 45 à 55 % (zone 2)	De 50 à 60 % par rapport à un chauffe-eau électrique	6 500 € à 8 000 € (matériel = pose d'un ballon de 400 à 500 litres avec 6 à 8 m ² de capteurs)	Entre 15 et 25 ans
CESI - Veaux de boucherie	-	31 à 36 000 €	De 12 à 15 ans

En élevage porcins (maternité), l'implantation d'un chauffe-eau solaire (dimensionnement : entre 0,75 et 1 m² de panneau par place de maternité) permet de couvrir 50% des besoins en chauffage. Le coût est de 800 €/m², avec un retour sur investissement entre 15 et 25 ans (IFIP, 2013).

Le solaire photovoltaïque

Concernant la revente de l'électricité sur le réseau, les tarifs sont revus chaque trimestre (tarifs évoluant en fonction du nombre projets déposés le trimestre précédent). La baisse ne peut être supérieure à 20% par an. Le niveau d'investissement est de l'ordre de 60 000 € pour une installation de 36 kWc et de 150 000 € pour une installation de 100 kWc (Hors raccordement). Le retour sur investissement varie selon le prix d'achat des panneaux, le tarif de rachat de l'électricité produite et l'ensoleillement. Il est situé en moyenne autour de 12 à 15 ans en Bretagne.

Pour les installations inférieures à 9 kWc, le tarif de rachat est identique à celui pratiqué pour les installations implantées sur les maisons. Pour les installations de 9 à 100 kWc, le prix de vente de l'électricité sera un peu moins élevé pour la tranche supérieure à 36 kWc et le coût du raccordement sera en revanche plus important. Le raccordement varie de 4 000 à 30 000 € (IDELE, 2016)).

L'éolien

Pour l'éolien, le tarif de rachat du kWh en métropole est de 0,082 €/kWh. Le tableau 1 présente deux exemples de production d'électricité à partir du petit éolien (Idele, 2016).



Tableau 2 : Production d'électricité avec du petit éolien, en fonction de la puissance installée et/ou de la vitesse moyenne du vent

	Eolienne de 6 kW		Eolienne de 20 kW	
	5 m/s	6 m/s	5 m/s	6 m/s
Frais de raccordement	1 500 € HT		5 000 € HT	
Génie civil (base 10 % du Coût)	2 400 € HT		8 000 € HT	
Coût (pose comprise)	24 000 € HT		80 000 € HT	
Investissement (Raccordement + génie civil + Coût)	27 900 € HT		93 000 € HT	
Exploitation et entretien-maintenance / an	480 € HT		1 600 € HT	
Vitesse moyenne du vent	5 m/s	6 m/s	5 m/s	6 m/s
kWh produit par kW	1 050	1 700	1 050	1 700
Production annuelle en kWh	6 300	10 200	21 000	34 000
Valorisation production électrique (rachat 0,082 €/kWh)	517 €	836 €	1 722 €	2 788 €
Temps de retour brut sans coût d'entretien annuel	54 ans	33 ans	54 ans	33 ans

Les chaudières à biomasse

La valorisation énergétique de cette ressource apparaît comme une opportunité économique pour l'exploitant. Le bois est une énergie moins chère que les énergies fossiles et son prix est plus stable dans le temps. L'investissement dans une chaudière bois permet donc une meilleure maîtrise des coûts de chauffage. De plus, la ressource peut être auto-produite, par la valorisation du linéaire de haies présent sur l'exploitation.

Le prix de revient pour produire du bois plaquette (exploitation du bois, broyage, transport, gestion des stocks,...) est estimé de 22 à 32 € le m³ (MAP : mètre cube apparent plaquette). Le prix de revient sans le coût de la main-d'œuvre et sans la valeur du prix du bois plaquettes est de 4,3 à 5,5 € le m³.

Pour un élevage porcin de 230 truies présentes (IFIP, 2013), une puissance d'installation de 55 kW serait nécessaire, alimentée par 35 tonnes de bois plaquettes par an. Cela correspond à un linéaire de haies bocagères de 15 km, avec une rotation de 10 ans à prévoir. Le coût total s'élèverait à environ 45 000 € (hors dispositif de circuit d'eau chaude et hors subvention).

Applicabilité

Les capteurs solaires étant le plus souvent installés sur les bâtiments (soit en façade ou en toiture), il conviendra de respecter les démarches administratives obligatoires, soit le dépôt d'une déclaration de travaux en mairie pour les bâtiments existants, soit une demande de permis de construire pour un projet de bâtiment neuf. Ces installations nécessitent un entretien annuel, avec vérification des sondes de températures, du fonctionnement du circuit hydraulique. Dans ce cas, la durée de vie est estimée à une vingtaine d'années. Des aides financières incitatives existent.

L'implantation de panneaux photovoltaïques nécessite également de respecter certaines règles administratives : demande de permis de construire (bâtiment neuf) ou de déclaration de travaux (remplacement d'une toiture existante), demande de devis de raccordement auprès du gestionnaire du réseau d'électricité et après acceptation de ce dernier, une demande de contrat d'achat de l'électricité auprès d'EDF. La production photovoltaïque doit s'envisager sur le long terme. Il faut prévoir un entretien annuel des installations raccordées au réseau (contrôle, nettoyage des surfaces,...) pour leur assurer un bon fonctionnement et une durée de vie d'au moins 25 ans. Les onduleurs sont à remplacer tous les 10 ans. Il est aussi important de prévoir le démontage et le recyclage des panneaux.



Pour l'implantation d'éoliennes inférieures à 12 mètres (hauteur du mât) une déclaration de travaux en mairie est nécessaire. Pour les éoliennes dont le mât est compris entre 12 et 50 m (pour une puissance $P < 20$ MW) une demande de permis de construire en parallèle d'une déclaration au titre des installations classées pour la protection de l'environnement sont nécessaires. Comme pour les dispositifs précédents, les éoliennes doivent bénéficier d'un entretien annuel afin de contrôler les pièces en mouvement, le graissage, les serrages et les connections électriques. La durée de vie d'une éolienne est estimée à environ 20 ans tandis que celle d'un onduleur est inférieure à 10 ans.

Facteurs incitatifs

Produire de l'énergie renouvelable à la ferme, ne répond pas seulement à des objectifs environnementaux mais cela constitue également une source d'économie pour les exploitations agricoles.

Afin de respecter les seuils pour qu'un bâtiment soit reconnu BEBC +, le recours à des dispositifs de production d'énergie renouvelable est indispensable.

État des lieux de l'application de cette technique

L'installation de chauffe-eau solaire thermique, d'éolienne ou de chaudière à biomasse reste encore relativement anecdotique.

Le panneau solaire photovoltaïque a connu un certain succès sur les bâtiments d'élevage, au vu de la surface de toiture disponible. Cet engouement a, en partie, été enraillé par quelques exemples d'élevages où les performances et le comportement des animaux semblait avoir été impactés par l'installation de panneaux. Les nouvelles générations de panneaux traceurs solaires pourraient à l'avenir relancer l'intérêt des éleveurs pour cette technologie. Ils pourraient bénéficier de ce type d'énergie renouvelable sans risquer d'altérer les performances techniques de leur exploitation.

Pour en savoir plus

- *Blanchin J.Y., 2016. La ferme d'élevage à énergie positive. Principes et fiches techniques pour améliorer le bilan énergétique des fermes d'élevages et de ruminants. IDELE éd. Paris, France, 74 p.*
- *IFIP, ITAVI, IDELE, 2012. Le bâtiment d'élevage à basse consommation d'énergie (BEBC). IFIP éd. Paris, France 8 p.*
- *IFIP, 2013. Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBC+) – Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine. IFIP éd. Paris, France, 72 p.*
- *ITAVI, 2014. ITAVI éd. Paris, France, 14 p.*

Contacts : michel.marcon@ifip.asso.fr; yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr ;
nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; blazy@ifip.asso.fr (volailles) ;
elise.lorinquer@idele.fr (herbivores)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB13 : Production d'énergie renouvelable (éolien, solaire). 8 pages.



Épandage de fumier – approche générale

Objectif et principe

Utiliser le fumier produit de façon optimale, pour répondre aux besoins de la culture en place ou à venir, en fournissant les éléments nutritifs aux moments opportuns et en quantités adéquates.

La technique consiste à connaître et raisonner la dose à épandre en fonction de l'effluent, puis assurer une répartition homogène sur la parcelle et un enfouissement rapide.

Le bon usage des fumiers passe par un épandage de qualité, c'est-à-dire une répartition sur la parcelle correspondant aux exigences de la culture en place ou à venir et en particulier la fourniture des éléments nutritifs.

Mise en place

La réussite de l'épandage des fumiers suppose de pouvoir réunir trois conditions :

1. Homogénéiser autant que possible le produit avant son chargement dans l'épandeur, par exemple lors des manutentions ou par compostage (cf. fiche PVB 10 Compostage du fumier, pour en savoir plus sur ce procédé). Par exemple, lors du curage d'un poulailler, on enlèvera le fumier selon un angle de 45° par rapport à l'axe du bâtiment pour mélanger au mieux les zones qui ont des teneurs en eau et en éléments fertilisants très différentes.
2. Disposer d'un matériel bien adapté au type de produit à épandre,
3. Savoir régler le matériel pour épandre régulièrement la dose souhaitée :

Le réglage du trio « débit de l'épandeur – largeur d'épandage – vitesse du tracteur » est essentiel :

- un débit régulier est obtenu en réglant la vitesse d'avancement du fond de l'épandeur à une allure suffisamment rapide pour alimenter régulièrement la table d'épandage,
- la largeur d'épandage dépend du réglage de la base du capot arrière en fonction de la densité du produit (point de chute du fumier sur la table),
- la vitesse du tracteur doit être d'environ 7 à 9 km/h.

Les doses à épandre varient selon le type de produit. Selon l'espèce concernée, les fumiers à épandre n'ont pas tous la même densité ni la même valeur agronomique (teneurs en éléments fertilisants, rapport C/N...), la dose à épandre devra donc être adaptée en fonction du produit (Tableau 1) et des besoins de la culture en place ou à venir.

Les fumiers de volailles sont relativement légers et riches en éléments fertilisants qui obligent à limiter les quantités apportées.



Tableau 1 : Exemple de doses conseillées pour l'épandage de fumiers selon les espèces et le type de produit

		<i>Dose conseillée</i>
Fumiers de bovins ou de porc	Frais compact et pailleux	25 à 40 t/ha
	Mou	
Fumier de volailles	Volailles standards	7 à 8 t/ha
	Poulets labels	10 à 15 t/ha
	Fumier de canards PAG	30 à 40 t/ha

Source : Chambre d'agriculture des Landes

Les différences de densité viennent pour l'essentiel du taux de matière sèche, plus un fumier est sec, plus il est léger. Ci-après quelques densités pouvant servir de repère :

Tableau 2 : Gamme de densité le plus rencontré selon les produits

Type de produits	Densités (kg/m ³)
Fumier pailleux de volailles	200-300
Fumier de volailles après stockage	400-500
Fumier de bovins frais de litière accumulée	500-650
Fumier mur (après stockage)	600-700
Fumier de bovins mou de logettes paillées	700-900
Fumier de taurillon	700-800
Compost de fumier de bovins	800-950

Sources : *Effluent d'élevage mieux les connaître pour bien les valoriser*, Satege, juin 2013 et *Fumiers et lisiers : des engrais pour vos prairies*, Chambres d'agriculture, instituts techniques et Cuma région pays de la Loire, 1995.

Eviter les produits difficilement épandables

Les produits de consistance intermédiaire (10-15% MS) sont difficiles à épandre dans de bonnes conditions (lisiers pâteux, fumiers mous). Des équipements dédiés (pompes hacheuses, portes étanches) sont à prévoir. Mieux typer ces produits en bâtiment peut être une voie pour mieux gérer l'épandage de ces produits (diluer les produits trop visqueux, égoutter les fumiers mous).

Le choix du matériel d'épandage selon le type de produit :

Dans ces conditions, le choix du matériel d'épandage est primordial pour pouvoir épandre la dose souhaitée. Il n'est d'épandre de faibles doses (5 à 10 t/ha) avec un épandeur classique, dans ce cas il faudra privilégier une table d'épandage.

Il existe différents modèles d'épandeurs qui se distinguent par leur **type de caisse** :

- Caisse étroite :

Les épandeurs à caisse étroite sont les plus courants. Ces caisses permettent l'emploi de roues de grand diamètre limitant les besoins en puissance de traction.

- Caisse large :

Les épandeurs de très grande capacité sont équipés de caisse large. Cette disposition nécessite un double essieu ; la charge à l'essieu et le tassement du sol sont limités mais les besoins en puissance de traction sont plus importants. La régularité de la quantité épandue du début à la fin de la vidange est meilleure avec ces épandeurs.



Et également, par leur dispositif d'épandage :

- Hérissons verticaux :

Les hérissons verticaux (Photo 1) sont bien adaptés aux fumiers compacts (plus de 400 kg/m³ – fumiers de bovins). Les hérissons de grand diamètre sont à privilégier.

La largeur d'épandage est comprise entre 6 et 12 mètres. Ils sont mécaniquement plus simples et nécessitent moins de puissance.



Photo 1 : Epandeur à hérissons verticaux

Source : Legrand

NB : La hotte d'épandage montée sur un épandeur à hérissons verticaux permet de limiter la prise au vent des fumiers légers, ce n'est pas une table d'épandage.

- Tables d'épandage :

Les épandeurs à table d'épandage (Photo 2) avec hérissons horizontaux sont plus polyvalents. Ils sont bien adaptés à des doses plus faibles et aux produits de faible densité (fumiers de volailles, issues solides de séparations de phase, composts...). Il est possible d'avoir des apports limités à 4 à 6 tonnes de produits solides /ha.

La largeur d'épandage est plus importante, de 10 à 15 mètres. La table d'épandage qui dispose d'un volet réglable permet d'optimiser la répartition transversale.



Photo 2 : Epandeur à table d'épandage

Source : MDM industrie

NB : Ces épandeurs permettent le compostage avec la hotte en position ouverte.

Ces deux dispositifs peuvent équiper les épandeurs à caisse étroite ou à caisse large. Les anciens épandeurs à deux hérissons horizontaux ont disparu du fait de leur faible largeur d'épandage.

Pour résumer, on choisira plutôt un épandeur à hérissons horizontaux et équipé d'une table d'épandage pour les fumiers de volailles car à l'heure actuelle les épandeurs à hérissons verticaux seuls ne permettent pas une bonne répartition et sont plus adaptés pour les fumiers de bovins/porcins. Les fientes de volailles sèches peuvent être épandues avec un matériel d'épandage d'engrais.

Les capacités des épandeurs à fumiers sont très variables allant de 3m³ à plus de 40m³ selon les marques et les modèles.

Les performances : régularité longitudinale et transversale

Le débit de vidange varie selon 3 phases et définit la régularité longitudinale :



- L'amorçage
- Le palier
- La décroissance

La performance d'un épandeur s'exprime par la durée du palier. Ils sont généralement compris entre 30 et 65% (épandeurs à engrais (proche de 100%) épandeurs à lisier (80 à 95%). Ces faibles performances sont liées au concept des matériels actuels. La variabilité des performances est liée aux différences entre fumiers. Il existe des équipements comme les panneaux poussoirs ou les tabliers accompagnateur pour améliorer la régularité d'épandage longitudinale.

La régularité transversale correspond à la régularité sur la largeur d'épandage. Il existe différentes répartition en fonction de la combinaison épandeur/fumier. Les épandeurs à hérissons verticaux ne permettent pas un réglage au champ contrairement aux épandeurs à table qui dispose un volet réglable.

Les options pour mieux maîtriser les performances à l'épandage des effluents solides

Différentes options sont disponible selon les constructeur pour améliorer la qualité de l'épandage :

- Le DPA : Débit proportionnel à l'avancement, il permet de corriger la vitesse de tapis en cas d'avancement irrégulier du tracteur. Cependant il n'apporte pas de précision pour le réglage de la dose.
- Le pesage : il précise la quantité d'effluent solide contenu dans chaque épandeur et permet un réglage précis de la dose épandue.
- Les portes guillotines ou basculantes : elles évitent les pertes de fumiers mous lors du trajet. Elles peuvent aussi permettre la régulation de la vidange dans certains cas : fientes séchées, composts de déchets verts, boues ou fumiers très mous.
- Le tablier accompagnateur / volet de bordure: ils évitent l'effondrement du produit dans la caisse et maintient stable le débit de l'épandeur pendant la vidange. Ils suivent le fond mouvant et sont adaptés aux épandeurs à hérissons verticaux.

Le choix des parcelles et calendrier d'épandage :

Pour éviter les nuisances, les éleveurs doivent respecter des distances minimales entre les parcelles recevant des déjections et les habitations occupées par des tiers, les stades, les terrains de camping (sauf les terrains de camping à la ferme). Ces distances sont réglementées selon la taille de l'exploitation, la zone dans laquelle elle se trouve et le type de produit épandu (défini selon les cas dans le RSD Règlement Sanitaire Départemental ou dans les arrêtés «Installations Classées pour la Protection de l'Environnement », la figure 1 est une illustration.

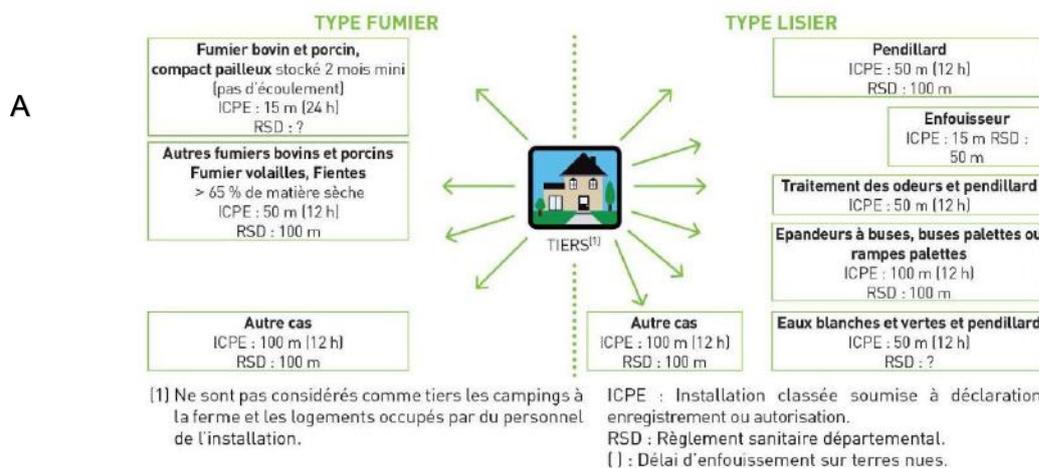
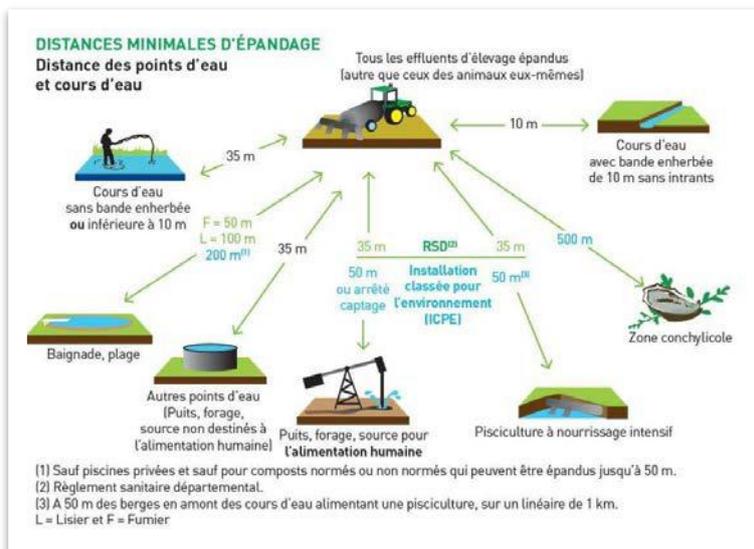


Figure 1 : distances minimales d'épandage des différents produits et selon le régime de l'élevage vis-à-vis des tiers (A) et des cours d'eau (B) (source Chambre d'Agriculture d'Alsace, 2016)

B



L'épandage est interdit par forte pluie et sur terrain en pente (supérieure à 7 %). Il est par ailleurs préférable d'éviter les jours de vent fort, surtout avec les fumiers secs et légers

Le classement des engrais de ferme en type I, II ou III, en fonction du rapport C/N conditionne le calendrier d'épandage ainsi que le type de culture bénéficiaire. En principe, aucun apport azoté n'est autorisé sur les cultures de légumineuses ; cependant l'apport d'engrais de ferme est possible sur luzerne.

Les dates minimales d'interdiction d'épandage (Tableau 3) sont définies par la Directive Nitrates dans le cadre du programme d'actions national Nitrates (PAN), mais elles peuvent être modulées au niveau de chaque région (Programme d'action régional Nitrates), en particulier en fonction des conditions pédoclimatiques.

Tableau 3 : Exemple du calendrier d'épandage de la région Auvergne Rhône

CALENDRIER D'ÉPANDAGE DES FERTILISANTS AZOTÉS

Qui est concerné ?
Tout exploitant ayant un îlot cultural en zone vulnérable.

Périodes d'épandage de fertilisants azotés autorisées ou interdites

Occupation du sol	Type de fertilisants azotés	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Soils non cultivés	Tous types	Épandage autorisé											
	I	Épandage autorisé											
Cultures implantées à l'automne ou en fin d'été (autres que colza)	II	Épandage autorisé											
	III	Épandage autorisé											
	I	Épandage autorisé											
Colza implanté à l'automne	II	Épandage autorisé											
	III	Épandage autorisé											
	FCE et CEE (1) (7)	Épandage autorisé											
Cultures implantées au printemps non précédées par une CIPAN ou une culture dérobée ou un couvert végétal en interculture	Autres types I	Épandage autorisé											
	II (2)	Épandage autorisé											
	III (3) (8)	Épandage autorisé											
	FCE et CEE (1)	Épandage autorisé											
Cultures implantées au printemps précédées par une CIPAN ou une culture dérobée ou un couvert végétal en interculture	Autres types I	Épandage autorisé											
	II (2)	Épandage autorisé											
	III (3) (4) (8)	Épandage autorisé											
	FCE et CEE (1)	Épandage autorisé											
Prairies implantées depuis plus de six mois dont prairies permanentes, luzerne	I	Épandage autorisé											
	II (6)	Épandage autorisé											
	III	Épandage autorisé											
Autres cultures (piénennes, maraichères et porte-graines)	Tous types	Épandage autorisé											

(1) Peut également être considéré comme relevant de cette colonne effluents relevant d'un plan d'épandage sous réserve que l'effluent brut à épandre ait un C/N ≥ 25 et que le comportement du dit effluent vis-à-vis de la libération d'azote ammoniacal issu de sa minéralisation et vis-à-vis de l'azote du sol est telle que l'épandage n'entraîne pas de risque de lixiviation de nitrates.

Source : http://draaf.auvergne-rhone-alpes.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/M1_cle0c965f.pdf

Bénéfices environnementaux

Un épandage de qualité permet d'assurer l'adéquation entre les apports et les besoins des plantes, ce qui a pour conséquence de limiter les risques de lessivage de l'azote et du phosphore.

Tenir compte des conditions météorologiques sur la période d'épandage (éviter d'épandre lors des périodes venteuses ou de fortes températures, épandre si possible avant une pluie suffisante de 10 à 15 mm) permet également de réduire les émissions d'ammoniac au maximum de 40% (CITEPA, 2019).

L'enfouissement rapide du fumier permet de limiter les dégagements d'ammoniac et d'odeurs (cf. fiche Incorporation du fumier dans les plus brefs délais, pour en savoir plus).

Effets croisés

La réduction des émissions d'ammoniac permet d'augmenter la disponibilité de l'azote pour les plantes, et peut potentiellement limiter le recours à d'autres engrais azotés plus coûteux.

Coûts

L'investissement du matériel neuf peut être réalisé en CUMA, il faudra alors prévoir le coût de l'adhésion qui correspond à la participation au capital.

Il faut compter au total entre 100 000 et 111 000 € d'investissement pour un épandeur de 10 t, un tracteur entre 95 et 105 CV, automoteur télescopique 100 CV pour le curage et le chargement des bennes (source : Chambre d'agriculture du Nord Pas de Calais et FRCUMA Nord Pas de Calais, 2008). L'épandeur et le tracteur sont à amortir sur 10 ans, le télescopique sur 7 ans.

Le coût de revient de du chantier d'épandage se situe aux alentours de :

- 0,4 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit pour les fumiers de porcs à l'engraissement sur litière accumulée,
- 1,9 € (HT)/t de fumier de volailles épandu,
- 28 à 29 € (HT)/UGB/an environ (29 €/UGB/an en moyenne) pour les fumiers de bovins.

Ces prix comprennent les charges fixes (prix d'achat du matériel neuf HT, amortissement économique dont la durée dépend du type de matériel, valorisation du capital immobilisé, assurance et logement pour certains matériels (automoteurs...) et les charges variables (frais d'entretien et de réparation, consommables, carburant au prix de 0,7 €/L HT (prix moyen de 2008)), main d'œuvre comptabilisée à 13,39 €/h (sur la base de la classification niveau 1 échelon 2 de la convention polyculture élevage = salaire brut, 13ème mois et charges sociales patronales)).

NB : Ces prix de revient ne tiennent pas compte de l'incorporation ultérieure du fumier (cf. fiche PVB 15 Incorporation du fumier dans les plus brefs délais, pour en savoir plus).

Applicabilité

Un bon épandage du fumier peut être relativement facile à mettre en œuvre à condition d'avoir le bon couple épandeur/tracteur adapté et au type d'effluent solide à épandre.

Cette technique se développe via les CUMA et/ou les ETA qui permettent des investissements importants dans le matériel.

Facteurs incitatifs

Un bon épandage permet une utilisation optimale des éléments fertilisants présents dans les fumiers produits, ce qui permet de réaliser des économies sur les achats d'engrais minéraux.

Une bonne maîtrise de l'épandage des déjections animales permet de respecter les exigences réglementaires. Un plan d'épandage est exigé pour tous les élevages soumis à la réglementation des installations classées, sauf si l'éleveur bénéficie d'un contrat de transfert agréé et durable. Il doit permettre de situer les parcelles sur lesquelles l'épandage sera réalisé, il indique les surfaces propres de l'éleveur et éventuellement les terres mises à disposition par d'autres agriculteurs.



Pour les productions de volaille et de porcs, l'ensemble de ces bonnes pratiques d'épandage (prise en compte des caractéristiques de la parcelle, l'ajustement des doses à épandre en fonction des besoins des cultures, l'utilisation d'engins adaptés, ...) est considéré comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevages (MTD 20, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302).

L'incorporation du fumier épandu dans les plus brefs délais est également reconnue comme une MTD dans le BREF Élevages version 2017 (MTD 22 - Afin de réduire les émissions atmosphériques d'ammoniac résultant de l'épandage des effluents d'élevage, la MTD consiste à incorporer les effluents dans le sol dès que possible, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) (cf. fiche Incorporation du fumier dans les plus brefs délais, pour en savoir plus)

De plus, parce qu'elle vise à réduire les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, cette technique spécifique est également inscrite dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- Chambre d'Agriculture de Bretagne (2007) : Les bonnes pratiques d'épandage du fumier.
- ADEME, 2019. Fiche n°11) : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Optimiser les apports d'azote. Fiche n°12) : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Utiliser les meilleures techniques d'apport des produits organiques. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- CORPEN (2006) : Les émissions d'ammoniac et de gaz azotés à effet de serre en agriculture. CORPEN éd., Paris, France, 99 p.
- CORPEN, Ministère de l'environnement, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation (1997) : Bien choisir et mieux utiliser son matériel d'épandage de lisiers ou de fumiers. CORPEN éd., Paris, France.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Gestion des effluents : page web dédié à la gestion des effluents : http://idele.fr/services/outils/gestion-des-effluents-et-des-dejections-ged.html?tx_ideleregeff_feregeff%5Baction%5D=displayThemes&tx_ideleregeff_feregeff%5Bcontroller%5D=Screen&cHash=bce8f6dd0ae5de27e6b1b373bf859924
- Guide technique effluents. Chambre Régionale d'Alsace. , 2016. 52 pages http://idele.fr/fileadmin/medias/Images/MAA_Effluent/Guide_technique_effluents_2016_Chambre_d_agriculture_Alsace.pdf
- IRSTEA, consultation : <https://www.irstea.fr/fr/toutes-les-actualites/institut/innovation-un-epandage-ecologique-optimal-et-certifie>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)



Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB14 : Épandage de fumier – approche générale. 8 pages.



Incorporation du fumier dans les plus brefs délais

Mise en place

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac vers l'air pendant l'épandage.

La technique consiste à faire entrer dans le sol le fumier répandu sur la surface, le plus rapidement possible après l'épandage (au moins dans les 4 heures).

Suite à l'épandage du fumier à l'aide d'un épandeur, l'incorporation peut être réalisée avec un autre matériel comme des disques ou des sarcleuses selon le type de sol et les conditions du sol.

L'incorporation doit être menée entre 5 et 10 cm de profondeur.

Bénéfices environnementaux

Une réduction de 90% des émissions d'ammoniac est observée si le fumier est incorporé immédiatement après l'épandage. Dans un délai de 65 à 45% (Tableau 1)

Mais, les émissions varient selon

- la teneur en matière sèche du fumier (un fumier faible en matière sèche s'infiltrera mieux dans le sol et entraînera moins d'émissions d'ammoniac),
- les conditions climatiques prédominantes,
- le type de sol,
- les conditions de cultures.

Tableau 1 : Pourcentage de réduction des émissions d'ammoniac en fonction du délai d'incorporation par rapport à l'épandage du fumier

Utilisation du sol	Réduction des émissions	Applicabilité
Terre arable	Incorporation immédiate : 90%	Seulement sur terres facilement cultivables
	Dans un délai de 4 h : de 65 à 45 %	
	Dans un délai de 12h : 50 %	
	Dans un délai de 24h : 30%	

Source : CITEPA, 2019

Effets croisés



La réduction des pertes d'ammoniac par l'épandage augmente la quantité d'azote disponible pour l'absorption par l'herbe et les cultures.

De plus, une réduction simultanée des odeurs (bouffées d'odeurs mais aussi rémanences) est notée.

Cependant, l'incorporation augmente le temps de chantier et nécessite une main-d'œuvre supplémentaire, d'autant plus nombreuse que le délai entre l'épandage et l'incorporation est réduit.

L'énergie nécessaire pour le transport du lisier est plus ou moins importante, en fonction du volume transporté et des conditions du sol et de la pente. De plus, l'incorporation augmente le temps de chantier et par conséquent les dépenses d'énergie pour le chantier d'épandage.

On privilégiera une intervention sur sol ressuyé pour limiter le risque de tassement du sol lié au passage des engins.

Coûts

L'achat du matériel neuf peut être réalisé en CUMA, il faudra alors prévoir le coût de l'adhésion qui correspond à la participation au capital.

En plus de l'investissement pour le matériel d'épandage classique du fumier, il faut compter entre 3 000 et 20 000 € d'investissement pour un déchaumeur permettant d'enfouir le fumier. L'utilisation d'un deuxième tracteur peut être nécessaire si l'on veut réduire les temps de chantier (source : Chambre d'Agriculture du Nord Pas de Calais et FRCUMA Nord Pas de Calais, 2008).

Ces équipements sont à amortir sur 10 ans.

Cette technique augmente les consommations d'énergie du chantier d'épandage classique, le coût de revient est donc plus élevé et se situe aux alentours de :

- 1 ct d'€ (HT)/kg de porc charcutier produit, pour les fumiers de porcs à l'engraissement sur litière accumulée,
- 6,3 à 7,5 € (HT)/t de fumier de volailles épandu (6,9 €/t de fumier en moyenne),
- 44 à 48 € (HT)/UGB/an environ (46 €/UGB/an en moyenne) pour les fumiers de bovins.

Ce prix comprend les charges fixes (prix d'achat du matériel neuf HT, amortissement économique dont la durée dépend du type de matériel, valorisation du capital immobilisé, assurance et logement pour certains matériels (automoteurs...) et les charges variables (frais d'entretien et de réparation, consommables, carburant au prix de 0,7 €/L HT (prix moyen de 2008)), main d'œuvre comptabilisée à 13,39 €/h (sur la base de la classification niveau 1 échelon 2 de la convention polyculture élevage = salaire brut, 13ème mois et charges sociales patronales)).

(cf. fiche PVB14 : Épandage de fumier – Approche générale, pour en savoir plus sur le coût de l'épandage classique du fumier).

Applicabilité

Cette technique est applicable sur les terres arables.

Pour réduire le temps de chantier, il est possible d'effectuer l'incorporation immédiatement après l'épandage, mais un second tracteur est nécessaire pour la machine d'incorporation qui doit suivre très étroitement l'épandeur. Cette technique augmente donc, de toute façon, le coût économique lié aux consommations d'énergies.

Les coûts et la spécificité du matériel sont une limite de l'utilisation de cette MTD.

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Facteurs incitatifs

Cette technique permet une réduction des odeurs lors de l'épandage, ce qui peut apporter une solution aux éleveurs confrontés à des pressions de la part du voisinage. Il est par ailleurs possible d'augmenter les surfaces d'épandage jusqu'à 10 mètres des habitations.

Un bon épandage permet une utilisation optimale des éléments fertilisants présents dans les fumiers produits, ce qui permet de réaliser des économies sur les achats d'engrais minéraux.

Pour les productions de volailles et de porcs, l'incorporation du fumier immédiatement après l'épandage ou au plus dans les 4 heures, est considérée comme **MTD** à l'épandage par le BREF Élevages (version 2017). Le délai peut être étendu à 12 heures lorsque les conditions ne sont pas favorables à une incorporation plus rapide, notamment lorsque les ressources humaines et les machines ne sont pas économiquement disponibles (MTD 22 - Afin de réduire les émissions atmosphériques d'ammoniac résultant de l'épandage des effluents d'élevage, la MTD consiste à incorporer les effluents dans le sol dès que possible (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302).

Parce qu'elle réduit les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'incorporation dans les plus brefs délais des effluents d'élevage est inscrite dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

Dans le cadre de la DEP, l'utilisation de ce matériel spécifique d'épandage permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement sur la quantité d'ammoniac déclarée par l'installation.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Cette technique est appliquée dans de nombreux élevages avicoles et bovins.

Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- ADEME, 2019. Fiche n°12) : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Utiliser les meilleures techniques d'apport des produits organiques / pratique c : Incorporer les lisiers et fumiers dès que possible après épandage. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- CORPEN, Ministère de l'environnement, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation (1997) : Bien choisir et mieux utiliser son matériel d'épandage de lisiers ou de fumiers. CORPEN éd., Paris, France.
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf



Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB15 : Incorporation du fumier dans les plus brefs délais. 4 pages.



Épandage de lisier – approche générale

Objectif et principe

Utiliser le lisier produit de façon optimale pour répondre aux besoins de la culture en place ou à venir en fournissant les éléments nutritifs aux moments opportuns et en quantités adéquates.

La technique consiste à connaître et raisonner la dose à épandre en fonction de l'effluent, puis à assurer une répartition homogène sur la parcelle et un enfouissement rapide.

Le bon usage des lisiers passe par un épandage de qualité, c'est-à-dire une répartition sur la parcelle correspondant aux exigences de la culture en place ou à venir et en particulier la fourniture des éléments nutritifs.

Mise en place

Les lisiers sont des fertilisants organiques à utiliser en priorité pour couvrir les besoins des plantes en azote, phosphore et potasse.

La réussite de l'épandage des lisiers suppose de pouvoir réunir trois conditions :

- 1) homogénéiser autant que possible le produit par brassage,
- 2) disposer d'un matériel bien adapté au type de produit à épandre,
- 3) savoir régler le matériel pour épandre régulièrement la dose souhaitée.

Le réglage du trio « débit de l'épandeur – largeur d'épandage – vitesse du tracteur » est essentiel :

- Le débit dépend de la pression de refoulement et du diamètre de la buse. Au cours de l'épandage, la pression doit rester constante pour obtenir le débit souhaité.
- La vitesse d'avancement dépendant du rapport de la boîte de vitesse enclenché, du régime moteur et du patinage. La vitesse d'avancement doit être constante en descente comme en montée, il faut donc une capacité de traction adaptée pour maintenir constante la vitesse recherchée. Si la dose apportée s'écarte beaucoup de la dose souhaitée, l'agriculteur doit choisir un rapport de la boîte de vitesse différent, ce qui suppose de disposer d'une puissance de traction suffisante.
- La largeur d'épandage s'apprécie à l'œil.



Les doses à épandre selon le type de produit :

Selon l'espèce concernée, les lisiers à épandre n'ont pas tous la même valeur agronomique (teneurs en éléments fertilisants, matière sèche, rapport C/N...), la dose à épandre devra donc être adaptée en fonction du produit (Tableau 1).

Tableau 1 : Exemple de doses conseillées pour l'épandage des lisiers selon les espèces

	Dose conseillée
Lisiers de porc	30 à 40 m ³ /ha
Lisiers de palmipèdes	40 à 45 m ³ /ha
Lisiers de bovins	30 à 40 m ³ /ha

Source : Chambre d'agriculture des landes

Le choix du matériel d'épandage (Tableau 2) :

Les matériels d'épandage ont un effet direct sur les pertes d'azote ammoniacal par volatilisation qui peuvent être très importantes, d'où une perte d'efficacité des lisiers épandus.

Un bon dispositif d'épandage est celui qui permet d'assurer l'apport de la dose recommandée par le plan de fumure, avec de bonnes répartitions longitudinale et transversale, tout en limitant la pollution atmosphérique et les nuisances :

- La buse-palette :

C'est le système le plus couramment utilisé. Le jet liquide sortant de la buse est éclaté par la palette, ce qui favorise la dispersion des odeurs.

La palette dirigée vers le haut envoie le jet vers le haut à plusieurs mètres, par contre la buse ras du sol forme un jet moins large et rabattu vers le sol qui diminue la dispersion des odeurs.

Si ce matériel est peu onéreux, il ne permet pas de diminuer les nuisances ni de résoudre le problème de la rémanence après épandage.

- Les rampes d'épandage :

Ce type de matériel constitue une amélioration à ce niveau, mais à condition qu'elles soient équipées de pendillards et non pas de buse-palettes.

Ces rampes déposent le lisier sur le sol, diminuant la dispersion des odeurs et limitant les effets du vent. Dans certains cas, le pendillard peut être équipé de sabots lui permettant de passer sous l'herbe et de déposer le produit directement sur le sol. (cf. fiche PVB17 Épandage du lisier en bandes par pendillards - par un tube trainé ou un sabot trainé, pour en savoir plus).

- L'enfouisseur ou injecteur :

Cette technique supprime les nuisances olfactives, ce qui permet de s'approcher à 10 mètres des habitations et donc d'augmenter la surface d'épandage.

Après la vanne de sortie de la cuve, le lisier est acheminé par des tuyaux flexibles vers des sorties disposées derrière des coutres, disques ou des socs assurant la mise en terre.

Il existe plusieurs types d'enfouisseurs. Certains sont destinés aux prairies, d'autres aux sols nus et certains sont à usage mixte.

Les systèmes avec enfouissement à 150 mm de profondeur sont ceux qui limitent le plus les émissions d'ammoniac lors de l'épandage. Cependant, un lisier trop riche peut parfois engendrer une dégradation des sols aux abords immédiats des zones d'enfouissement. (cf. fiche PVB18 Injection directe à rainures ouvertes ou fermées, injection plus ou moins profonde, pour en savoir plus)



Tableau 2 : choix du matériel d'épandage en fonction du type d'effluents (source : RMT Elevage et Environnement, 2010)

Origine du produit		Buse palette	Rampe à pendillards	Injecteur/enfouisseur à disques
Volailles	Lisier	Interdit pour raisons de biosécurité	BR	BR
Porcs	Lisier	BR	BR	BR
Bovins	Lisier dilué (MS < 8%)			BR
	Pur (MS > 8%)	BR	BR	BR
	Lisier pailleux	BR	BR	BR

	Conseillé : forte probabilité d'obtenir un résultat satisfaisant
	Difficile : l'épandage peut se faire avec le matériel en question mais le résultat ne sera pas totalement satisfaisant
	Interdit
BR	Prévoir un broyeur répartiteur en sortie de citerne pour éviter les bouchages et envisager un agitateur en cuve pour éviter la décantation

Pour plus d'informations sur l'épandage du lisier de volailles, se reporter à la fiche biosécurité 7A : je gère mes lisiers du stockage à l'épandage (<https://www.itavi.asso.fr/content/gestion-des-lisiers>)

Le choix des parcelles et calendrier d'épandage :

Pour éviter les nuisances, les éleveurs doivent respecter des distances minimales entre les parcelles recevant des déjections et les habitations occupées par des tiers, les stades, les terrains de camping (sauf les terrains de camping à la ferme).

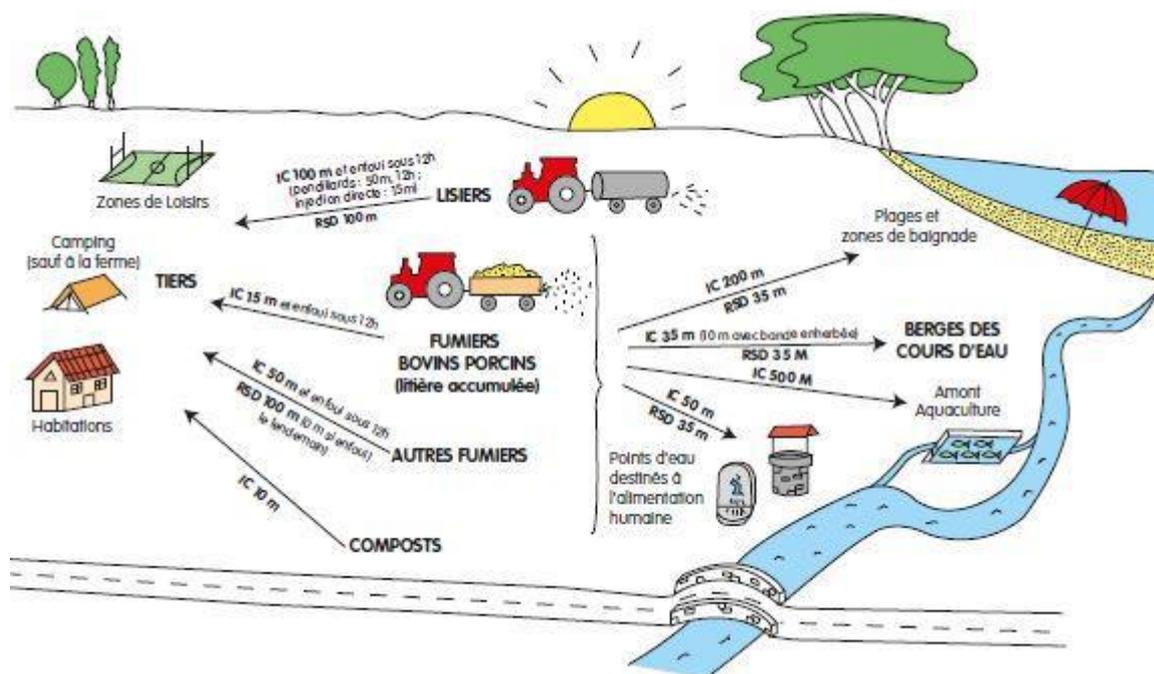


Figure 1 : Distances d'épandage à respecter pour épandre les effluents d'élevage en fonction du régime de l'exploitation (IC : Installations classées – RSD : Règlement Sanitaire Départemental – source : Chambre d'Agriculture des Landes)

L'épandage est interdit sur sol gelé ou enneigé, par forte pluie et sur terrain en pente (supérieure à 7 %).

Bénéfices environnementaux

Un épandage de qualité permet d'assurer l'adéquation entre les apports et les besoins des plantes, ce qui a pour conséquence de limiter les risques de lessivage de l'azote et de phosphore.

L'utilisation de matériel d'épandage de type pendillards ou enfouisseurs/injecteurs permet de réduire la volatilisation d'ammoniac mais aussi les émissions d'odeurs:

- **Pendillards** : jusqu'à 55 % de réduction des émissions de NH₃ et de 60 % pour les odeurs (cf. fiche PVB17 Épandage du lisier en bande par pendillards - par un tube trainé ou un sabot trainé, pour en savoir plus),
- **Enfouisseurs** : 95 à 100 % de réduction de NH₃ et jusqu'à 90% pour les odeurs (cf. fiche PVB18 Injection directe à rainures ouvertes ou fermées, injection plus ou moins profonde, pour en savoir plus).

La prise en compte des conditions météorologiques en évitant certains contextes (vent fort, température élevée) ou en favorisant l'épandage avant une pluie prévue et suffisante (10 à 15 mm), permet de réduire les émissions d'ammoniac jusqu' à 40% (ADEME, 2019).

Effets croisés

La réduction des émissions d'ammoniac permet d'augmenter la disponibilité de l'azote pour les plantes et peut donc directement agir sur la productivité des cultures.

Pour répondre aux contraintes des calendriers d'épandage, les matériels doivent fournir des débits de chantier satisfaisant et transporter des grandes quantités de lisier – permettant de réduire les allers-retours entre la fosse et la parcelle d'épandage. Ces équipements peuvent parfois être très lourds. Il est conseillé de ne pas dépasser la valeur de 13 tonnes par essieu pour limiter le tassement en profondeur des sols, tassement qui ne pourra potentiellement pas être repris par le travail du sol (Guil, 2018).

Coûts

L'investissement du matériel neuf peut être réalisé en CUMA, il faudra alors prévoir le coût de l'adhésion qui correspond à la participation au capital.

Les coûts d'épandage du lisier avec des équipements de type rampe à pendillards ou enfouisseurs/injecteurs, sont détaillés dans les deux fiches suivantes : fiche Epanchage du lisier en bande par pendillards (par un tube trainé ou un sabot trainé) et fiche Injection directe à rainures ouvertes ou fermées, injection plus ou moins profonde.

Applicabilité

Un bon épandage du lisier peut être relativement facile à mettre en œuvre à condition d'avoir le bon couple remorque/tracteur.

Les techniques moins émissives peuvent se développer entre autre grâce aux CUMAs.

Facteurs incitatifs

Un bon épandage permet une utilisation optimale des éléments fertilisants présents dans les lisiers produits, ce qui permet de réaliser des économies sur les achats d'engrais minéraux.

Une bonne maîtrise de l'épandage des déjections animales permet de respecter les exigences réglementaires. Un plan d'épandage est exigé pour tous les élevages soumis à la réglementation des installations classées, sauf si l'éleveur bénéficie d'un contrat de transfert agréé et durable. Il doit permettre de situer les parcelles sur lesquelles l'épandage sera réalisé, il indique les surfaces propres de l'éleveur et éventuellement les terres mises à disposition par d'autres agriculteurs.

RMT Elevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Pour les productions de volailles et de porcs, l'ensemble de ces bonnes pratiques d'épandage (prise en compte des caractéristiques de la parcelle, l'ajustement des doses à épandre en fonction des besoins des cultures, l'utilisation d'engins adaptés, ...) est considéré comme une MTD (MTD 20, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) dans la version du BREF Élevages (2017).

Sont également considérés comme MTD (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302) avec,

- la MTD 21 sur la réduction des émissions atmosphériques d'ammoniac résultant de l'épandage du lisier :
 - o l'épandage en bande (MTD 21 b - 1. tube traîné; 2. sabot traîné)
 - o l'injection (MTD 21 c – Injection (sillon ouvert) et MTD 21d – Injection (sillon fermé))
- la MTD 22 sur la réduction des émissions atmosphérique résultant de l'épandage des effluents d'élevage avec l'incorporation dans les 4 heures maximum (labour ou autres équipements agricoles tels que des herses à dents ou à disques en fonction du type et de l'état des sols). Cette valeur peut atteindre 12 heures lorsque les conditions ne sont pas propices à une incorporation plus rapide, par exemple, lorsque les ressources humaines et les machines ne sont pas économiquement disponibles (Décision d'exécution UE 2017/32, 2017).
- la MTD 13 g sur la réduction des émissions d'odeurs lors de l'épandage des effluents d'élevage avec
 - o 1. Rampe à pendillards, injecteurs ou enfouisseurs pour l'épandage du lisier
 - o 2. Incorporation des effluents d'élevage le plus tôt possible (en accord avec la MTD 22)

De plus, l'utilisation de matériels moins émissifs (pendillards, injecteurs) est inscrite dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

Pour les installations de plus de 2 000 porcs de + 30 kg ou 750 emplacements de truies ou 40 000 emplacements de volailles (installations IED), l'utilisation de matériels spécifiques d'épandage permet aux éleveurs de bénéficier d'un facteur d'abattement de :

- 65% si incorporation immédiate
- 50% si incorporation dans les 4 heures
- 35% si incorporation dans les 12 heures
- 25% si incorporation dans les 24 heures

Cet abattement est appliqué sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>) par rapport aux émissions d'un épandage classique avec buse-palette (CITEPA, 2018).

Etat des lieux de l'application de cette technique

L'épandage par buse palette est très largement pratiqué en France bien que le développement des épandages avec pendillards et injection soit réel sur le territoire, particulièrement en lien avec le développement de ce type de matériel dans les CUMA.



Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- Arrêté modifié du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza aviaire. JORF n°0034 du 10 février 2016. Texte n° 41.
- Chambre d'Agriculture de Bretagne (2007) : Les bonnes pratiques d'épandage du lisier.
- ADEME, 2019. Fiche n°11 – pratique b : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Optimiser les apports d'azote / Tenir compte des conditions et des prévisions météorologiques (température, précipitation, vent) lors de l'épandage et Fiche n°12 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Utiliser les meilleures techniques d'apport des produits organiques. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Chambre d'Agriculture des Landes. Quelles sont les distances à respecter pour épandre des effluents d'élevage. Site web <https://landes.chambre-agriculture.fr/environnement/reglementation-en-elevage/epandage-des-effluents/>
- CITEPA, 2018. Guide utilisateur et descriptif méthodologique de l'outil d'aide à l'évaluation des émissions à l'air des élevages IED Porcins. 71 pages.
http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_utilisateur_et_methode_de_l_outil_d_aide_a_l_evaluation_des_emissions_a_l_air_des_elevages_IED_Porcins_2018.pdf
- Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279.
- Guil J., 2018. Epandages de lisier et fumier : les bonnes pratiques. Terra Numéro du 13 avril 2018 : 38 – 39 https://opera-connaissances.chambres-agriculture.fr/doc_num.php?explnum_id=102586
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- ITAVI, 2016, Fiche technique n°7A : je gère mes lisiers du stockage à l'épandage. 5 pages. <http://influenza.itavi.asso.fr/>

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs); elise.lorinquer@idele.fr (herbivores) blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB16 : Épandage de lisier – approche générale. 7 pages.



Épandage du lisier en bandes par pendillards (par un tube traîné ou un sabot traîné)

Objectif et principe

L'utilisation de pendillards permet de réduire les émissions d'ammoniac vers l'air pendant l'épandage.

Les pendillards épandent le lisier au niveau du sol par une série de tuyaux suspendus à des bras ou sur des traîneaux.

L'épandeur en bande (Photo 1) est approvisionné en lisier par un seul tuyau et repose ainsi sur la pression au niveau de chacune des sorties de tuyau pour fournir une distribution homogène.



Photo 1 : Épandeur en bandes par pendillards (crédits photos : IFIP Institut du Porc)

Mise en place

L'épandage en bande par tubes traînés ou pendillards est applicable sur l'herbe et sur la terre arable, par exemple, en appliquant du lisier entre les rangées de culture en croissance.

Les pendillards à tubes traînés (Photo 1) : le lisier est acheminé sur les parcelles via des tuyaux qui traînent sur le sol et y est déposé sans pression en bandes. La totalité de la surface de la parcelle n'est pas recouverte de lisier réduisant ainsi les échanges gazeux (ammoniac et odeurs) avec l'atmosphère.

Le sabot traîné consiste à ajouter un sabot à chaque tuyau permettant au lisier d'être déposé sous le couvert des cultures sur le sol. Cette technique est principalement applicable sur les prairies. Les feuilles et les tiges des herbes sont séparées par un sabot étroit qui traîne à la surface du sol et le lisier est déposé en bandes étroites sur la surface du sol, à des intervalles de 20 à 30 cm.

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



Bénéfices environnementaux

Une réduction de 30 à 40% des émissions d'ammoniac est visée (Tableau 1), mais les émissions varient selon :

- La composition du lisier (matière sèche ; un lisier dilué ou faible en matière sèche s'infiltrera mieux dans le sol et entraînera moins d'émissions d'ammoniac, la teneur en azote ammoniacal, la viscosité....),
- les conditions climatiques prédominantes (vent, température, humidité)
- le type de sol,
- le couvert végétal (présence/absence, type et hauteur).

Tableau 1 : Synthèse de la MTD Épandage du lisier en bandes

Utilisation du sol	MTD	Réduction des émissions de NH ₃	Nécessite une séparation ou un broyage	Applicabilité
Prairies et terres arables	Tube traîné (épandage en bande)	30 à 50%	Jusqu'à 6% de MS : non Plus de 6% de MS : oui	Pente (<15% pour les citernes, <25% pour les systèmes ombilicaux) Pas pour le lisier visqueux La taille et la forme du champ sont importantes ainsi que le type de cultures
Principalement prairies	Sabot traîné (épandage en bande)	40 à 65%	oui	Pente (<20% pour les citernes, <30% pour les systèmes ombilicaux) Pas pour le lisier visqueux La taille et la forme du champ sont importantes ainsi que le type de cultures L'herbe inférieure à 8 cm de haut

Source : BREF version 2017 (Santonia et al., 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)

La réduction des émissions d'ammoniac est liée à une moindre surface de contact entre le lisier et l'atmosphère par rapport au système buse-palette qui va éclater le lisier en gouttelettes. De plus le dépôt directement au sol avec les pendillards limite le temps de contact entre le lisier et l'atmosphère. La combinaison de ces deux phénomènes explique l'incidence de ce type de matériel sur la volatilisation ; incidence qui peut varier en fonction du type de sol, de la présence de cultures, des conditions climatiques.....

La réduction du temps et de la surface de contact entre le lisier et l'atmosphère induisent aussi une réduction de l'émission d'odeurs (jusqu'à 70%) au moment de l'épandage des lisiers avec une rampe à pendillards.

Effets croisés

La réduction des pertes d'ammoniac par l'épandage augmente la quantité d'azote disponible pour l'absorption par l'herbe et les cultures.



L'énergie nécessaire pour le transport du lisier est plus ou moins importante, en fonction du volume transporté et de la condition du sol et de la pente.

Par rapport à un système buse-palette, du fait du taux d'épandage différent à l'hectare, le temps de travail du chantier épandage serait augmenté de 10% avec un épandage pendillard par rapport à un épandage classique avec buse-palette.

Coûts

L'investissement du matériel neuf peut être réalisé en CUMA, il faudra alors prévoir le coût de l'adhésion qui correspond à la participation au capital.

Il faut compter aux alentours de 70 000 € d'investissement pour une tonne de 15.5 m³ (49 000€) et une rampe à pendillards de 12 m (21 500€ - APCA, 2018). Avec une moyenne de 600 voyages par an pour un tracteur de 170 cv et un épandage de 50 m³/ha, le coût total avec main d'œuvre serait alors de 112 € par hectare d'épandage (APCA, 2018).

Le surcoût d'une rampe à pendillards de 15 mètres de long est de l'ordre de 37 000 € à 45 000 €. Cela inclut les équipements supplémentaires (répartiteurs, broyeurs, relevage hydraulique,...) (source FNCUMA, ADEME, 2019).

Des données plus récentes (Entraid, 2017) aboutissent à un amortissement sur trois ans d'une rampe à pendillards achetées 25 000 € épandant 20 000 m³/an à raison de 3 unités d'azote au mètre cube de lisier ; ce calcul intègre l'économie d'azote minérale à apporter aux cultures du fait de la réduction de la volatilisation d'ammoniac.

D'après une étude réalisée pour l'ADEME (Martin et Mathias, (2013), les coûts additionnels annuels s'élèvent à :

- 1.46 € HT/UGB/an pour les bovins (en prenant en compte l'amortissement du matériel, la surconsommation d'énergie et l'augmentation du temps de travail)
- 0.16 €HT/place de porc
- 0.02 €HT/place/an pour les volailles

Applicabilité

L'application sous le couvert végétal limite la volatilisation d'ammoniac car il absorbe une partie de l'ammoniac émis à la surface du sol. De plus, le couvert végétal fait écran aux rayonnements solaires et au vent, agissant ainsi sur la réduction des émissions d'ammoniac du lisier épandu.

En raison de la largeur de la machine, la technique n'est pas adaptée aux petits champs de forme irrégulière ou aux terres sur des pentes raides.

Un certain nombre de facteurs doivent être pris en compte pour savoir si la technique est applicable :

- type et condition du sol (profondeur, teneur en cailloux, humidité, conditions de déplacement),
- topographie (pente, taille de la parcelle, régularité de la terre),
- composition de l'effluent

Lorsque le lisier présente une teneur en matière sèche supérieure à 10% ou que sa teneur en paille est trop élevée, l'applicabilité de cette technique peut être limitée (Tableau 1).



Par exemple, le sabot traîné, où le lisier est distribué dans des conduits étroits, n'est pas adapté à des lisiers très visqueux ou contenant de grande quantité de matériaux fibreux bien que la plupart des machines comprennent un dispositif pour le broyage et l'homogénéisation du lisier.

Le sabot traîné n'est pas applicable aux cultures arables plantées en rang serrés car il risque de détruire de manière conséquente la culture en place. Il est principalement applicable aux prairies et aux cultures arables à des stades précoces ou avec des rangs largement espacés.

Facteurs incitatifs

Cette technique permet une réduction des odeurs lors de l'épandage ce qui peut apporter une solution aux éleveurs confrontés à des pressions de la part du voisinage.

De plus, elle constitue un bon compromis coût/efficacité.

Un bon épandage permet une utilisation optimale des éléments fertilisants présents dans les lisiers produits, ce qui permet de réaliser des économies sur les achats d'engrais minéraux.

Il s'agit d'une technique considérée comme **MTD** à l'épandage par le BREF Élevages dans sa version 2017 :

- pour la réduction des émissions d'**ammoniac** avec la MTD 21 b - Afin de réduire les émissions atmosphériques d'ammoniac résultant de l'épandage de lisier, la MTD consiste à appliquer une ou plusieurs techniques / Rampe à pendillards, en appliquant une ou plusieurs des techniques suivantes: 1. tube traîné; 2. sabot traîné (Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)
- pour la réduction des émissions d'**odeurs** avec la MTD 22 sur la réduction des émissions atmosphérique résultant de l'épandage des effluents d'élevage avec l'incorporation dans les 4 heures maximum (labour ou autres équipements agricoles tels que des herbes à dents ou à disques en fonction du type et de l'état des sols). Cette valeur peut atteindre 12 heures lorsque les conditions ne sont pas propices à une incorporation plus rapide, par exemple, lorsque les ressources humaines et les machines ne sont pas économiquement disponibles (Décision d'exécution UE 2017/32, 2017).
- pour la réduction des émissions d'**odeurs** avec la MTD 13g – 1 épandage avec pendillards ou enfouissement (Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution UE 2017/32, 2017).
-

Parce qu'elle réduit les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, cette technique est inscrite dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

Pour les installations de plus de 2 000 porcs de + 30 kg ou 750 emplacements de truies, dans le cadre de la Déclaration des Emissions Polluantes (DEP), l'utilisation de ce matériel spécifique d'épandage permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement sur la quantité d'ammoniac déclarée par l'installation (CITEPA, 2018) :

- 30% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés sans incorporation immédiate
- 80% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés avec incorporation immédiate
- 70% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés et une incorporation dans les 4 heures
- 40% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés et une incorporation dans les 12 heures
- 30 % pour un épandage avec pendillards à tubes traînés et une incorporation dans les 24 heures
- 40% pour un épandage avec pendillards à sabots traînés



Ces pourcentages sont appliqués sur les émissions à l'épandage par rapport à un épandage buse-palette sans incorporation.

Pour les installations de plus de 40 000 emplacements de volailles dans le cadre de la Déclaration des Emissions Polluantes (DEP), l'utilisation de ce matériel spécifique d'épandage permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement sur la quantité d'ammoniac déclarée par l'installation (CITEPA, 2018) :

- 30% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés sans incorporation immédiate
- 80% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés avec incorporation immédiate
- 70% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés et une incorporation dans les 4 heures
- 60% pour un épandage avec pendillards à tubes traînés et une incorporation dans les 12 heures
- 45 % pour un épandage avec pendillards à tubes traînés et une incorporation dans les 24 heures
- 40% pour un épandage avec pendillards à sabots traînés

Ces pourcentages sont appliqués sur les émissions à l'épandage par rapport à un épandage buse-palette sans incorporation.

Etat des lieux de l'application de cette technique

L'utilisation de ce type de matériel est en développement en France du fait de son efficacité sur la réduction des émissions d'ammoniac et d'odeurs. D'après l'enquête bâtiment des porcins et des bovins de l'année 2008, 21% des lisiers de porcs sont épandus par pendillards et 4% des lisiers bovins.

Pour en savoir plus

- APCA, 2018. *Coûts des opérations culturales 2018 des matériels agricoles. Un référentiel pour le calcul des coûts de production et le barème d'entraide*. 75 pages.
- ADEME, 2019. Fiche n°12) : *Pour réduire les émissions d'ammoniac – Utiliser les meilleures techniques d'apport des produits organiques : pratique a) Utiliser une rampe à pendillards pour épandre l'effluent liquide. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air*. 116 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- CITEPA, 2018. *Guide utilisateur et descriptif méthodologique de l'outil d'aide à l'évaluation des émissions à l'air des élevages IED Porcins*. 71 pages.
http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_utilisateur_et_methode_de_l_outil_d_aide_a_l_evaluation_des_emissions_a_l_air_des_elevages_IED_Porcins_2018.pdf
- CITEPA, 2018. *Guide utilisateur et descriptif méthodologique de l'outil d'aide à l'évaluation des émissions à l'air des élevages IED Volailles*. 83 pages.
http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_utilisateur_et_methode_de_l_outil_d_aide_a_l_evaluation_des_emissions_a_l_air_des_elevages_IED_Volailles_2018.pdf
- CORPEN, Ministère de l'environnement, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation (1997) : *Bien choisir et mieux utiliser son matériel d'épandage de lisiers ou de fumiers*. CORPEN éd., Paris, France.
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles*



ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279.

- *Entraid'*. 2017. Lisier : rentabiliser une rampe à pendillards en 3 ans. <https://www.entraid.com/articles/lisier-rentabiliser-rampe-a-pendillards-3-ans>
- IFIP (2006) : Les émissions de gaz et d'odeurs en élevage porcin. Formation 23 et 24 novembre 2006, Rennes (35).
- Martin E., Mathias E., 2013. Analyse du potentiel de 10 actions de réduction des émissions d'ammoniac des élevages français aux horizons 2020 et 2030. Rapport Ed. ADEME, Angers, France. 242 pages https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/90653_etude-nh3-elevage-rapport-vf.pdf
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- ITAVI, 2016, Fiche technique n°7A : je gère mes lisiers du stockage à l'épandage. 5 pages. <http://influenza.itavi.asso.fr/>

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB17 : Épandage du lisier en bandes par pendillards (par un tube traîné ou un sabot traîné). 6 pages.



Injection directe à rainures ouvertes ou fermées

Objectif et principe

L'utilisation d'enfouisseur permet de réduire les émissions d'ammoniac vers l'air pendant l'épandage.

L'enfouisseur parfois aussi appelé injecteur (Photo 1) ouvre des sillons verticaux dans le sol, plus ou moins profonds, dans lesquels le lisier est déposé. Ces sillons peuvent être ensuite refermés.



Photo 1 : Enfouisseur / Injecteur (Crédits photos IFIP Institut du Porc)

Mise en place

Il existe différents types d'injecteurs qui appartiennent à quatre catégories :

- une injection à rainures ouvertes, peu profonde, jusqu'à 50 mm de profondeur,
- une injection à rainures ouvertes, profonde, à plus de 150 mm de profondeur,
- une injection à rainures fermées, peu profonde, de 5 à 10 cm de profondeur,
- une injection à rainures fermées, profonde, de 15 à 20 cm de profondeur.

L'injection est principalement utilisée pour les prairies.

L'injecteur à rainures ouvertes utilise des dents d'injection de formes différentes ou des disques pour ouvrir des sillons verticaux dans le sol plus ou moins profonds dans lequel le lisier est enfoui. L'espacement entre les rainures est habituellement de 20 à 40 cm avec une largeur de travail de 6 m (Figure 1).

Pour l'injecteur à rainures fermées, le lisier est entièrement recouvert après injection en fermant les sillons à l'aide de roues plombeuses ou des rouleaux fixés derrière les dents d'injection. Les



injecteurs profonds comprennent habituellement une série de dents fixées sur des ailettes latérales ou de socs sarcleurs pour favoriser la dispersion latérale du lisier dans le sol afin d'atteindre des taux d'application relativement élevés. L'espacement des dents est habituellement de 25 à 50 cm avec une largeur de travail de 2 à 3 m.

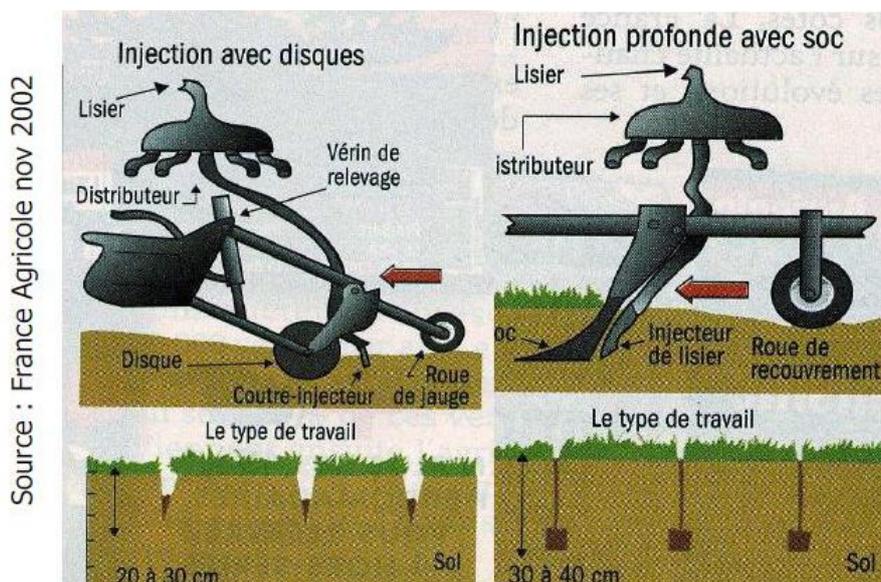


Figure 1 : Schéma de fonctionnement de deux types d'injecteurs

Bénéfices environnementaux

Une réduction de 60 à 90% des émissions d'ammoniac est observée, mais, les émissions varient selon (Tableau 1) :

- la teneur en matière sèche du lisier (un lisier dilué ou faible en matière sèche s'infiltrera mieux dans le sol et entraînera moins d'émissions d'ammoniac),
- les conditions climatiques prédominantes,
- le type de sol,
- les conditions de cultures.

La réduction des émissions d'ammoniac est liée à une surface et à un temps de contact entre le lisier et l'atmosphère, restreints au maximum, par rapport au système buse-palette qui va éclater le lisier en gouttelettes. Ce même phénomène explique la forte réduction des émissions d'odeurs (jusqu'à 90%) au moment de l'épandage des lisiers avec un enfouisseur.

Tableau 1 : Synthèse de la MTD Injection du lisier

Utilisation du sol	MTD	Réduction des émissions de NH ₃	Nécessite une séparation ou	Applicabilité



			<i>un broyage</i>	
Prairies	Injection peu profonde (sillon ouvert)	56 à 80%	oui	Pente < 12% limitations plus grandes pour le type et les conditions du sol pas de lisier visqueux.
Principalement prairies, terres arables	Injection profonde (sillon fermé)	80 à 90%	oui	Pente < 12% limitations plus grandes pour le type et les conditions du sol pas de lisier visqueux.

Source : BREF version 2017 (Santonia et al., 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)

N.B. : Une injection peu profonde à rainures fermées est plus efficace que l'injection peu profonde à rainures ouvertes pour faire baisser la quantité d'ammoniac émis.

Effets croisés

Une réduction des pertes d'ammoniac par l'épandage augmente la quantité d'azote disponible pour l'absorption par l'herbe et les cultures.

L'énergie nécessaire pour le transport du lisier est plus ou moins importante, en fonction du volume transporté et des conditions de sol et de pente.

Du fait d'une vitesse d'épandage plus réduite, cette technique augmente le temps de chantier et par conséquent la consommation des engins. Cela peut engendrer une légère augmentation des gaz à effet de serre (ADEME, 2019).

Coûts

L'investissement du matériel neuf peut être réalisé en CUMA, il faudra alors prévoir le coût de l'adhésion qui correspond à la participation au capital.

Il faut compter aux alentours de 72 000 € d'investissement pour une tonne de 15.5 m³ (49 000€) et un enfouisseur prairie de 4 m (22 500€ - APCA, 2018). Avec une moyenne de 600 voyages par an pour un tracteur de 170 cv et un épandage de 50 m³/ha, le coût total avec main d'œuvre serait alors de 146 € par hectare d'épandage (APCA, 2018).

D'après une étude réalisée pour l'ADEME (Martin et Mathias, (2013), les coûts additionnels annuels par rapport à un épandage buse-palette s'élèvent à :

- 2.03 € HT/UGB/an pour les lisiers de bovins
- 1.7 €HT/place de porc
- 2.1 à 2.97 €HT/m³ pour les lisiers de canards soit 0.02€ par place et par an

Applicabilité

L'injection, qui distribue le lisier dans des conduits étroits, n'est pas adaptée à des lisiers très visqueux ou contenant de grande quantité de matériaux fibreux bien que la plupart des machines comprennent un dispositif pour le broyage et l'homogénéisation du lisier.

De plus, les techniques d'injection ne s'appliquent ni aux sols pierreux ni aux sols compactés ou peu profonds où il est impossible d'accomplir une pénétration uniforme des dents injectrices ou des disques selon la profondeur de labour requise.

Enfin, l'injection profonde par sillons fermés est limitée principalement aux terres arables car les dégâts causés par les machines peuvent réduire les rendements des prairies.



L'épandage de lisier de canards non assaini doit obligatoirement être enfouis à une profondeur de 10-15 cm à l'aide d'un injecteur à sillon fermé (

Facteurs incitatifs

Cette technique permet une réduction des odeurs lors de l'épandage ce qui peut apporter une solution aux éleveurs confrontés à des pressions de la part du voisinage.

Un bon épandage permet une utilisation optimale des éléments fertilisants présents dans les lisiers produits, ce qui permet de réaliser des économies sur les achats d'engrais minéraux.

Il s'agit d'une technique considérée comme **MTD** à l'épandage dans la version 2017 du BREF Élevages

- Pour la réduction des émissions **d'ammoniac** avec la MTD 21c et d – Afin de réduire les émissions atmosphériques d'ammoniac résultant de l'épandage de lisier, la MTD consiste à appliquer une ou plusieurs techniques / c) injection (sillon ouvert) et d) enfouisseur (sillon fermé), Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302)
- pour la réduction des émissions d'**odeurs** avec la MTD 13g – 1 épandage avec pendillards ou enfouissement (Santonia *et al.*, 2017 et Décision d'exécution UE 2017/32, 2017).

Parce qu'elle réduit les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'injection à rainures ouvertes ou fermées est inscrite dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

Pour les installations de plus de 2 000 porcs de + 30 kg ou 750 emplacements de truies, dans le cadre de la Déclaration des Emissions Polluantes (DEP), l'utilisation de ce matériel spécifique permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement de 60% par rapport aux émissions à l'épandage avec buse-palette. Pour les installations de plus de 40 000 emplacements de volailles, dans le cadre de la Déclaration des Emissions Polluantes (DEP) l'utilisation d'un enfouisseur à sillon ouvert permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement de 60% par rapport aux émissions à l'épandage avec buse palette et un abattement de 80% pour l'utilisation d'un enfouisseur avec sillon fermé (CITEPA, 2018).

État des lieux de l'application de cette technique

L'utilisation de ce type de matériel est en développement en France du fait de son efficacité sur la réduction des émissions d'ammoniac et d'odeurs. D'après l'enquête bâtiment des porcins et des bovins de l'année 2008, 11% des lisiers de porcs sont épandus par pendillards et 2.6% des lisiers bovins.

Pour en savoir plus

- Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37
- ADEME, 2019. Fiche n°12 : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Utiliser les meilleures techniques d'apport des produits organiques / pratique b : Enfouir le lisier. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- CITEPA, 2018. Guide utilisateur et descriptif méthodologique de l'outil d'aide à l'évaluation des émissions à l'air des élevages IED Porcins. 71 pages. [http://www.installationsclassees.developpement-](http://www.installationsclassees.developpement)



- durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_utilisateur_et_methode_de_l_outil_d_aide_a_l_evaluation_des_émissions_a_l_air_des_élevages_IED_Porcins_2018.pdf
- CITEPA, 2018. Guide utilisateur et descriptif méthodologique de l'outil d'aide à l'évaluation des émissions à l'air des élevages IED Volailles. 83 pages. http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_utilisateur_et_methode_de_l_outil_d_aide_a_l_evaluation_des_émissions_a_l_air_des_élevages_IED_Volailles_2018.pdf
 - Arrêté modifié du 8 février 2016 relatif aux mesures de biosécurité applicables dans les exploitations de volailles et d'autres oiseaux captifs dans le cadre de la prévention contre l'influenza aviaire. JORF n°0034 du 10 février 2016. Texte n° 41. CORPEN, Ministère de l'environnement, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation (1997) : *Bien choisir et mieux utiliser son matériel d'épandage de lisiers ou de fumiers*. CORPEN éd., Paris, France.
 - Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
 - IFIP, 2006 : Les émissions de gaz et d'odeurs en élevage porcin. Formation 23 et 24 novembre 2006, Rennes (35).
 - ITAVI, 2016, Fiche technique n°7A : je gère mes lisiers du stockage à l'épandage. 5 pages. <http://influenza.itavi.asso.fr/>
 - Martin E., Mathias E., 2013. Analyse du potentiel de 10 actions de réduction des émissions d'ammoniac des élevages français aux horizons 2020 et 2030. Rapport Ed. ADEME, Angers, France. 242 pages https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/90653_etude-nh3-elevage-rapport-vf.pdf
 - Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guinqand@ifip.asso.fr (porcs) ; elise.lorinquer@idele.fr; (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB18 : Injection à rainures ouvertes ou fermées, injection plus ou moins profonde. 5 pages.



Épandage en bandes du lisier et incorporation dans un délai très court

Objectif et principe

Réduire les émissions d'ammoniac vers l'air pendant l'épandage.

La technique consiste à faire entrer le lisier épandu en bandes dans le sol à l'aide d'un matériel d'incorporation (Photo 1).



Photo 1 : Matériel d'incorporation combiné à un gros réservoir

Source : BREF, 2003

Mise en place

L'incorporation, suite à un épandage en bandes, peut être réalisée avec un autre matériel que le pendillard comme des disques ou des sarcleuses, selon le type de sol et les conditions du sol.

Bénéfices environnementaux

Une réduction de 80% des émissions d'ammoniac en moyenne est observée (Tableau 1), mais les émissions varient selon :

- la teneur en matière sèche du lisier (un lisier dilué ou faible en matière sèche s'infiltrera mieux dans le sol et entraînera moins d'émissions d'ammoniac),
- les conditions climatiques prédominantes,
- le type de sol,
- les conditions de cultures.



Tableau 1 : Synthèse de la MTD épandage en bandes du lisier et incorporation

Utilisation du sol	MTD	Réduction des émissions	Applicabilité
Terre arable	Épandage en bande et incorporation dans les 4 heures *	80%	Incorporation n'est applicable que pour une terre facile à cultiver dans d'autres situations, la MTD est l'épandage en bande sans incorporation

Source : BREF, 2017

N.B. : on obtient des réductions d'émissions d'ammoniac supérieures quand l'incorporation se fait immédiatement après l'épandage.

Effets croisés

La réduction des pertes d'ammoniac par l'épandage augmente la quantité d'azote disponible pour l'absorption par l'herbe et les cultures.

Une incorporation directe à une profondeur plus importante peut avoir comme effet négatif le lessivage des nitrates vers la nappe phréatique.

De plus, une réduction simultanée des odeurs (bouffées d'odeurs mais aussi rémanences) est notée.

L'énergie nécessaire pour le transport du lisier est plus ou moins importante, en fonction du volume transporté et des conditions de sol et de pente. D'autre part, l'incorporation augmente le temps de chantier et par conséquent les dépenses d'énergie pour le chantier d'épandage.

Coûts

L'investissement du matériel neuf peut être réalisé en CUMA, il faudra alors prévoir le coût de l'adhésion qui correspond à la participation au capital.

En plus de l'investissement pour le matériel d'épandage en bandes il faut compter entre 2 200 et 6 600 € d'investissement pour un vibroculteur permettant d'enfouir le lisier. L'utilisation d'un deuxième tracteur peut être nécessaire si l'on veut réduire les temps de chantier (source : Chambre d'Agriculture du Nord Pas de Calais et FRCUMA Nord Pas de Calais, 2008).

Cet équipement est à amortir sur 10 ans.

Cette technique augmente le coût de l'énergie du chantier d'épandage, le coût de revient est donc plus élevé et se situe aux alentours de :

- 3 ct d'€/kg de porc charcutier produit,
- 2,9 à 3,1 €/m³ de lisier de canard épandu (3 €/m³ en moyenne),
- 56 à 59 €/UGB/an pour les lisiers de bovin (57 €/UGB/an en moyenne).

Ces prix comprennent les charges fixes (prix d'achat du matériel neuf HT, amortissement économique dont la durée dépend du type de matériel, valorisation du capital immobilisé, assurance et logement pour certains matériels (automoteurs...) et les charges variables (frais d'entretien et de réparation, consommables, carburant au prix de 0,7 €/L HT (prix moyen de 2008)), main d'œuvre comptabilisée à 13,39 €/h (sur la base de la classification niveau 1 échelon 2 de la convention polyculture élevage = salaire brut, 13ème mois et charges sociales patronales)).



Applicabilité

Cette technique est applicable sur les terres arables mais aussi sur les prairies dans une rotation cultures-prairies ou lors du réensemencement.

Pour réduire le temps de chantier, il est possible d'effectuer l'incorporation immédiatement après l'épandage, mais un second tracteur est nécessaire pour la machine d'incorporation qui doit suivre très étroitement l'épandeur. Cette technique augmente donc, de toute façon, le coût économique lié aux consommations d'énergies.

Les coûts et la spécificité du matériel sont une limite de l'utilisation de cette MTD.

La technique est également utilisable lorsque l'injection est impossible ou n'est pas disponible.

Facteurs incitatifs

Cette technique permet une réduction des odeurs lors de l'épandage ce qui peut apporter une solution aux éleveurs confrontés à des pressions de la part du voisinage. Il est par ailleurs possible d'augmenter les surfaces d'épandage jusqu'à 10 mètres des habitations.

Un bon épandage permet une utilisation optimale des éléments fertilisants présents dans les lisiers produits, ce qui permet de réaliser des économies sur les achats d'engrais minéraux.

Cette technique d'incorporation du lisier immédiatement après l'épandage ou au plus dans les 4 heures, est considérée comme **MTD** à l'épandage par le BREF Élevages (version 2017). Le délai peut être étendu à 12 heures lorsque les conditions ne sont pas favorables à une incorporation plus rapide, notamment lorsque les ressources humaines et les machines ne sont pas économiquement disponibles (MTD 22 - Afin de réduire les émissions atmosphériques d'ammoniac résultant de l'épandage des effluents d'élevage, la MTD consiste à incorporer les effluents dans le sol dès que possible, Santonia *et al.*, 2017 et décision d'exécution (UE) 2017/302). Parce qu'elle réduit les émissions d'ammoniac dans l'atmosphère, l'incorporation dans les plus brefs délais des effluents d'élevage est inscrite dans le programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA – Arrêté du 10 mai 2017).

Dans le cadre de la DEP, l'utilisation de ce matériel spécifique d'épandage permet de bénéficier d'un coefficient d'abattement sur la quantité d'ammoniac déclarée par l'installation.

Etat des lieux de l'application de cette technique

Du fait des contraintes réglementaires, cette pratique est assez largement développée en France.

Pour en savoir plus

- *Arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). JORF n°0110 du 11 mai 2017 texte n° 37*
- *ADEME, 2019. Fiche n°12) : Pour réduire les émissions d'ammoniac – Utiliser les meilleures techniques d'apport des produits organiques / pratique c : Incorporer les lisiers et fumiers dès que possible après épandage. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air. 116 pages. <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>*
- *CORPEN, Ministère de l'environnement, Ministère de l'agriculture, de la pêche et de l'alimentation (1997) : Bien choisir et mieux utiliser son matériel d'épandage de lisiers ou de fumiers. CORPEN éd., Paris, France.*
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles*

RMT Élevage et Environnement - Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage



ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>

- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi : 10.2760/020485. https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; elise.lorinquer@idele.fr (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB19 : Épandage en bandes du lisier et incorporation dans un délai très court. 4 pages.



Catégories animales

Porcs : + 2 000 places de porcs de + 30 kg ou 750 emplacements de truies

Volailles : + 40 000 emplacements

Impacts

Rejets N et P
NH₃
Odeurs
Particules
Énergie
Eau
Bruit

Le BREF Élevage

Le BREF est l'outil d'application de la directive européenne sur les émissions industrielles (directive dite IED – directive 2010/75/UE). Cette directive vise environ 51 500 installations en Europe dont environ 6 950 en France parmi lesquelles on retrouve près de 3 200 élevages (source : <http://www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/Pour-en-savoir-plus-sur-la.html>).

Le BREF Élevage est un document de près de 900 pages (en anglais) qui porte sur les techniques d'élevage des porcs et des volailles en lien avec différents paramètres environnementaux (rejets N et P, ammoniac, odeurs, particules, eau, énergie...).

Le BREF liste les Meilleures Techniques Disponibles (MTD) qui doivent être appliquées par :

- les élevages de porcs de + de 2 000 porcs de plus de 30 kg ou 750 emplacements de truies,
- les élevages avicoles de + de 40 000 places.

Les élevages concernés sont qualifiés d'élevage « IED » et sont enregistrés dans la rubrique « 3660 » des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

La dernière version du BREF Élevage date de 2017 et diffère de la version antérieure (2003) par différents points importants :

- L'établissement de niveaux d'émission, associés à une MTD (NEA-MTD), qui doivent être respectés par les établissements d'élevage concernés. Le BREF 2017 établit des NEA-MTD pour l'excrétion d'azote et de phosphore mais aussi pour les émissions d'ammoniac des bâtiments d'élevage,
- La distinction entre les installations existantes (c'est-à-dire qui étaient déjà reconnues IED ou au régime d'autorisation avant la publication du BREF 2017) et les installations neuves (c'est-à-dire les installations construites après la publication du BREF 2017 ou celles qui sont devenues IED après la publication du BREF 2017). Ainsi, le terme « neuf » ne se réfère pas exclusivement à la date de construction du bâtiment (ex : un bâtiment construit en 2000 est considéré comme neuf si l'élevage auquel il appartient, devient IED après le 21 février 2017 – date de publication du BREF 2017.),
- L'enregistrement d'un nombre important d'interventions en élevages (maintenance, réparations....).

Le BREF liste 29 MTD qui sont communes aux porcs et aux volailles visant à réduire les rejets d'azote (MTD 3 et 24) et de phosphore (MTD 4 et 24), la consommation d'eau (MTD 5 à 7), d'énergie (MTD 8), les émissions sonores (MTD 9 et 10), les émissions de particules (MTD 11 et 27), d'odeurs (MTD 12 et 13), les émissions d'ammoniac (MTD 14 à 18, 21 à 23, 25) et les émissions d'odeurs (MTD 26). Les 5 dernières MTD (MTD 31 à 34) sont spécifiques aux techniques de réduction des émissions d'ammoniac des bâtiments avicoles alors que la MTD 30 est spécifique de l'élevage porcs.

L'ensemble des MTD pour les porcs et les volailles a été publié en français dans la décision d'exécution du 15 février 2017. On retrouvera dans ce document les NEA MTD associés.



Rejets d'azote et de phosphore

Le BREF Élevage définit aussi des NEA-MTD pour les différentes catégories animales sur les rejets d'azote et de phosphore associés aux MTD 3 et 4 (Tableaux 1 et 2).

Tableau 1 : NEA-MTD pour l'excrétion d'azote (extrait de la décision d'exécution 2010/75)

Catégorie/espèce animale	Excrétion azote (en kg N/place/an) ^(1,2)
Truie (y compris les porcelets pour les truies allaitantes)	17,0 - 30,0
Porcelet post-sevrage	1,5 - 4,0
Porc charcutier	7,0 - 13,0
Poules pondeuses	0,4 - 0,8
Poulets de chair	0,2 - 0,6
Canards	0,4 - 0,8
Dindes	1,0 - 2,3 ⁽³⁾

(1) La valeur basse peut être obtenue en utilisant une combinaison de techniques

(2) L'azote total excrété associé à la MTD n'est pas applicable aux poulettes ni aux reproducteurs, quelle que soit l'espèce de volaille considérée

(3) La valeur haute de la fourchette est associée à l'élevage de dindons

Tableau 2 : NEA-MTD pour l'excrétion de phosphore (extrait de la décision d'exécution 2010/75)

Catégorie/espèce animale	Excrétion azote (en kg P ₂ O ₅ /place/an) ^(1,2)
Truie (y compris les porcelets pour les truies allaitantes)	9,0 - 15,0
Porcelet post-sevrage	1,2 - 2,2
Porc charcutier	3,5 - 5,4
Poules pondeuses	0,10 - 0,45
Poulets de chair	0,05 - 0,25
Dindes	0,15 - 1,0

(1) La valeur basse peut être obtenue en utilisant une combinaison de techniques

(2) L'azote total excrété associé à la MTD n'est pas applicable aux poulettes ni aux reproducteurs, quelle que soit l'espèce de volaille considérée

À noter que la liste des espèces animales concernées pour l'azote est différente de celle concernée par le phosphore : il n'y a pas de NEA-MTD pour l'excrétion du phosphore du canard.

Émission d'ammoniac des bâtiments

Le BREF Élevage définit d'ailleurs des Niveaux d'Émissions Associés à une MTD (NEA-MTD) pour l'ammoniac au niveau des bâtiments d'élevages. Ces seuils sont différenciés en fonction de la catégorie animale mais aussi du type de bâtiments (bâtiments existants et bâtiments neufs) pour les différentes catégories animales, qui doivent être respectés par les élevages dits IED (pour les porcs, + 2 000 places de plus de 30 kg ou 750 emplacements de truies – Tableau 3 et pour les élevages avicoles de + de 40 000 places – Tableau 5).

La notion de bâtiment existant/neuf est relative à l'appartenance de l'installation classée à la rubrique 3660 au regard de la date de publication du BREF 2017 (21 Février 2017). Le BREF définit les « nouvelles unités » (à comprendre, dans la réglementation ICPE comme « bâtiments et annexes » d'une installation d'élevage ICPE) comme « une unité autorisée [au titre de la directive IED] pour la première fois sur le site de l'installation d'élevage après la publication des présentes conclusions sur les MTD, ou le remplacement complet d'une unité sur les fondations existantes après la publication des présentes conclusions sur les MTD. » (MTES, 2018).

D'après le guide de mise en œuvre du BREF (MTES, 2018), « Les bâtiments faisant l'objet d'un remplacement complet doivent appliquer les conclusions sur les MTD applicables pour les bâtiments nouveaux. Ces bâtiments ne sont pas concernés par les distances d'éloignement applicables, conformément au point IV de l'article 5 de l'arrêté ministériel du 27 décembre 2013.



Pour les élevages existants, si l'extension d'un bâtiment existant ne modifie pas substantiellement le fonctionnement du bâtiment initial, seule l'extension est considérée comme nouvelle. »

Tableau 3 : Niveaux d'émission associés à la MTD 30 pour les porcs (adapté de la décision d'exécution 2017/302)

Catégorie animale	NEA-MTD ⁽¹⁾ (en kg NH ₃ /place/an)	
	Bâtiment existant	Bâtiment neuf
Truie en attente-saillie et truies gestantes	0,2 – 4,0 ^(2,3)	0,2 – 2,7 ⁽³⁾
Truies en maternité (y compris porcelets)	0,4 – 7,5 ⁽²⁾	0,4 – 5,6
Porcelet post-sevrage (inf 30 kg)	0,03 – 0,7 ^(2,4)	0,03 – 0,53 ⁽⁴⁾
Porc charcutier	0,1 – 3,6 ^(2,5)	0,1 – 2,6 ⁽⁵⁾

- (1) La valeur basse de la fourchette est associée à l'utilisation d'un système d'épuration d'air
 (2) Pour les unités existantes utilisant une fosse profonde en association avec des techniques de gestion nutritionnelle
 (3) Pour les unités utilisant la MTD 30a.6 ou 30a.11 (systèmes sur litière), la valeur haute de la fourchette des NEA-MTD est de 5.2 kg NH₃/place/an
 (4) Pour des unités utilisant la MTD 30a.6, 30a.7 ou 30a.8, la valeur haute de la fourchette des NEA-MTD est de 3.6 kg NH₃/place/an
 (5) Pour les unités utilisant la MTD 30a.6, 30a.7, 30a.8 ou 30 a.16, la valeur haute de la fourchette des NEA-MTD est de 5.65 kg NH₃/place/an

D'une manière générale, les niveaux d'émissions d'ammoniac accordés aux bâtiments neufs sur caillebotis sont inférieurs à ceux accordés aux bâtiments existants et aux MTD basées sur de la litière.

Sur le terrain, en élevage porcins, les principales difficultés résident sur le post-sevrage dont les NEA-MTD sont très basses particulièrement dans le cas où les porcelets sortent à un poids supérieur à 30 kg. C'est pourquoi l'avis du 22 Octobre 2018 précise les niveaux d'émissions en fonction du poids des porcelets à la sortie de l'atelier de post-sevrage (Tableau 4).

Tableau 4 : Niveaux d'émissions associés à la MTD 30 pour les porcelets en fonction de leurs poids de sortie de l'atelier de post-sevrage (adapté de l'avis du 22 octobre 2018)

Poids de sortie moyen des porcelets de l'atelier de post-sevrage	Valeurs limites d'émission (kg NH ₃ /place/an)		
	Cas générique	Pour les bâtiments existants utilisant une fosse profonde en association avec des techniques de gestion nutritionnelles	Pour les bâtiments utilisant la technique 30a.6, 7 ou 8
Jusqu'à 30 kg inclus	0,530	0,700	0,700
Entre 30 et 31 kg	0,553	0,732	0,755
Entre 31 et 32 kg	0,576	0,764	0,810
Entre 32 et 33 kg	0,599	0,797	0,865



Les tableaux 5 et 6 regroupent les NEA pour les poules pondeuses et les poulets de chair avec le cas spécifique des poulets de chair de plus de 2,5 kg.

Tableau 5 : Niveaux d'émission associés à la MTD 30 pour les poules pondeuses et les poulets de chair dont le poids final peut atteindre 2.5 kg (adapté de la décision d'exécution 2017/302)

Catégorie animale	NEA-MTD (en kg NH ₃ /place/an)	
	Bâtiment existant	Bâtiment neuf
Poules pondeuses – système de cages	0,02 – 0,08	
Poules pondeuses – système sans cages	0,02 – 0,25 ⁽¹⁾	0,02 – 0,13
Poulet de chair poids final pouvant atteindre 2.5 kg	0,01 – 0,08 (2,3)	

(1) Dans le cas des unités existantes utilisant un système de ventilation dynamique et évacuant peu fréquemment les effluents d'élevage (litière profonde avec fosse à effluents d'élevages) en association avec une mesure permettant d'obtenir des effluents d'élevage à teneur élevée en matière sèche.

(2) Ces NEA-MTD ne sont pas nécessaires applicables aux types suivants d'élevage : « élevé à l'intérieur – système extensif », « sortant à l'extérieur », « fermier – élevé en plein air » et « fermier – élevé en liberté », tels que définis dans le règlement (CE) n°543/2008 de la Commission

(3) La valeur basse de la fourchette est associée à l'utilisation de système d'épuration d'air

Comme pour les porcs, l'avis du 22 octobre 2018 précise des valeurs limites d'émission d'ammoniac spécifiques en fonction du poids final des poulets de chair (Tableau 6)

Tableau 6 : Valeur limite d'émission en fonction du poids final des poulets de chair (avis du 22 Octobre 2018)

Poids final des poulets de chair	Valeur limite d'émission (kgNH ₃ /place/an)
Jusqu'à 2,5 kg	0,08
Entre 2,5 et 3,2 kg	0,105

Techniques équivalentes

La France a décidé de mettre en place des techniques équivalentes, c'est-à-dire des techniques qui ne sont pas listées dans la décision d'exécution 2017/302, mais qui sont reconnues comme ayant une efficacité équivalente sur les émissions d'ammoniac de certaines MTD.

Le principe d'éligibilité est simple : les données relatives à une technique sont soumises au ministère de l'environnement qui évalue leurs pertinences scientifique et technique. Si l'évaluation est positive, la technique fait l'objet d'une publication au Journal Officiel et peut donc être utilisée par les éleveurs dans leurs bâtiments mais aussi dans leurs dossiers administratifs de régularisation.

Le tableau 7 regroupe l'ensemble des techniques équivalentes reconnues au moment de la rédaction de cette fiche.



Tableau 7 : Liste des techniques équivalentes MTD reconnues (source : avis du 22 Octobre 2018)

Numéro de la MTD du BREF 2017 ⁽¹⁾	Définition de la technique du BREF	Technique équivalente MTD reconnue et périmètre d'application
MTD 16 et 17	Réduction des émissions atmosphériques d'ammoniac provenant des fosses à lisiers et des fosses à lisier à berges en terre (lagunes)	Abattement de l'azote avant stockage via un traitement de type nitrification-dénitrification ou tout autre traitement d'efficacité équivalente pour l'abattement de l'azote. Le rendement de l'installation de traitement atteint au moins 70 % pour l'azote
MTD 21	Réduction des émissions d'ammoniac résultant de l'épandage du lisier	Irrigation basse pression par aéro-aspersion (sans production d'aérosols) des eaux issues du traitement des effluents d'élevage (par nitrification-dénitrification, par séparation de phases et méthanisation notamment).
MTD 24	Surveillance de l'azote et du phosphore total excrétés dans les effluents d'élevage	Pour des catégories ou espèces non élevées en pratiques mais autorisées dans l'arrêté préfectoral, la justification des valeurs d'excrétion (azote et phosphore) se fera sur la base de données forfaitaires.
MTD 30	Réduction des émissions atmosphériques d'ammoniac provenant des bâtiments d'hébergement de porcs	Incorporation d'acide benzoïque à hauteur d'au moins 1% dans l'alimentation des porcs de production
MTD 31	Réduction des émissions atmosphériques d'ammoniac provenant des bâtiments d'hébergement de poules pondeuses, de poulets de chair reproducteurs et de poulettes	Technique d'hébergement des poulettes uniquement : ventilation dynamique et système d'abreuvement ne fuyant pas – dans le cas d'un sol plein avec litière profonde (cf technique MTD 32a)
MTD 31	Réduction des émissions atmosphériques d'ammoniac provenant des bâtiments d'hébergement de poules pondeuses, de poulets de chair reproducteurs et de poulettes	Technique d'hébergement des poulettes uniquement : ventilation dynamique et système d'abreuvement ne fuyant pas – dans le cas d'un sol plein avec litière profonde (cf technique MTD 32c)
MTD 33	Réduction des émissions atmosphériques d'ammoniac provenant de chaque bâtiment d'hébergement de canards	La technique 33a.2 (hébergement sur caillebotis intégral avec évacuation gravitaire des effluents d'élevage) est reconnue technique équivalente-MTD, pour toutes les espèces de canards (le BREF ne retenant cette technique que pour les canards de Barbarie).

(1) *Décision d'exécution 2017/302 de la Commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou de porcs.*

Pour en savoir plus

- *Avis du 22 Octobre 2018 relatif à la reconnaissance des techniques d'efficacité équivalente aux meilleures techniques disponibles et à la fixation des valeurs limites d'émissions en application de l'arrêté du 23 mars 2017 portant modification des prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'autorisation au titre des rubriques n°2101, 2102, 2111 et 3660 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.*
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/CELEX_32017D0302_FR_TXT.pdf
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou*

- de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/CELEX_32017D0302_FR_TXT.pdf
- Directive n°2010/75/UE du 04/11/2010 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution). Journal Officiel de l'Union Européenne L334 du 17 décembre 2010.
 - Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES), 2018. Guide de mise en œuvre du BREF Élevage, 34 pp <http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/27-Document-de-reference-sur-les.html>
 - Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485 https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs); blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Elevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage, Fiche PVB 21 :Le BREF Élevage. 6 pages.





Compteur d'énergie

Objectif et principe

La pose de compteurs d'énergie constitue le premier pas d'une démarche d'optimisation des consommations énergétiques. La mesure initiale permet de situer les performances de l'outil d'élevage ; tandis que son suivi permet de quantifier l'efficacité d'actions (pratiques d'élevage, changement de consignes, investissements) menées dans le cadre d'une stratégie de maîtrise des consommations énergétiques.

La technique consiste à connaître et contrôler précisément les consommations d'énergie de chaque stade physiologique pour chacun des postes de consommation, afin de cibler les actions en faveur d'une réduction des consommations d'énergie.

Mise en place

Matériels à disposition :

Le comptage est généralement placé entre la source d'alimentation en énergie et les appareils dont on désire contrôler la consommation. Selon le compteur et ses capacités d'acquisitions, un relevé manuel, une séquence d'enregistrement (sur un pas de temps donné) ou un report automatique peut être envisagé.

On peut distinguer différents compteurs selon le type d'énergie utilisée :

- Les compteurs électriques : les compteurs électromécaniques (à disque) et électroniques (Figure 1) :

Ces derniers peuvent se présenter sous plusieurs formes : classiques, modulaires (ils s'installent alors dans l'armoire électrique). Ils fournissent une indication de consommation d'énergie en kWh et certains peuvent délivrer des impulsions.



Figure 1 : Exemple de compteur électrique électromécanique

- Les compteurs de gaz (GPL ou Gaz Naturel)

Ce sont généralement des compteurs à membrane qui sont utilisés compte tenu des faibles débits, ils fournissent sur un afficheur à molette une indication en dm^3 et m^3 (ces équipements peuvent, en option, être équipés d'un générateur d'impulsions). Il sera parfois nécessaire de convertir l'unité

de sortie (dm³) en une autre unité pour comparer aux quantités livrées (par exemple en t pour le propane) ou même à des références de consommation.

- Les compteurs d'énergie thermique

Ils sont habituellement utilisés dans le cas de circuits de chauffage par eau chaude (chaudière biomasse et aérothermes eau chaude par exemple). Ils se composent d'un débitmètre qui détermine le volume de liquide passant, auquel sont associées 2 sondes de température. La première sonde mesure la température sur le départ du circuit tandis que la deuxième mesure la température sur le retour du circuit. Un dispositif assure l'intégration des données, à partir du différentiel de température entre les deux sondes associées au débit, et permet de déterminer la consommation d'énergie. Ils fournissent une information calculée qui peut être exprimée en différentes unités selon les appareils.

- Les compteurs de fioul

Ce sont essentiellement des volucompteurs qui vont comptabiliser le passage de fioul. Attention aux dispositifs (type chaudière) pour lesquels il existe un retour à la cuve, pour obtenir une donnée fiable, il est nécessaire que seul le circuit allant au gicleur soit comptabilisé. L'information fournie est alors généralement donnée en litres.

NB : Les derniers appareils de régulation utilisés en bâtiments hors sol sont de plus en plus souvent équipés de dispositifs de comptage intégrés et/ou de compteurs d'impulsions permettant de raccorder les compteurs équipés d'un générateur d'impulsions. Ces appareils permettent de disposer d'un historique de la consommation sur une certaine période (par exemple, un lot en volailles) et d'en apprécier la cinétique (en volailles, la consommation d'énergie liée au chauffage est importante en début de lot puis elle décroît et devient nulle, alors que l'électricité mobilisée par les postes ventilation et alimentation augmentent en cours de lot).

Approche méthodologique :

Au-delà de la pose et du relevé de compteur, une démarche de diagnostic énergétique doit être dressée en vue de connaître les consommations d'énergie directes par poste et pour chaque stade physiologique. Pour cela, plusieurs outils de diagnostic sont disponibles (exemple en Figure 2) :

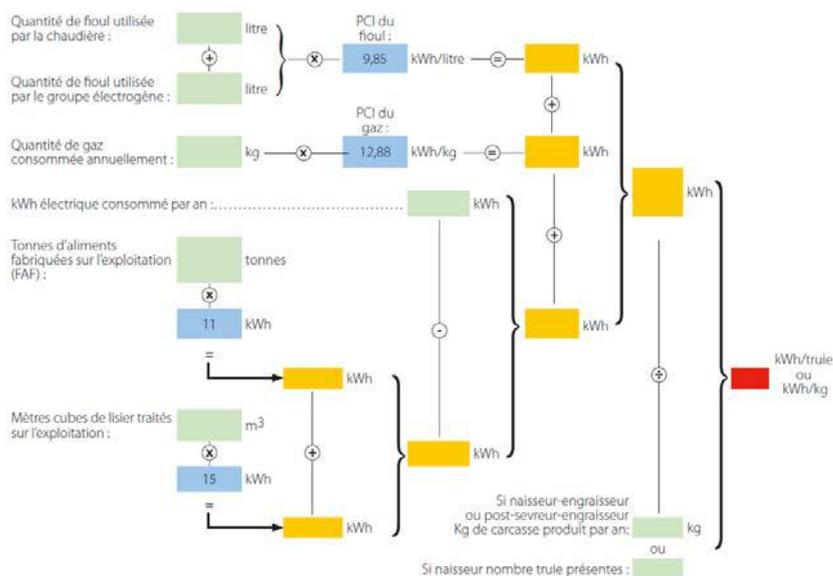
- Pour la filière porc : diagnostic simplifié en ligne sur le site de l'IFIP <http://consobat.ifip.asso.fr/>
- Pour l'ensemble des filières, le diagnostic DECIBEL (diagnostic-conseil énergie individualisé dans les bâtiments d'élevage - <http://www.ifip.asso.fr/>) permet de comparer les consommations de chaque stade physiologique sur les postes tels que la ventilation, le chauffage, l'éclairage et l'alimentation. L'objectif étant alors de travailler en amont sur les consommations d'énergie. En effet avant d'engager des investissements parfois coûteux, il est nécessaire de connaître parfaitement la situation énergétique de son élevage. A l'issue d'un diagnostic DECIBEL, l'éleveur et son technicien seront capables de cibler les postes les plus énergivores et donc appliquer des leviers d'action en totale cohérence avec la situation particulière de l'élevage diagnostiqué.
- Pour l'ensemble des filières, des référentiels de consommations énergétiques peuvent être trouvés dans le rapport ADEME : Acquisition de données sur les consommations d'énergie dans des élevages porcins, avicoles et laitiers (2009).

Les outils de diagnostic peuvent être alimentés à partir de données provenant de relevés de fournisseurs d'énergie (suivi mensuel et annuel des consommations), et de comparer les consommations d'une année sur l'autre.

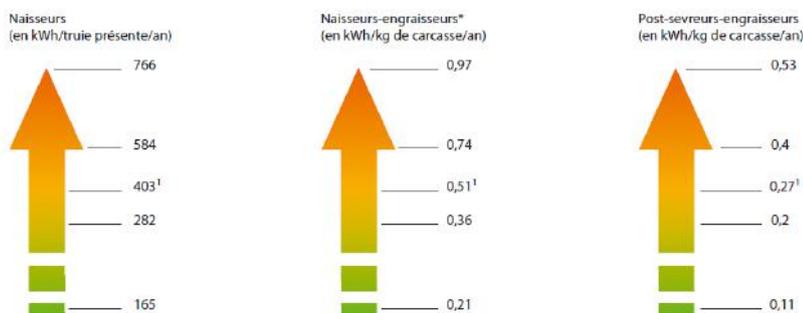
Il est également intéressant de mettre en place un maillage du réseau grâce à des sous-compteurs électriques secondaires (par bâtiment) qui offre la possibilité d'un suivi journalier des consommations. En effet, un compteur triphasé facilite la gestion des consommations électriques et constitue un outil de pilotage performant de l'exploitation.



Et vous, comment se situe votre élevage ?



Vous êtes maintenant en mesure de situer votre élevage sur l'échelle correspondante :



* Correspond à un naisseur-engraisseur strict.
 † Ces valeurs correspondent aux moyennes de consommation énergétique observées lors de l'enquête.

Figure 2 : Outil de diagnostic simplifié des consommations d'énergie en bâtiment d'élevage de porcs, disponible en ligne sur le site internet de l'IFIP (Source : IFIP)

Bénéfices environnementaux

Le contrôle des consommations d'énergie permet de positionner les consommations individuelles d'un élevage par rapport aux autres, et ainsi mieux identifier les efforts à fournir sur les postes les plus consommateurs.

Effets croisés

Une réduction des consommations d'énergie entraîne indirectement une diminution des émissions de gaz à effet de serre.

NB : 1 kWh électrique consommé correspond à 0,084 kg équ. CO₂,

1 L de fuel consommé correspond à 3,07 kg équ. CO₂,

Et 1 t de propane consommé correspond à 3 543 kg équ. CO₂.

Coûts

A titre indicatif, le coût d'investissement pour l'achat d'un à deux compteurs électriques (HT et hors pose), pour un élevage de 250 truies, est au maximum de 1 ct d'€/porc charcutier produit, soit moins de 0,1 ct d'€/kg de porcs (source : IFIP, 2008).

Ce coût est estimé sur une base de prix (hors pose) de 200 € (HT)/compteur électrique et tient compte d'un amortissement sur 10 ans (hors frais financiers et hors subventions).



En volaille, il faut compter entre 0,4 et 0,8 € (HT)/m² pour l'installation d'un compteur électrique (matériel et pose). Pour un compteur à gaz, le coût de l'installation est compris entre 0,5 et 0,6 € (HT)/m². Ces prix sont estimés pour équiper un bâtiment de 1 200 m² et sont variables selon le type de compteur installé et le mode de relève (source : ITAVI).

Ces investissements sont évidemment variables suivant le nombre de compteurs installés, leur typologie et la taille de l'élevage.

Une journée avec un technicien de groupement ou de chambre d'agriculture pour un diagnostic-conseil énergie coûte moins de 1 000 €. Le retour sur investissement dépend du résultat du diagnostic.

Des formations sont également proposées pour l'aide au diagnostic énergétique par différents Instituts techniques.

Les gains énergétiques dépendent directement de la situation de l'élevage et des leviers d'action mis en place à l'issue du diagnostic.

Applicabilité

Notons que peu d'élevages possèdent des compteurs électriques secondaires.

Facteurs incitatifs

Ces outils permettent une meilleure maîtrise du coût énergétique.

La mise en place des compteurs électriques secondaires est peu onéreuse.

Cette technique n'est pas décrite comme une MTD mais s'inscrit bien dans une démarche d'utilisation efficace de l'énergie comme décrite dans les fiches BPEE P20 ; B3 et V18.

État des lieux de l'application de cette technique

Pour en savoir plus

- Ademe, 2007 : *Utilisation Rationnelle de l'Energie dans les bâtiments d'Elevage. Situation technico-économique en 2005 et leviers d'action actuels et futurs*, 411 pages.
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/46249_rapport_urebatimentselevage_sansannexes.pdf
- Ademe, 2009 : *Acquisition de données sur les consommations d'énergie dans des élevages porcins, avicoles et laitiers. Etude Ademe : « Utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments d'élevage : situation technico-économique et leviers d'action actuels et futurs »*, rapport final, 27 pages.
[http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/12277/\\$File/rapport_10_consommation_energie_volailles.pdf?OpenElement](http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/12277/$File/rapport_10_consommation_energie_volailles.pdf?OpenElement)
- Bartolomeu D., Amand G., Dolle J.B., 2007 : *Réduction des consommations énergétiques dans les bâtiments d'élevage. TechniPorc*, vol 30, n°2, pages 41-42.
<https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/tp2bartolomeu07.pdf>
- Beguin E., Bonnet J., Dolle JB., Charroin T., Ferrand M., 2008 : *Les différents postes de consommation en énergie et les pistes d'économie en élevage bovin laitier. Rencontre Recherche Ruminants*, 217-220 pages.
http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2008_07_environnement_02_Beguin.pdf
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles*



ou de porcs. Journal officiel de l'Union européenne du 21 février 2017. L43/231 – L43/279.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>

- Idele, 2009 : Les consommations d'énergie en bâtiment d'élevage laitier- Repères de consommations et pistes d'économies. Collection Synthèse-ADEME, 34 pages.
[http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARGLEF/19296/\\$File/CONSOMMATION%20BAT%20ELEVAGE%20LAITIER%20ADEME.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARGLEF/19296/$File/CONSOMMATION%20BAT%20ELEVAGE%20LAITIER%20ADEME.pdf?OpenElement)
- Ifip, 2008 : Consommations d'énergie des bâtiments porcins : comment les réduire. IFIP éd., Paris, France, document réalisé dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME 16 pages.
https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/46249_plaquette_ifip_20p.pdf
- Ifip, 2009 : Les consommations d'énergie dans les bâtiments d'élevage de porcs. IFIP éd., Paris, France, brochure réalisée dans le cadre de l'étude URE de l'ADEME, 6 pages.
<https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/colloeuropfr2009marcon.pdf>
- Ifip, 2013 : Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBE+) - Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière porcine, 72 pages.
https://www.ifip.asso.fr/sites/default/files/pdf-documentations/bebc-batiment-energie-positive-ifip_0.pdf
- Itavi, 2013 : Guide du bâtiment d'élevage à énergie positive (BEBE+) - Solutions pour réduire sa consommation d'énergie et produire des énergies renouvelables dans la filière Volailles de chair, 68 pages.
<https://www.itavi.asso.fr/content/guide-du-batiment-delevage-energie-positive>
- Marcon M., 2009 : Elaboration d'un outil pour le diagnostic-conseil énergie des bâtiments d'élevages, Actualités sur l'élevage porcin, septembre 2009,

Contacts : yvonnick.rousseliere@ifip.asso.fr (porcs) ;
nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; elise.lorinquer@idele.fr; (herbivores) ;
blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche PVB23 : Compteur énergie. 5 pages.



Liste des contributeurs

La coordination de ce guide a été réalisée par :

- Nadine GUINGAND, IFIP Institut du Porc
- Elise LORINQUER, Institut de l'Élevage
- Vincent BLAZY, ITAVI

Merci à l'ensemble des contributeurs dont les noms sont listés ci-dessous et une mention spéciale pour Annie Souiller !

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche +numéro : Titre de la fiche. Nombre de pages.

Les contributeurs (par structure et par ordre alphabétique)



Sandrine Espagnol, Nadine Guingand, Pascal Levasseur, Michel Marcon, Nathalie Quiniou et Yvonnick Rousselière.



Jean-Baptiste Dollé, Sylvain Foray, Armelle Gac, Elise Lorinquer, Jean-Louis Poulet, Benoît Rouillé et Nadège Edouard (INRA umr Pegase)



Vincent Blazy, Isabelle Bouvarel, Aurélie Buteau, Jean-Marie Fontanet, Gaétan Laval et Eva Pampouille.





Acidification des lisiers

Objectif et principe

L'acidification des lisiers vise à déplacer l'équilibre du couple $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ vers la fraction NH_4^+ afin de limiter le potentiel de volatilisation de cette fraction azotée. Comme présenté dans la Figure 1, un abaissement du pH du lisier à un niveau stable d'environ 6 assure le maintien de l'azote ammoniacal sous forme aqueuse. Le processus de volatilisation se trouve alors bloqué, ce qui permet de réduire les émissions gazeuses de NH_3 d'environ 50% et même plus.

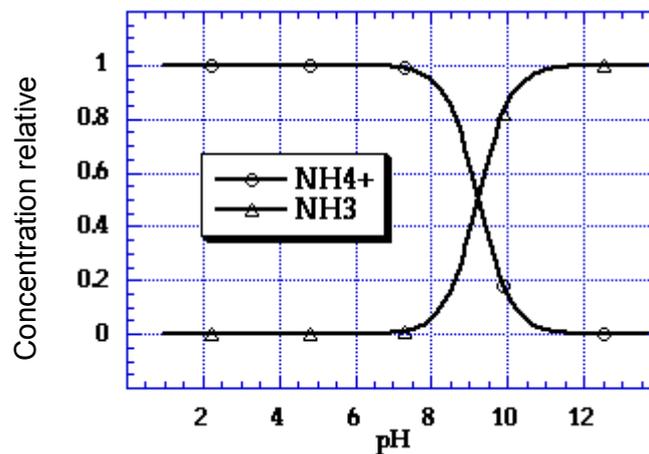


Figure 1 : Evolution de l'équilibre $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ en fonction du pH

Mise en place

L'acidification des lisiers est une technique couramment utilisée dans quelques pays européens (Danemark, Espagne...) grâce à son potentiel de réduction des émissions d'ammoniac élevée. L'azote ainsi retenu dans le fumier sous forme d'ammonium reste disponible pour les cultures lors de l'épandage.

L'ajout d'acide au lisier doit être régulé et contrôlé pour tenir compte du pouvoir tampon et contrebalancer la production et l'émission de CO_2 au cours du processus d'acidification (un moussage peut alors apparaître). Cela implique un dispositif de surveillance avec une sonde pH qui régule l'injection automatique d'acide à l'aide d'une pompe doseuse.

L'acide ajouté peut être organique (acide lactique) ou inorganique (acides nitrique, sulfurique ou phosphorique) ou introduit au fourrage (par exemple l'acide benzoïque, Cf Fiche BPEE P5-Ajout d'acide benzoïque) ou aux constituants du lisier (ajout de bactéries lactiques par exemple). L'acide sulfurique reste le produit le plus utilisé. Les dangers qu'impliquent la manipulation et le stockage d'acides forts constituent néanmoins un inconvénient de cette solution.

L'acidification peut être réalisée au stockage, au bâtiment (dans le cas de systèmes d'élevage sur caillebotis) et encore lors de l'épandage.



En général le lisier est pompé (ou raclé) depuis les ateliers vers une cuve de traitement ou une dose d'acide est ajoutée jusqu'à arriver à une consigne de pH. En général, le lisier non traité présente un pH initial compris entre 6.5 et 8 en filière porcine, entre 5 et 6 en filière palmipède et entre 7 et 7.5 en filière bovine. Afin de limiter la volatilisation, la consigne pH doit être calée pour rester à un pH de 6. Compte tenu du pouvoir tampon des lisiers, le pH est souvent ramené à une consigne de 5.5. La consigne pH peut être également ajustée en fonction du temps de latence entre l'acidification et l'épandage. Pour une consigne inférieure à pH 6, le lisier acidifié devra être épandu dans les 24h. Dans le cas où le lisier n'est pas épandu dans les 21 à 90 jours suivant son acidification, celui-ci doit être maintenu en dessous de 5.5. Au-delà d'un temps de latence de 90 jours, il convient de vérifier avant épandage que le pH est bien inférieur à 6 ou d'ajouter de l'acide si ce n'est pas le cas. Généralement, ce scénario est à éviter pour limiter l'application et l'emploi d'acides forts.

En général, la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour acidifier une tonne de lisier est d'environ 4,6 à 7 kg d'acide (Henning Lyngsø et al., 2011).

Afin de garantir un bon mélange et prévenir le passage des ions sulfate en sulfure d'hydrogène (H₂S, gaz responsable de mauvaises odeurs) l'ouvrage doit être mélangé et aéré. Une partie de l'effluent ainsi traité peut-être utilisé pour un rinçage des préfosses situées sous les caillebotis. Le maintien de 10-15cm de lisier acidifié en fond de fosse permet de réduire la volatilisation d'ammoniac au sein du bâtiment. L'excédent de lisier est transféré vers un réservoir de stockage en attendant d'être exporté ou épandu. Le système de dosage et les cuves de traitement et de stockage sont instrumentés (sonde ph, sonde et poire de niveau) et monitorés de manière à fonctionner automatiquement (Henning Lyngsø et al., 2011).

L'acidification du lisier peut conduire à une production importante de mousse. Couplé à l'agitation de l'ouvrage de stockage, un niveau de garde de 0.8 à 1m est requis pour prévenir les risques de débordement. Cette préconisation est à intégrer dans la gestion automatisée des niveaux de cuves et dans leur dimensionnement.

Des variantes du système existent et consistent soit :

- à ajouter l'acide directement dans l'ouvrage de stockage (qui doit être agité) juste avant la reprise de l'effluent pour son épandage (Figure 2).



Figure 2 : Ajout d'acide sulfurique dans un ouvrage de stockage avant épandage (Source BREF 2017)

- à acidifier le lisier épandu en continu dans un système directement monté sur l'épandeur. Dans ce cas, le lisier est épandu de manière standard et un réservoir d'acide supplémentaire (officiellement agréé) est placé devant le tracteur (Figure 3). Le dispositif est équipé d'un mélangeur statique et d'un dispositif de dosage de l'acide grâce à une mesure en ligne du pH. La quantité de boues épandue est également suivie.



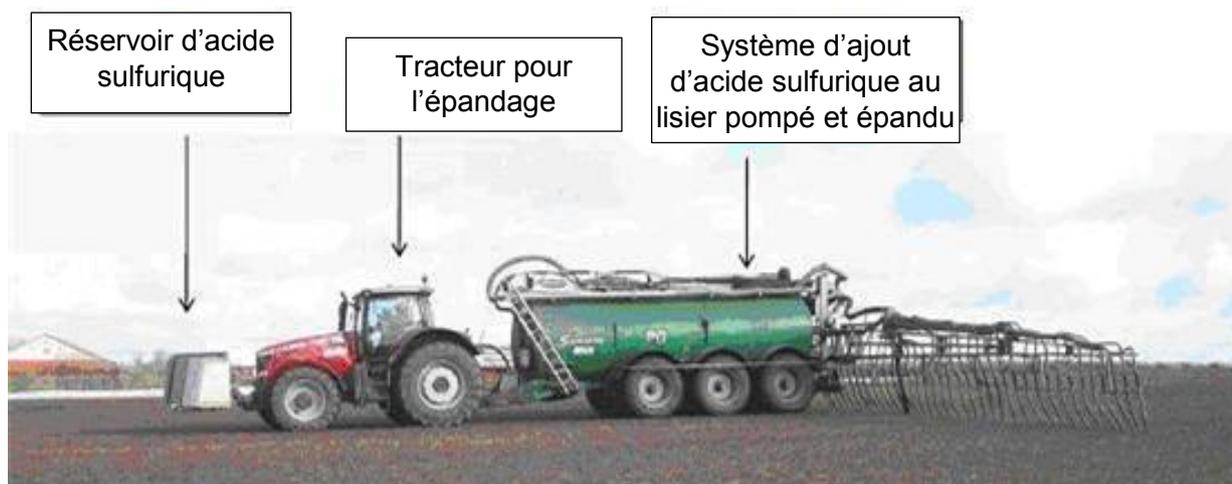


Figure 3 : Ajout d'acide sulfurique au cours de l'épandage (Source BREF 2017)

Bénéfices environnementaux

- **Ammoniac** : L'acidification des boues bloque la volatilisation de l'ammoniac, par formation de sulfate d'ammonium, ce processus est valable au niveau de chaque étape des élevages (au bâtiment, au stockage et à l'épandage). Des données comparatives ont été réalisées au Danemark sur des lisiers de porcs acidifiés ou non. Le tableau 1 reprend les pertes par volatilisation à différents postes d'émissions :

Tableau 1 : Perte par volatilisation d'azote de lisiers porcins à différents postes d'émission

Postes d'émission	Pertes par volatilisation (en kg d'azote excrété) de lisiers porcins	
	Lisier non acidifié	Lisier non acidifié
Bâtiment	0.50	0.15
Stockage	0.24	0.03
Epandage	0.25	0.10
Total	0.99	0.28

Henning Lyngsø et al., (2011) estiment que les émissions d'azote sont réduites de 70 à 80% au bâtiment et au stockage concernant l'épandage, l'acidification diminuerait les pertes en azote d'environ 60% (TFRN 2014).

Le maintien de l'azote ammoniacal dans la phase liquide confère au lisier une valeur agronomique supérieure. Par ailleurs la diminution de la volatilisation de l'ammoniac offre de meilleures ambiances d'élevages et de travail.

- **Gaz à effets de serre** : L'acidification des lisiers contribue également à l'inhibition des flores méthanogènes et limite ainsi les émissions de méthane (gaz à effet de serre) au bâtiment et au stockage. De même, les voies métaboliques contribuant aux émissions de protoxydes d'azote (gaz à effet de serre) peuvent être limitées si l'acidification empêche la formation d'une croûte naturelle (Cf fiche BPEE PVB 7) et diminue l'activité microbienne au sein du lisier.

Effets croisés

La manipulation d'acide fort dans les exploitations demeure extrêmement dangereuse (TFRN 2014). L'ajout manuel de tels produits est à proscrire et doit plutôt être fait au moyen de systèmes les plus automatisés possible (y compris lors du dépotage). De même, le lisier acidifié doit être transféré de manière automatique. L'acidification des effluents peut entraîner de la corrosion (Eurich-Menden et al. 2011) au niveau des ouvrages de stockage. Il convient de s'assurer que les éléments en contact sont assez résistants (choix des composites et/ou des classes béton).

L'acidification du lisier entraîne des modifications qualitatives des émissions d'odorantes, plutôt qu'une augmentation des niveaux d'odeurs. Des pics peuvent survenir à la suite de la mise sous aération / mélange des lisiers. Cela est particulièrement vrai si le brassage et l'oxygénation sont insuffisants, car propices à la conversion des sulfates en H₂S.

Le transfert de lisier ainsi que son brassage et son aération entraînent des dépenses énergétiques supplémentaires celles-ci sont estimées entre 1.8 et 3 kWh/m³ de lisier acidifié (Henning Lyngsø et al., 2011)

La production de méthane à partir de lisiers acidifié n'est pas conseillée, car les conditions de pH inhibent l'activité des bactéries méthanogènes.

La technique peut entraîner une acidification marginale du sol, pouvant être alors compensée par l'ajout de chaux. Théoriquement, 1.4 kg de chaux devrait être additionné pour neutraliser 1kg d'acide sulfurique. Un suivi des sols est nécessaire pour évaluer leur niveau d'acidification et mener une correction par un chaulage. Cette opération peut être réalisée à un moment différent de l'épandage des lisiers.

Coûts

L'investissement pour l'installation d'une unité d'acidification dans une porcherie (pouvant traiter jusqu'à six tronçons de 400 m³ de lisier chacun) est d'environ 200 000 € (soit sur 15 ans un amortissement de 13 300 €/an).

Les coûts d'exploitation annuels comprennent les coûts de maintenance (2 000 €), la consommation supplémentaire d'électricité (environ 3 kWh par tonne de lisier traité) et les coûts de l'acide sulfurique. Les estimations des fournisseurs concernant les coûts annuels totaux vont de 1 à 2 euros par tonne de lisier traité.

Un détail des coûts de fonctionnement est indiqué dans le tableau 2 (Henning Lyngsø et al., 2011) :

Tableau 2 : détail des coûts de fonctionnement d'une installation d'acidification des lisiers avec une capacité de traitement de 10 000m³/ an.

Postes de dépenses	€/m ³
Consommation d'énergie	0.17
Consommation d'acide	0.72
Prestations de maintenance	0.29
Total	1.18

Applicabilité

L'application de cette technique est surtout réalisée au Danemark (plus de 100 exploitations) et en Espagne une vingtaine) (TFRN, 2014 et *Henning Lyngsø et al.*, 2011)

Les systèmes d'acidification des lisiers dans les réservoirs de stockage et au cours de l'épandage sont des technologies relativement nouvelles.

L'approvisionnement en acide, son stockage et son utilisation sont des limites certaines à cette pratique en France (sécurité des conditions de travail). L'acide sulfurique est un acide fort qui peut provoquer des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. Une attention particulière doit être apportée au stockage de l'acide sur l'installation. Ce dernier doit se faire dans des récipients en acier inoxydable ou en acier au carbone (INRS, 2014) ou en plastique. Il est souhaitable d'avoir à proximité des douches de sécurité et des fontaines oculaires en cas de contact de l'acide avec la peau et/ou les yeux (INRS, 2014).

En Europe du Nord, l'approvisionnement des sites d'élevage équipés de laveurs acides est réalisé par des intervenants extérieurs, spécialisés dans la manipulation des substances dangereuses et travaillant dans le respect de la protection des travailleurs (Règlement CE 1907/2006).



Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Elevages (MTD 16 – Réduction des émissions d’ammoniac au stockage de lisiers ; 21- Réduction des émissions d’ammoniac à l’épandage et 30- Réduction des émissions d’ammoniac en bâtiment d’élevage porcin, Santonia et al., 2017).

Par ailleurs, la réduction de l’ammoniac au bâtiment améliore la qualité de l’air et ainsi le bien-être animal, l’environnement et les conditions de travail.

État des lieux de l’application de cette technique

Cette technique n’est quasiment pas utilisée en France et pour chaque filière de production à cause des risques de manutention d’acides forts.

Pour en savoir plus

- *Eurich-Menden, B., Döhler, H., Weghe, H. van den, 2011. Ammonia emission factors within the agricultural emission inventory - Part 2: Poultry and fattening pigs. Landtechnik, 2011 Vol.66 No.1 pp.60-63.*
- *Henning Lyngsø, F., Flotats, X., Bonmati Blasi, A., Palatsi J., Magri A., and Martin Schelde K., 2011. Inventory of manure processing activities in Europe. Technical Report No. 1 concerning “Manure Processing Activities in Europe” to the European Commission, Directorate-General Environment. 138pp.*
http://agro-technology-atlas.eu/docs/21010_technical_report_1_inventory.pdf
- *TFRN, Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen, 2014.*
http://www.clrtap-tfrn.org/sites/clrtap-tfrn.org/files/documents/AGD_final_file.pdf
- *Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485*
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf



Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porcs) ; elise.lorinquer@idele.fr; (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d’élevage. Fiche PVBXX : Acidification des lisiers. 5 pages.





Ionisation des particules

Objectif et principe

L'objectif des systèmes d'ionisation est d'épurer l'ambiance des bâtiments d'élevages de leur pollution particulaire.

Les systèmes d'ionisation sont disposés pour créer un champ électrostatique (émissions d'une grande quantité d'ions) sur les parois intérieures des bâtiments. Les ions ainsi générés entreront en collision avec les particules pour les dépolariser ou leur conférer des charges électriques positives et négatives. Dans ces conditions, les particules agissent comme des aimants et se « collent » les unes aux autres, quelle que soit la surface qu'elles touchent en premier (mur, plafond, etc...).

Mise en place

Les composantes d'une unité d'ionisation sont présentées dans la Figure 1.

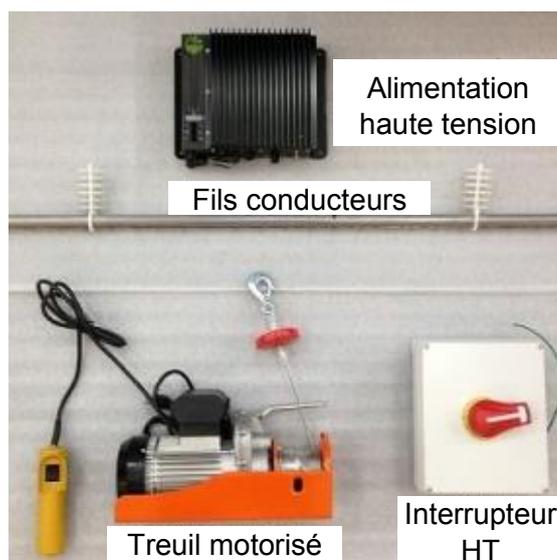


Figure 1 : Exemples de composantes d'un système d'ionisation (Source : www.epiair.com)

La principale composante est une unité d'alimentation haute tension qui convertit le courant alternatif en courant continu à -30 kW et d'un ampérage faible (inférieur à 2 mA, pour une installation sécurisée) mais quand même supérieure à 1.3 mA. Le courant ainsi transformé est répartie à travers un réseau de conduites en acier inoxydable suspendu au plafond et équipé de fils conducteurs et d'électrode de décharge (ou générateurs d'ions), comme illustré en Figure 2. Le passage d'un courant haute tension sur les fils crée un champ électrique entre les fils, le plafond et toute autre surface mise à la terre (par exemple une plaque collectrice mise à la terre). Au moins 0,45 m d'électrodes de décharge sont placés par m² au sol. La hauteur minimale des électrodes de décharge est de 2,5 m au-dessus du sol. La distance minimale par rapport aux surfaces reliées à la terre est de 0,2 m. Le toit et les équipements du boîtier doivent être mis à la terre pour éviter toute accumulation de tension électrostatique. Les émetteurs ne peuvent pas être installés sous des ventilateurs ou des canaux de ventilation. Des mesures de sécurité adéquates doivent être appliquées. L'installation doit être conforme aux normes professionnelles les plus strictes et vérifiée

par un expert avant de se connecter à une source d'alimentation. Un contrôle hebdomadaire est recommandé pour maintenir un bon fonctionnement.

Le treuil et l'interrupteur sont utilisés pour mettre en arrêt/sécurité l'installation.

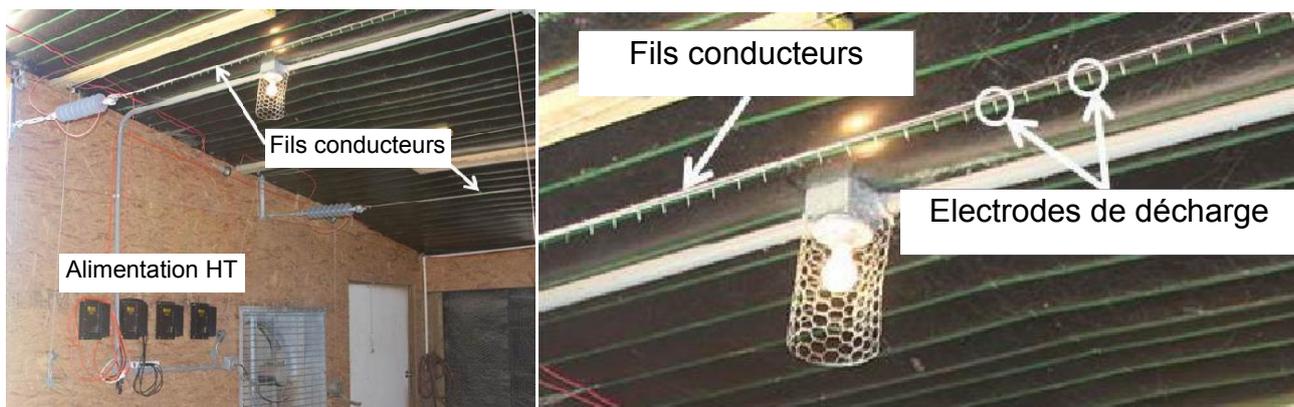


Figure 2 : Exemple d'installation d'ionisation (Jerez et al., 2013)

La poussière fine déposée (exemple Figure 3) est éliminée après chaque cycle de culture par un nettoyage normal.

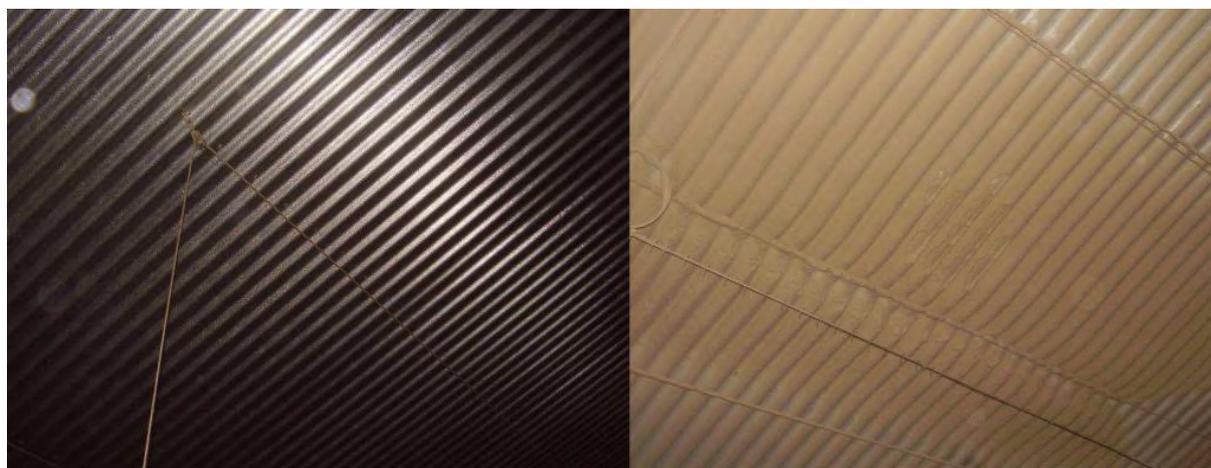


Figure 3 : Récupération de poussière grâce à l'ionisation d'un toit en élevage avicole (source : BREF 2017)

Cette technique peut être aussi bien utilisée en élevage porcin qu'avicole où les bâtiments présentent un niveau de confinement et d'humidité élevés, contribuant à de faibles charges en ion négatif.

Cette technique est beaucoup moins présente en élevage bovin où le niveau de confinement des bâtiments est moindre.

Bénéfices environnementaux

- **Particules** : La concentration de poussière à l'intérieur et les émissions de poussière sont réduites. Les émissions de PM10 et 2.5 sont respectivement réduites de 36% et 10% en élevage de poulets de chair (Cambra-Lopez et al., 2009).
- **Odeurs** : Les particules fines sont un vecteur de dispersion des mauvaises odeurs (Das et al., 2008). Ainsi l'abattement de cette pollution permet également de réduire la dispersion des odeurs.
- **Autre** : Calbra-Lopez et al. (2009) ont montré que l'ionisation ne permettait pas ou peu de réduire la concentration d'odeur et la concentration en ammoniac.



Effets croisés

Une utilisation accrue d'énergie est nécessaire pour alimenter l'unité haute tension. Il faut veiller à ce que le modèle d'ioniseur ne libère pas de quantités importantes d'ozone.

L'application de la technologie d'ionisation est efficace pour réduire les agents pathogènes chez les porcs, tels que le virus de la grippe A (IAV), le syndrome de reproduction et respiratoire (PRRSV), la diarrhée épidémique porcine virus (PEDV) et *Staphylococcus aureus* (Alonso et al., 2016), ainsi que la réduction de microflore pathogène dans les bâtiments avicoles (Banhazi et al., 2018).

En élevage porcin, l'amélioration des conditions sanitaires a permis d'observer des progrès zootechniques avec une meilleure croissance et une réduction de la mortalité chez les porcs au sevrage. Ce lien est moins évident dans l'élevage de poulets de chair et reste à clarifier (Cambra-Lopez et al., 2010). Seul Patil et al., 2014 ont observé un effet bénéfique de l'ionisation dans la deuxième période d'incubation sur l'éclosion des poulets.

Coûts

Les coûts d'investissement pour l'acquisition du matériel nécessaire (source de rayonnements ionisants et 200 m de fil avec émetteurs), permettant de traiter une surface d'environ 450 à 600 m² dans une porcherie d'engraissement, s'élèvent à environ 2 000 €. Les coûts d'exploitation, y compris l'augmentation de la consommation d'énergie, s'élevaient à environ 8 € par animal (BREF, 2017).

Pour les poulets de chair, dans le cas d'une ferme néerlandaise comptant 90 000 places, les coûts d'investissement supplémentaires par place d'animal s'élèvent à 0,65 €, tandis que les coûts d'exploitation annuels sont de 0,01 € par place d'animal. Après amortissement (7 ans) des coûts d'investissement liés à la technologie, le coût supplémentaire annuel total est estimé à environ 0,1 € / emplacement (Vermeij 2011).

Applicabilité

La technique peut parfois ne pas être applicable aux élevages porcins ou aux poulaillers existants pour des raisons techniques et/ou économiques

Facteurs incitatifs

La plus faible concentration de particule en ambiance d'élevage, mais aussi de travail, est bénéfique aux conditions sanitaires et de bien-être animal.

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage. Elle est référencée pour la réduction des émissions de poussières (MTD 11.b.3 – Traitement de l'air au sein du bâtiment d'élevage tel que : 1. Brumisation ; 2. Dispersion d'huile ; 3. Ionisation - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).

État des lieux de l'application de cette technique

La technique est utilisée dans deux fermes néerlandaises pour la production de poulets de chair, où des mesures supplémentaires sont effectuées pour valider la réduction effective des émissions de poussières.

Cette technique est très peu répandue en Europe



Pour en savoir plus

- Alonso C., Raynor P.C., Davies P.R., Morrison R.B., Torremorell M. (2016). Evaluation of an electrostatic particle ionization technology for decreasing airborne pathogens in pigs. *Aerobiologia*, 32: 405–419.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4996881/>
- Banhazi T., Aland A., Hartung J. (2018). Editors. *Air quality and livestock farming*. CRC Press, 372 pp.
<https://www.crcpress.com/Air-Quality-and-Livestock-Farming/Banhazi-Aland-Hartung/p/book/9781138027039>
- Cambra Lopez, M., Winkel, A., & van Harn, J. (2009). Ionization for reducing particulate matter emissions from poultry houses. *Transactions of the ASAE*, 52(5), 1757–1771.
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwig5YnC1vvlAhUx8uAKHYp0DxAQFjAEegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Friunet.upv.es%2Fbitstream%2Fhandle%2F10251%2F8501%2FtesisUPV3346.pdf&usq=AOvVaw0P1C5cyx3gYIONXwB1iWNH>
- Das, K. C., Kastner J.R., and Hassan S.M., 2004. Potential of particulate matter as a pathway for odor dispersion. ASAE Paper No. 044125. St. Joseph, Mich.: ASAE
- Jerez S.B., Faulkner W., Casey, K. D.; Borhan, M S.; and Smith, R. A., "Evaluation of Electrostatic Particle Ionization and Biocurtain™ Technologies to Reduce Air Pollutants from Broiler Houses" (2013). Faculty Publications Paper
http://scholarworks.sfasu.edu/environmentalsci_facultypubs/1
- Herbut E., Sosnowka-Czajka E., Skomorucha I., Air ionization in livestock buildings – a review. *Ann. Anim. Sci.*, Vol. 18, No. 4 (2018) 899–905
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwigpIWlqvvAhW3AmMBHU0RAbAQFjAAegQIBBAC&url=https%3A%2F%2Fcontent.sciend o.com%2Fdownloadpdf%2Fjournals%2Faoas%2F18%2F4%2Farticle-p899.pdf&usq=AOvVaw1JmT9h2G4ahMRWN6wvw7ZE>
- Patil V.N., Patil B.P., Shimpi N.G. (2014). Effect of negative ionization on egg incubation and burn patient. *Wulfenia*, 21: 125–142.
https://www.researchgate.net/profile/B_P_Patil2/publication/272814263_Effect_of_Negative_Ionization_on_Egg_Incubation_and_Burn_Patient/links/568892f208ae19758398fef0/E ffect-of-Negative-Ionization-on-Egg-Incubation-and-Burn-Patient.pdf
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- Vermeij, Costs available measures to reduce fine dust, 2011.

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porc) ; elise.lorinquer@idele.fr; (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)

Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche ionisations des particules. 4 pages.

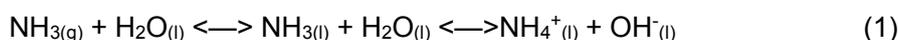




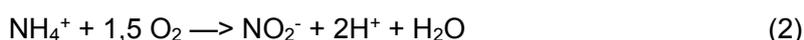
Lavage d'air (eau/acide)

Objectif et principe

Le lavage d'air permet de réduire les émissions d'ammoniac, d'odeurs et de particules des bâtiments d'élevage. Son principe de fonctionnement s'appuie sur différents processus : chimiques, physiques et biologiques (dans le cas des laveurs à l'eau). La capacité de certains composants à se solubiliser dans l'eau ou à être détruits par la population microbienne présente dans le maillage du laveur (cas des laveurs à l'eau) permet aux laveurs d'agir sur la composition de l'air à traiter. Ainsi, pour les composés solubles dans l'eau comme l'ammoniac, le lavage permet de passer ces composés de la forme gazeuse dans l'air vers la forme liquide dans les eaux de lavage (Équation 1).

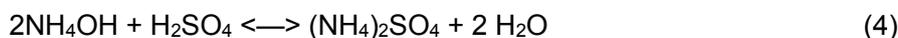


L'ammoniac des eaux de lavage est ensuite lentement oxydé en nitrite (NO₂⁻ - Équation 2) puis en nitrate (NO₃⁻ - Équation 3) par des bactéries (Nitrosomas, Nitrobacter, Nitrospira) qui sont présentes dans les eaux de lavage et dans le biofilm présent à la surface du maillage.



Pour les particules, l'absorption d'eau augmente leurs poids et favorise ainsi leurs sédimentations dans les eaux de lavage du laveur. La structure alvéolaire du maillage permet aussi de piéger un certain nombre de particules qui sont retenues dans le biofilm. Quant aux composés odorants – dont la majorité n'est pas soluble dans l'eau – la population microbienne développée au sein du maillage dans le cas des laveurs à l'eau permet de les dégrader.

Les laveurs à l'eau sont souvent qualifiés de laveurs biologiques ou de biolaveurs en opposition aux laveurs acide. Ces derniers utilisent des eaux de lavage à pH faible favorisant la réduction des émissions d'ammoniac. L'acide sulfurique (H₂SO₄) est l'acide le plus couramment utilisé dans les laveurs acide. Son utilisation dans les eaux de lavage favorise le déplacement de l'équilibre vers la production d'ions NH₄⁺ (Équation 1) qui combiné avec l'acide sulfurique, conduit à la production de sulfate d'ammonium (Équation 4).



Mise en place

Le lavage d'air est, dans la majorité des cas, installé dans des ateliers où l'extraction d'air est centralisée. Ainsi, l'air extrait des différentes salles concernées est dirigé vers l'unité de lavage souvent située en bout de bâtiment, voire au milieu, en fonction de la configuration des lieux.

Les laveurs peuvent être configurés de deux manières : on parle de laveurs horizontaux ou verticaux (Figure 1). Pour les laveurs verticaux, l'air à traiter (1) traverse à contre-courant un maillage en polypropylène (3) qui est lui-même humidifié par des buses situées au-dessus (2). L'air traverse ensuite un séparateur de gouttelettes – encore appelé dévésiculateur (5).

Les données ECOALIM (Wilfart *et al.*, 2016) fournissent des valeurs d'impacts environnementaux pour les matières premières qui entrent dans la composition des aliments composés distribués dans les élevages. Ces données d'impact sont calculées selon la méthodologie de l'analyse du

cycle de vie (méthode normalisée d'évaluation globale et multicritère des impacts

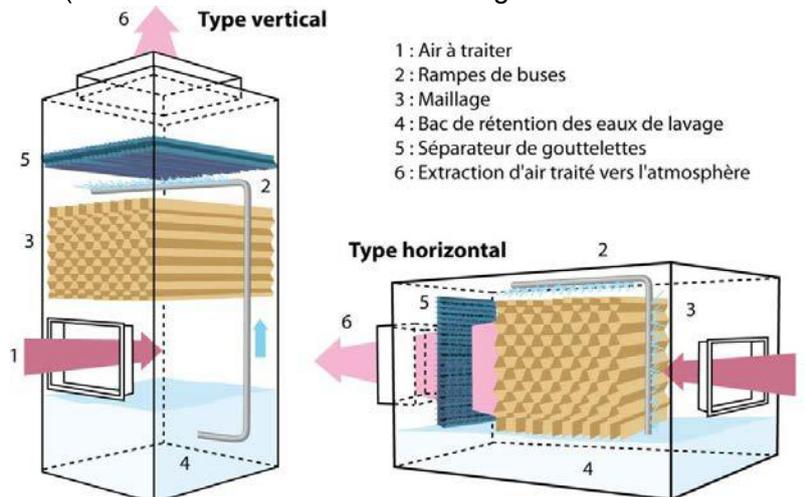


Figure 1 : Laveurs de type vertical ou horizontal (source : IFIP Institut du Porc)

Les eaux de lavage sont collectées dans un bac de rétention (4) souvent appelé « piscine ». Une pompe à niveau constant avec flotteur est installée dans la piscine, permettant ainsi le rajout d'eau propre et le recyclage des eaux de lavage pour l'arrosage du maillage. Une deuxième pompe est située en fond de la piscine pour permettre l'évacuation des eaux de lavage en fonction des objectifs d'efficacité voulue par l'exploitant.

Pour les laveurs horizontaux, certains modèles sont équipés d'une rampe de buses supplémentaires permettant de pré-humidifier l'air à traiter avant qu'il ne traverse le maillage (3).

Au contact de l'eau, l'air se décharge de manière plus ou moins importante d'un certain nombre de composés qui sont alors solubilisés ou sédimentés dans les eaux dites de lavage, collectées dans la piscine. Le lavage favorise la sédimentation des particules présentes dans l'air des porcheries, dans la piscine mais aussi dans le maillage. Ce sont les micro-organismes présents sur et dans les particules qui vontensemencer le maillage du laveur et développer ainsi son activité biologique de dégradation des composés non solubles.

Le maillage en polypropylène est de structure alvéolaire permettant d'optimiser le contact entre l'air à traiter, l'eau et la population microbienne présente dans le biofilm installé dans le maillage (Photo 1). Le maillage se présente souvent sous forme de briques ou de pavés dont l'épaisseur varie entre 30 et 45 cm. Une épaisseur de 45 cm est très couramment observée dans les laveurs à l'eau.

La surface du maillage d'un laveur à l'eau est calculée à partir du rapport du débit maximal d'air à traiter sur la vitesse maximale de l'air traversant le maillage. Il est recommandé de ne pas dépasser 1 m.s^{-1} comme valeur de la vitesse maximale de l'air traversant le maillage pour maintenir un temps de séjour suffisant de l'air à traiter dans le maillage (favorise le contact de l'air à traiter avec la population microbienne du maillage). Ainsi, pour un débit maximal de $85 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ et par porc charcutier, la surface de maillage d'un bâtiment abritant 1 000 porcs charcutiers sera d'un peu moins de 24 m^2 .

La surface spécifique de contact du maillage est exprimée en m^2 par m^3 de maillage. En France, la majorité des laveurs est équipé de maillage avec une surface spécifique entre 100 et $130 \text{ m}^2.\text{m}^{-3}$. L'augmentation de la surface spécifique du maillage peut être une voie d'amélioration de l'efficacité du lavage.

Le temps de séjour de l'air dans le maillage doit être le plus faible possible pour favoriser le contact de l'air à traiter avec l'eau et la population microbienne du maillage. Le temps de séjour, exprimé en secondes, est calculé du rapport entre l'épaisseur du maillage (en m) et la vitesse de traversée de l'air (en m.s^{-1}). Ainsi, pour une épaisseur de maillage de 0,45 m et une vitesse de 1 m.s^{-1} , le temps de séjour de l'air dans le maillage est de 0,45 secondes.



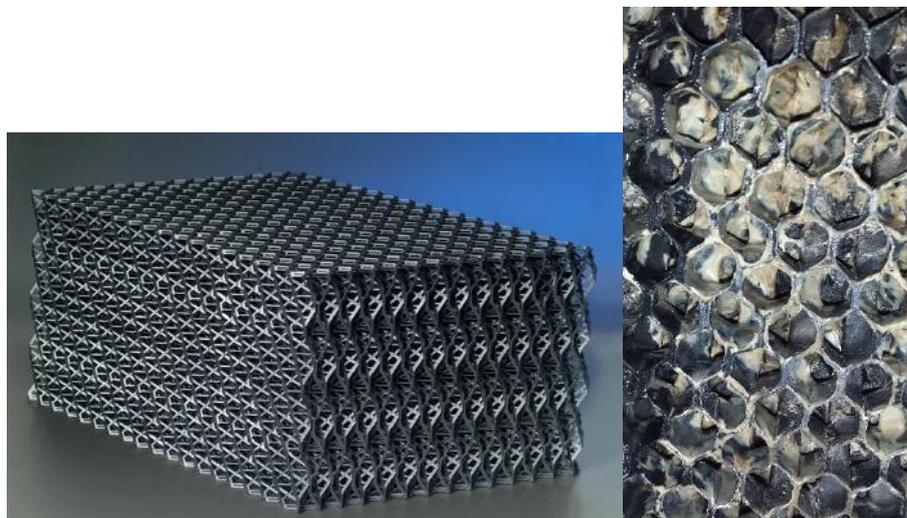


Photo 1 : Bloc de maillage neuf (à gauche) et encrassé dans un laveur en fonctionnement (à droite – crédit photo : IFIP Institut du Porc)

Le débit d'arrosage du maillage peut être assez variable en fonction de la configuration du laveur et du type de buses employées. Sur le terrain, trois types de buses sont rencontrées (Tableau 1).

Tableau 1 : Buses d'arrosage du maillage (source : Lagadec *et al.*, 2015)

Type de cône	Angle de pulvérisation (en degrés)	Débit d'arrosage (m ³ /h/buse)
Plein	120	4 – 10
		0,34 – 2,15
Creux	90	0,75 – 3,35

En moyenne, sur le terrain, le débit d'arrosage est d'environ 1,4 m³ par heure et par m² de maillage (Lagadec *et al.*, 2015). L'arrosage en continu du maillage sur toute sa surface est essentiel au développement et au maintien de la population microbienne et donc, de son activité. Il est recommandé d'installer une buse d'arrosage par mètre carré de surface de maillage. Un contrôle régulier du bon fonctionnement des buses et de l'absence de colmatage est nécessaire. On veillera pour cela à prévoir un accès aisé aux buses au moment de la conception du laveur.

La capacité de stockage de la piscine est très variable sur le terrain : entre 3 et 18 litres par place (Lagadec *et al.*, 2015 a et b). En moyenne, on peut considérer qu'il est nécessaire d'avoir environ 1m³ de stockage pour 100 places. La surface de la piscine est conditionnée par la surface du maillage. La profondeur de la piscine sera donc le paramètre de variation à ajuster pour le stockage des eaux de lavage.

On parle souvent de lavage biologique pour les laveurs à l'eau du fait du développement dans le maillage de cette population microbienne en opposition avec les laveurs acide. Pour les laveurs à l'acide, une sonde de mesure du pH des eaux de lavage ainsi que le circuit d'acheminement et le stockage de l'acide viennent compléter la configuration des laveurs à l'eau.

Le pH des eaux de lavage varie entre 6,5 et 7,5 dans le cas des laveurs à l'eau. A l'inverse, dans le cas des laveurs acide, le pH peut varier entre 1,5 et 5 (KTBL, 2008). La consommation d'acide – acide sulfurique de manière quasi exclusive – est de de l'ordre de 3 kg d'acide par kg d'ammoniac entrant dans le laveur (KTBL, 2008). Si on considère la fourchette haute d'émission en NH₃ donnée par les NEA-MTD du BREF 2017 (cf. fiche PVB21 - le BREF Élevage), à savoir 3,6 kg de NH₃ par place de porc charcutier et par an, la consommation en acide sulfurique est alors de 10,8 kg par place et par an.

La fréquence de renouvellement des eaux de lavage fait actuellement l'objet de travaux d'études en France. Cette fréquence est conditionnée par le maintien de l'efficacité du lavage à un seuil déterminé par l'exploitant et la consommation en eau du laveur. **La dissolution de l'ammoniac**



dans les eaux de lavage conduit à la production d'azote ammoniacal (Équation 1) qu'il est possible de suivre par la mesure de la conductivité électrique des eaux (Équation 5 -Dumont *et al.*, 2019).

$$\Sigma ([\text{NH}_4^+] + [\text{NO}_2^-] + [\text{NO}_3^-]) \text{gN/L} = 0,23 \text{ ECmS/cm (précision } \pm 20\%) \quad (5)$$

Des données d'Europe du Nord font référence à une valeur maximale de 20 mScm⁻¹ de conductivité électrique comme seuil à prendre en considération pour le renouvellement partiel ou total des eaux de lavage (Van Der Heyden *et al.*, 2015).

Dans le cas de laveur acide, on veillera au bon fonctionnement des différents équipements gérant la distribution de l'acide (calibrage fréquent de la sonde pH, étanchéité des circuits de distribution et de stockage de l'acide).

En élevage de volailles, des niveaux élevés de poussières peuvent être rencontrés dans l'air vicié. Un prétraitement par filtration (type filtre à poussière) s'avère nécessaire pour garantir le maintien des performances de lavage. La perte de charge induite par ce nouvel équipement va augmenter la consommation énergétique du système. Cependant, le filtre peut-être facilement activé/désactivé pour accompagner les stades physiologiques des productions de volailles et les niveaux d'émission de poussière associés. En général, les émissions ne sont significatives qu'au bout de 15 à 20 jours du cycle de production et ce n'est qu'à ce moment-là que le nettoyage de l'air vicié devient justifiable.

Le retraitement de l'acide sulfurique utilisé est également à considérer. Après piégeage, l'effluent évacué contient du sulfate d'ammonium qui peut être utilisé comme engrais, en tenant compte de la nécessité éventuelle de corriger l'acidité de l'effluent (par exemple par le chaulage). Si l'acide est renvoyé vers un système de traitement biologique, il convient de le faire par petites quantités. Selon les acides utilisés, des boues seront produites et devront également être éliminées.

Bénéfices environnementaux

- **Ammoniac** : De par son action sur la solubilisation de l'ammoniac dans les eaux de lavage et par l'action biologique de la population du maillage, le lavage d'air permet de réduire les émissions d'ammoniac des bâtiments abritant des porcs. L'abattement peut atteindre 85% de l'ammoniac entrant. Il existe cependant de grandes variations dans les résultats d'efficacité de cette technique. Les recommandations de respect de la vitesse d'air traversant le maillage sont essentielles pour assurer un niveau minimal d'efficacité.
- **Particules** : le lavage de l'air permet de sédimenter les particules dans la piscine et dans le maillage. L'abattement varie entre 70 et 90% des particules présentes dans l'air extrait des bâtiments en élevage porcins. En revanche, pour des élevages de volailles, le taux d'abattement des particules serait limité à 30-35%.
- **Odeurs** : De par son action sur les particules – qui sont des éponges à composés odorants - et par l'action de la population bactérienne du maillage, le lavage d'air à l'eau permet de réduire les odeurs émises par les bâtiments abritant des porcs (toutes catégories animales confondues). L'efficacité du lavage sur les odeurs varie entre 40 et 70% pour les laveurs à l'eau. Pour les laveurs à l'acide, l'efficacité sur les odeurs est souvent donnée aux alentours de 30% (Van Der Heyden *et al.*, 2015). Une odeur supplémentaire provenant de l'acide sulfurique peut d'ailleurs être perçue dans l'environnement du laveur.

Effets croisés

Le lavage d'air consomme de l'eau. La consommation en eau d'un laveur d'air à l'eau, sans dévésiculeur, peut être de 1,5 à 1,8 litres par porc et par jour. Cette consommation peut quasiment être divisée par deux par la mise en œuvre d'un dévésiculeur (0,6 à 0,8 litres par porc et par jour – Lagadec *et al.*, 2015). Le dévésiculeur permet de casser les gouttelettes pour limiter la perte en eau vers l'extérieur ; l'eau retombant par gravité dans le maillage. Pour limiter cet impact, toutes les sources d'eau pour alimenter le laveur sont envisageables (eaux de pluie,



lagune....). Il faut cependant s'assurer que l'eau alimentant le laveur soit faiblement chargée en particules pour limiter les problèmes de colmatage au niveau des buses d'arrosage.

La concentration en azote ammoniacal des eaux de lavage – résultant de l'abattement en ammoniac de l'air à traiter – conditionne l'efficacité du lavage d'air sur l'ammoniac. Il est donc conseiller de renouveler les eaux de lavage en vue de maintenir voire d'augmenter l'efficacité du laveur. L'augmentation du renouvellement des eaux de lavage est un facteur aggravant de la consommation en eau de cette technique.

Le fonctionnement du lavage d'air induit une consommation électrique qui est évaluée entre 12 et 16 kWh par animal en fonction du système (débit de ventilation maximum de 85 m³/place). La mise en œuvre d'un laveur d'air génère une perte de charge au niveau du circuit de ventilation qu'il faudra intégrer dans le choix des ventilateurs et qui peuvent générer une augmentation de la consommation électrique. Les prétraitements par filtration en élevage avicole peuvent entraîner des consommations énergétiques encore plus importantes.

Avec du lavage à l'eau, il est généralement admis que la production de N₂O correspond à moins de 5 % de la quantité d'ammoniac à l'entrée du laveur (Melse et al., 2014).

Coûts

En filière porcine, sur la base d'une installation de 160 000 m³/h d'air à traiter (soit 2 000 places d'engraissement avec un débit maximal par porc de 80 m³/h), le coût d'investissement du laveur varie, selon les fournisseurs et les configurations, entre 0,05 et 0,15 € par m³ d'air à traiter (incluant le gros œuvre et la pose du matériel). À cet investissement, il faut ajouter le coût de fonctionnement des laveurs qui est d'environ 2 € par place d'engraissement (consommation électrique : 1 € par place de charcutier sur une base de 0.08 €/kWh et consommation eau : 1 € par place de charcutier sur une base de 4 €/m³ – moyenne nationale). Le coût de maintenance et d'entretien du laveur (nettoyage, remplacement des buses, entretien des pompes...) ne sont pas intégrés dans ce coût de fonctionnement.

En production avicole, peu d'élevages disposent de laveurs d'air rendant difficile un retour sur les aspects économiques. Les coûts supplémentaires liés à la mise en œuvre des laveurs d'air à eau, estimés aux Pays-Bas pour le logement des volailles, sont reportés dans le tableau suivant (BREF, 2017) :

Tableau 2 : Coûts supplémentaires d'investissement et de fonctionnement d'unité de laveurs d'air.

Espèces	Capacité élevage (emplacement)	Investissement supplémentaire (€/emplacement/an)	Coûts de fonctionnement supplémentaires (€/emplacement/an)	Coûts supplémentaires totaux (€/animaux produit)
Poulettes	50 000	0.32	0.66	0.25
Pondeuses (volière)	40 000	0.41	0.86	0.98
Poulets	90 000	0.46	0.46	0.134
Dindes	20 000	3.15	6.34	2.19
Canards	40 000	0.68	1.38	0.21

Vermeij, 2011

En France, l'application de tels coûts à l'investissement et au fonctionnement induit un impact économique difficilement supportable.

La mise en place d'un système de lavage d'air est d'environ 88€/m² de bâtiment (ADEME, 2019), soit 35% du coût moyen d'un nouveau bâtiment avicole qui est de l'ordre de 250€ du m².

Concernant les coûts de fonctionnement, la réduction de marge brute serait, en poulet, de 10,12€/m²/an avec un coût de 0.46 €/emplacement/an et sur une base d'emplacement de 22



animaux par m². Cela représente une amputation d'environ 30% de la marge brute, estimée à 34.78 €/m²/an (Chambre d'agriculture, 2017).

Applicabilité

La mise en œuvre du lavage d'air est préférable sur des bâtiments avec centralisation de l'extraction d'air. Des unités individuelles de lavage (installables salle par salle) sont envisageables.

Ce prérequis limite l'application de cette technique dans les filières bovines françaises où les systèmes d'élevage sont principalement en ventilation naturelle. De même, ces techniques sont très peu appliquées en filière avicole française, car incompatibles avec les bâtiments statiques. Ces derniers représentent une part non négligeable du parc bâtiment : dans le Grand Ouest, ils constituent 39% du parc en Poulet export, 17 % en Poulet Label. Ces également pour cette raison que ces techniques sont peu utilisées en filière bovine où les bâtiments statiques sont très présents. Pour les bâtiments avicoles en ventilation dynamique, les contraintes techniques et économiques limitent le développement de cette technique.

Pour les laveurs à l'acide, l'approvisionnement en acide, son stockage et son utilisation sont des limites certaines au développement de ce type de laveur en France (sécurité des conditions de travail). L'acide sulfurique est un acide fort qui peut provoquer des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. Une attention particulière doit être apportée au stockage de l'acide sur l'installation. Le stockage de l'acide sulfurique se fait dans des récipients en acier inoxydable ou en acier au carbone (INRS, 2014) ou en plastique. Il est souhaitable d'avoir à proximité des douches de sécurité et des fontaines oculaires en cas de contact de l'acide avec la peau et/ou les yeux (INRS, 2014).

En Europe du Nord, l'approvisionnement des sites d'élevage équipés de laveurs acides est réalisé par des intervenants extérieurs, spécialisés dans la manipulation des substances dangereuses et travaillant dans le respect de la protection des travailleurs (Règlement CE 1907/2006).

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage :

- Pour la réduction des émissions d'ammoniac (MTD 30c – Système d'épuration d'air tel que : 1. laveur d'air à l'acide ; 2. système d'épuration d'air à deux ou trois étages ; 3. biolaveur - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).
- Pour la réduction des émissions de particules (MTD 11c – Traitement de l'air évacué au moyen d'un système d'épuration d'air tel que : 3. Laveur d'air à eau ; 4. Laveur d'air à l'acide ; 5. Biolaveur - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).
- Pour la réduction des émissions d'odeurs (MTD 13d - Système d'épuration d'air tel que : 1. biolaveur ; 2. biofiltre ; 3. système d'épuration d'air à deux ou trois étages - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).

Le lavage d'air est soumis à une MTD supplémentaire relatif à sa mise en œuvre et à son bon fonctionnement (MTD 28 - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).

- Le lavage d'air concerné doit avoir fait l'objet de mesures permettant de vérifier ses performances par la mesure d'ammoniac, d'odeurs et/ou de poussières dans les conditions normales d'exploitation (MTD 28a). Des résultats de mesures établis sur un laveur de même configuration et dans des conditions similaires d'exploitations pourront être utilisés pour répondre à l'exigence de cette partie de la MTD 28.
- Le fonctionnement en continu du laveur doit pouvoir être vérifié (MTD 28b) par le relevé en continu de certains paramètres d'exploitation¹.

¹ Au moment de la rédaction de cette fiche, les discussions sont en cours sur les paramètres de suivi du bon fonctionnement des laveurs



En Europe du Nord, l'efficacité des laveurs d'air est évaluée par des tests officiels avant leur mise sur le marché. Ces tests portent principalement sur le volet ammoniac. En France, aucune procédure de ce type n'existe. Pour le suivi du fonctionnement en continu du laveur, l'enregistrement des consommations d'eau, d'électricité, voire d'acide (dans le cas exclusif des laveurs acide), est mis en œuvre dans certains pays d'Europe du Nord en plus du suivi de la conductivité des eaux de lavage.

La mise en place d'un laveur d'air permet aux éleveurs de bénéficier d'un abattement de 30% sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>). Uniquement pour les élevages appartenant à la rubrique 3660 (cf. fiche PVB21 – le BREF Élevage). Un taux d'abattement spécifique peut être appliqué si l'installation apporte la preuve d'une efficacité supérieure à 30%.

État des lieux de l'application de cette technique

Cette technique se développe en France du fait des contraintes imposées par le BREF Elevage sur les émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments. Le développement de cette technique en France a surtout été conditionné par l'aptitude du lavage d'air à réduire les odeurs émises des bâtiments abritant des porcs. En France, environ 3% des bâtiments possédaient une installation de lavage d'air (avec extraction centralisée) et 2% étaient équipés d'un lavage d'air individuel (Enquête bâtiment porcins, 2008). Aucun laveur d'air à l'acide ne serait à ce jour implanté en France et une seule unité à plusieurs étages (laveur à l'eau, laveur acide et biofiltre) a été recensée. Ce développement est faible relativement à celui observé dans les pays d'Europe du Nord. A titre d'exemple, aux Pays-Bas, environ 5 000 laveurs seraient opérationnels (toutes productions animales confondues) avec 60% de laveurs acide et 40% de biolaveurs (De Vries et Melse, 2017).

Concernant les filières avicoles et bovines, cette technique est peu répandue à cause de contraintes technico-économiques.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019, *Rapport d'étude « Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air »*. 116 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- ADEME, 2019. *Fiche n°7 : Pour réduire les émissions d'ammoniac et de particules – Réguler l'ambiance du bâtiment : laveur d'air et brumisateurs. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air*. 116 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Big Dutchman, 2013, *MagixX & StuffNix : Des laveurs d'air qui réduisent efficacement les émissions olfactives des poulaillers*. 6 p
<https://reporterre.net/IMG/pdf/elevage-de-poules-pondeuses-engraissement-de-volailles-traitement-de-air-evacue-magixx-stuffnix-big-dutchman-fr.pdf>
- Chambre d'Agriculture du Grand-Ouest, 2017, *Résultats de l'enquête avicole*.
<http://www.bretagne.synagri.com/synagri/qualite-de-l-air-en-elevage-avicole>
- Chambre d'agriculture pays de la Loire, 2015, *Améliorer la qualité de l'air en élevage de volailles*, 8 pages.
<http://www.bretagne.synagri.com/synagri/qualite-de-l-air-en-elevage-avicole>
- Commission économique pour l'Europe, 2014, *Document d'orientation pour la prévention et la réduction des émissions d'ammoniac provenant des sources agricoles*, 110 pages.
https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_FRE.pdf
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou*



- de porcs. *Journal officiel de l'Union européenne* du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>
- De Vries J.W., Melse R.W., 2017. Comparing environmental impact of air scrubbers for ammonia abatement at pig houses : a life cycle assesment. *Biosystems engineering* 161 : 53-61
 - Dumont E., Lagadec S., Guingand N., Loyon L., Amrane A., Couvert A., 2019. Lavage d'air en porcheries : suivi de l'azote et contrôle du fonctionnement par mesure de la conductivité. *Colloque Agriculture et qualité de l'air*, 21 et 22 mars, Inra Paris
 - INRS, 2014. Acide sulfurique. Fiche toxicologique n°30. 10 pp.
http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_30
 - KTBL, 2008. Exhaust Air Treatment systems for animal housing facilities – Techniques – performances – costs. KTBL publication 464. 86 pp
 - Lagadec S., Bellec F., Masson L., Dappelo C., Landrain P., Guingand N., 2015a. Enquête sur 31 laveurs d'air en porcherie en Bretagne, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement de l'ammoniac. 47^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France : 177-182
<http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2015/enviro/05E.pdf>
 - Lagadec S., Landrain P., Bellec F., Masson L., Dappelo C., Guingand N., 2015b, Enquête sur 31 laveurs d'air, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement d'ammoniac. Rapport 7pages.
[http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24920/\\$File/Lavage%20d'air%202015.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24920/$File/Lavage%20d'air%202015.pdf?OpenElement)
 - Melse R.W. and Mosquera J., 2014. Nitrous oxide (N₂O) emissions from biotrickling filters used for ammonia removal at livestock facilities. *Water Science and Technology*. 69.5 : 994- 1003
 - Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
 - Van Der Heyden C., Demeyer P., Volcke E.I.P., 2015. Mitigation emissions from pig and poultry housing facilities through air scrubbers and biofilters : state-of-the-art and perspectives. *Biosystems Engineering* 134 : 74-93

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porc) ; elise.lorinquer@idele.fr; (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)



Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Lavage d'air (eau/acide). 8 pages.





Guide des Bonnes Pratiques Environnementales d'Élevage



Financé par le Casdar et Inaporc

 <small>Liberté • Égalité • Fraternité</small> RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	AVEC LA CONTRIBUTION FINANCIÈRE DU COMPTE D'AFFECTATION SPÉCIALE DÉVELOPPEMENT AGRICOLE ET RURAL
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION	

INAPORC
LES PROFESSIONNELS DE LA FILIÈRE PORCINE FRANÇAISE