

# Caudectomie et caudophagie

---

La caudophagie chez les porcs est un problème caractéristique de l'élevage moderne qui peut survenir à n'importe quelle étape du cycle de production. Elle aboutit à des blessures de la queue de divers degrés de gravité (voir Hunter et coll., 1999), y compris enflures et infections, qui peuvent se propager le long de la colonne vertébrale et provoquer abcès pulmonaires et pyohémie (un type de septicémie à l'origine de nombreux abcès dans les organes) (voir Schroder-Pedersen et Simonsen, 2001, pour des informations plus détaillées). La caudophagie est donc un problème grave de bien-être. Afin de réduire le risque de caudophagie dans les systèmes modernes d'élevage porcin, les producteurs sectionnent la queue des porcs, à l'aide de pinces coupantes ou de pinces cautérisantes chauffées au gaz. La caudectomie n'élimine cependant pas les risques de caudophagie, et c'est une procédure qui provoque des douleurs temporaires aiguës, et peut conduire une gêne chronique sur le long terme.

Au cours de la procédure de caudectomie, les porcelets émettent davantage de cris (et de façon plus aiguë) et de grognements, et ont plus tendance à essayer de s'échapper que les porcelets qui ne sont pas soumis à cette procédure ou qui sont maintenus immobiles et soumis à une prise de sang (Marchant-Forde et coll., 2009). Noonan et al (1994) ont observé qu'après avoir subi une caudectomie, les porcelets se sont mis à remuer le moignon, à le coincer entre leurs membres postérieurs et à vocaliser, et d'après Sutherland et al (2008), à se frotter l'arrière-train sur le sol. Ces comportements ainsi qu'une montée de cortisol, qui peuvent prendre respectivement 45 à 90 minutes avant de revenir à un niveau normal (Sutherland et coll., 2008) traduisent une douleur temporaire aiguë associée à la procédure. La structure nerveuse et la formation de neurinomes indiquent la présence d'effets à long terme associés à la procédure. Les nerfs périphériques examinés jusqu'à leurs terminaisons chez des porcelets d'un jour et chez des porcs d'engraissement présentaient une structure nerveuse indiquant une sensibilité sur l'ensemble de la queue (Simonson et coll., 1991). Les queues sectionnées présentaient une distribution inégale des nerfs périphériques avec certaines modifications régressives, et dans certains cas, des neurinomes traumatiques (Simonsen et coll., 1991) indiquant une sensibilité à la douleur et une gêne chronique dues à la caudectomie.

Du fait de la douleur et de la gêne chronique associées à cette pratique, la caudectomie routinière n'est pas autorisée par la législation européenne. Pourtant, plus de 90 % des porcs d'Europe sont encore soumis à la caudectomie (ESFA, 2007).

## L'incidence de la caudophagie

À ce jour, les études analysant l'incidence de la caudophagie n'ont adopté aucune approche normalisée ; la plupart des auteurs utilisent une définition qui inclut des lésions plutôt que des manipulations de la queue, et les résultats sont rapportés en référence à un animal, à un enclos ou à une exploitation sur des données recueillies à l'exploitation ou à l'abattoir.

Dans leur revue de la littérature, Taylor et coll. (2010) ont rapporté des taux de prévalence (sur 100 cochons inspectés, X avaient eu la queue sectionnée) au niveau de l'animal allant de 1,3 à 7,2 %, avec une exception finlandaise à 34,6 %. Dans une étude portant sur près de 63 000 queues de porcs dans six abattoirs britanniques, Hunter et al (1999) ont découvert en moyenne 3,1 % de porcs à la queue sectionnée et 9,2 % à la queue entière (non sectionnée ou à l'extrémité sectionnée) mettant en évidence un phénomène de caudophagie. La probabilité de morsure sur une queue non sectionnée était 2,73 fois plus élevée que sur une queue sectionnée. La caudophagie se retrouve également dans les systèmes en plein air. La prévalence de groupe moyenne à l'abattage de queues mordues sur cinq exploitations en plein air allait de 14,1 à 20,1 %. La probabilité de morsure d'une cochette était 2,9 fois plus élevée que celle de morsure d'une femelle pubère (Walker et Bilkei, 2006).

Pour l'industrie, les coûts associés à la caudophagie incluent un gain de poids moindre, des frais vétérinaires et des abattages sur l'exploitation, la condamnation de tout ou partie d'une carcasse à l'abattoir. Ils ont été estimés à 3,5 millions de livres en 1999 au Royaume-Uni (Moinard et coll., 2003) et à plus de 8 millions d'euros en 2011 aux Pays-Bas (Zonderland et coll., 2011).

## Facteurs de risque

Plusieurs études ont analysé les facteurs de risques associés à l'incidence de la caudophagie. Combiner les éléments suivants a permis de réduire la probabilité de morsure des porcs à la queue non sectionnée : une provision légère de paille quotidienne (enrichissement), de l'utilisation de l'aération naturelle ou la ventilation naturelle automatiquement contrôlée (atmosphère et environnement), l'alimentation ponctuelle ou liquide et l'utilisation de mangeoires doubles ou à plusieurs espaces (mise à disposition de nourriture et de boissons), et la mixité (Hunter et coll., 2001). La probabilité de caudophagie dans les systèmes dénués de paille est apparue plus élevée, pour les porcs à la queue non sectionnée comme pour ceux à la queue sectionnée. Des expériences précoces avec mise à disposition de paille autour de la mangeoire ont permis de réduire les risques de caudophagie, alors que l'hébergement des porcs dans des systèmes avec caillebotis partiel ou intégral à des densités de 110 kg/m<sup>2</sup> ou plus a permis d'observer une augmentation des risques (Moinard et coll., 2003), une mortalité pré-sevrage et une incidence des maladies respiratoires élevées (santé). Un projet de grande envergure mené par l'université de Bristol et financé par RSPCA et BPEX a utilisé les connaissances actuelles sur la caudophagie pour développer un outil de conseil en élevage (Husbandry Advisory Tool, HAT) destiné aux producteurs et pouvant être utilisé pour anticiper et empêcher les épisodes de caudophagie. Les risques associés à la caudophagie ont été identifiés à partir de la littérature scientifique et des avis d'experts, et le HAT (un questionnaire détaillé et document d'observation) a été développé afin d'identifier les risques au niveau de l'exploitation et de l'enclos. Il permet d'assigner un score de risque à chaque exploitation, et de fournir des conseils spécifiques à chaque situation, plutôt que des conseils génériques sur les facteurs de risques. Le HAT tient compte des problèmes liés à l'atmosphère, l'environnement, la santé, le transport et la mixité, l'alimentation et l'eau, la densité d'hébergement et les indicateurs de comportement des porcs. Les scores de risques obtenus se sont avérés extrêmement révélateurs pour prédire les incidences de caudophagie, ce qui laisse à penser que le HAT pourrait être un outil de conseil et de gestion utile. La version pilote du HAT est disponible sous forme de tableur et en ligne (<http://www.vetschool.bris.ac.uk/webhat/>). Les facteurs associés au risque le plus élevé de caudophagie étaient les suivants : retrait de la paille chez les cochons en ayant fait l'expérience, antécédents de caudophagie au sein du groupe, incidence des maladies (en particulier l'iléite, les maladies respiratoires et les SDPM), des doses inadéquates de sels et acides aminés dans le régime alimentaire, température dans les zones de couchage hors des limites de confort thermiquement neutre pour les porcs, hauts niveaux d'ammoniac et présence de courants d'air, et espace insuffisant réservé à l'alimentation.

## Motivation à l'origine de la caudophagie

Le fouissement est un comportement exploratoire essentiel chez les porcs. S'ils n'ont pas la possibilité de pratiquer des activités de fouille, les porcs se tourneront vers l'équipement et les autres porcs de l'enclos (Studnitz et coll., 2007). Taylor et coll. (2010) suggèrent qu'il existe plusieurs types de caudophagies (« en deux étapes », « soudaine et acharnée », et « obsessionnelle »), chacune répondant à des motivations différentes. L'étude de la caudophagie en analysant l'identité et les motivations des porcs qui mordent en est encore à ses débuts, mais pourrait apporter un nouvel éclairage sur ce comportement. En attendant, nous devons envisager de minimiser le risque de caudophagie en tenant compte des facteurs évoqués plus haut. L'enrichissement et l'espace font l'objet de discussions détaillées ci-après.

## Enrichissement de l'environnement

La recherche dans le domaine de l'enrichissement a été centrée sur les raisons pour lesquelles l'enrichissement est important, et sur les activités correspondant aux besoins d'exploration des porcs, comme les recherches systématiques par Van de Weerd et al. (2003). Pour être efficace, un enrichissement doit permettre de réduire l'incidence de comportements anormaux et favoriser les comportements propres à l'espèce (comme l'exploration, les activités fourragères, les jeux et l'interaction sociale positive) qui caractérisent un comportement normal de l'animal (Van de Weerd et Day, 2009). Un grand nombre d'études indique que la mise à disposition de paille stimule le comportement d'exploration et diminue les occurrences au cours desquelles un porc se retourne contre les autres porcs (revue de Studnitz et coll., 2007). Le comportement exploratoire observé augmente avec la quantité de paille à disposition. Une litière de paille est le seul moyen efficace de réduire le risque de caudophagie chez les porcs, mais cette option n'est pas toujours possible ou compatible avec les systèmes commerciaux actuels. Des solutions alternatives doivent être envisagées.

Plusieurs matériaux d'enrichissement ont été classés grâce à un modèle informatique (RICHPIG) qui s'appuie sur la littérature scientifique analysant les matériaux d'enrichissement destinés aux porcs (Bracke, 2008). Les matériaux ont été classés de 1 (médiocre) à 10 (excellent) en fonction de la valeur qu'ils représentent pour les porcs. Une corrélation élevée a été observée entre les scores et l'avis des experts ; le score 5 a été défini comme seuil en deçà duquel le dispositif ne présente que peu de valeur pour les porcs. Enrichissements < 5 : enclos de référence (nu 0,7 à 1 m<sup>2</sup>/porc) (score 1,46) ; chaîne métallique (2,24), balle en plastique (2,32), croix en tuyau en caoutchouc (3,04), poutre en pin (4,25) et terre (4,71). Enrichissements > 5 : balle à nourriture (5,20), compost de champignons (6,53), dispositif de distribution de paille (6,54), mise à disposition de paille deux fois par jour (7,08), betteraves fourragères (7,09), paille longue et branches (8,34), et paille et betteraves (8,54).

Il est généralement reconnu (Studnitz et coll., 2007) que les enrichissements doivent être :

- complexes, modifiables et hygiéniques (les porcs ne cherchent pas des objets sales à même le sol ; les objets suspendus sont plus appropriés)
- destructibles (modérément sinon ils seront rapidement détruits ; il convient également de prendre garde aux dangers présentés par les matériaux en plastique ingérés par les porcs ou pénétrant dans le système d'évacuation ou de récupération du lisier)
- manipulables (encourageant la mastication, le foussement et l'exploration, activités que les porcs pratiquent d'instinct)
- comestibles (c.-à-d. non toxiques, et dotés si possible d'une certaine valeur nutritive et de remplissage de l'estomac)
- si possible contenir des éléments comestibles disséminés

Ils doivent également être pratiques à utiliser. Consultez la brochure suivante pour de plus amples renseignements :

[http://www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm\\_docs/2011/p/providing\\_enrichment\\_for\\_pigs\\_july\\_2011.pdf](http://www.ciwf.org.uk/includes/documents/cm_docs/2011/p/providing_enrichment_for_pigs_july_2011.pdf)

Les jouets et autres dispositifs non destructibles (chaines etc.) se sont généralement révélés inappropriés (Spooler et coll., 2009) et présentaient une valeur de nouveauté éphémère, même s'ils étaient alternés d'une semaine à l'autre (Trickett et coll., 2009).

Le Tableau 1 indique dans quelle mesure certains enrichissements sont efficaces pour occuper les porcs. Les jouets, Bite Rite™, et des distributeurs de nourriture ou de liquide occupent les porcs pendant moins de 2 % du temps, et les porcs ont ensuite eu plus tendance à manipuler les équipements de l'enclos que les porcs ayant bénéficié d'une litière de paille, laquelle les a occupés pendant 11,6 % (Van de Weerd et coll., 2006) et 21,6 % du temps (Scott et coll., 2007). L'ensilage de maïs et la paille coupée se sont avérés efficaces pour occuper les porcs dans des systèmes sur caillebotis partiel, mais une manipulation accrue des autres porcs et de l'équipement de l'enclos avant la distribution quotidienne de matériaux a suggéré que les quantités fournies étaient insuffisantes pour limiter la manipulation aux matériaux (380 g d'ensilage/porc/jour ou 90 g de paille coupée/porc/jour, soit 3,8 litres de matériaux/porc/jour) (Jensen et coll., 2010). Les cordes destructibles ont permis d'occuper les porcs pendant un peu plus de 10 % du temps (O'Connell 2010, et Trickett et coll., 2009).

Auparavant, Jensen et al (2005) avaient montré que les porcs préféraient la tourbe et les branches à la paille longue ou coupée, et que l'ordre de préférence des matériaux de foussement plus complexes et mixtes était le suivant : ensilage de maïs avec paille, copeaux d'épinette, compost, corde en sisal, et du foin plutôt que de la paille coupée (Jensen et Pedersen 2007).

**Tableau 1 Proportion de temps pendant laquelle les porcs sont occupés à manipuler différents matériaux d'enrichissement**

Substrat	Enrichissement (%)	Autres porcs (%)	Équipement (%)	Référence (%)
Litière de paille	21,6	5,1	3,2	Scott et coll., 2007
Jouets (n=4)	1,4	6,2	11,1	
Ensilage de maïs	22,8	2,2	3,3	Jensen et coll.,
Paille coupée	18,5	4,5	2,9	2010

Corde et sciure	11,2 (R) 2,8 (S)			O'Connell, 2010
Litière de paille*	11,6	0,6	0,8	Van de Weerd et coll., 2006
Distributeur de paille	3,8	0,6	7,2	
Distributeur de nourriture	1,5	0,8	6,9	
Distributeur de liquide	0,5	0,7	6,9	
Bite Rite	1,2	0,6	7,2	
Litière de paille	17,6	6,2	4,6	Scott et coll., 2006
Sur caillebotis intégral	-	7,8	11,3	

\* dans des enclos convertis sur caillebotis intégral

Les résultats du Tableau 1 suggèrent que les porcs doivent être occupés par des matériaux d'enrichissement à leur disposition pendant au moins 20 % du temps afin de réduire l'incidence de la caudophagie ; ils sont alignés sur la revue de Van de Weerd et al (2009). L'incidence de la caudophagie était élevée avec les matériaux d'enrichissement alternatifs à la litière de paille, survenant dans 100 % des enclos avec distributeurs de liquide, et 83 % des enclos avec dispositifs Bite Rite™, 50 % des enclos avec distributeurs de paille et 33 % des enclos avec distributeurs nourriture (Van de Weerd et coll., 2006). Les systèmes avec litière de paille se sont avérés les plus efficaces pour réduire la caudophagie, avec 11,7 % de porcs à la queue mordue soustraits aux systèmes sur caillebotis intégral, contre 1,4 % des systèmes sur litière de paille (Scott et coll., 2006). Les systèmes sur litière de paille présentaient également moins d'occurrences de boiterie (3,9 % contre 7,4 %).

La litière de paille présente d'autres avantages. Elle offre un confort physique et thermique et remplit l'estomac lorsqu'elle est ingérée. Les porcs élevés sur la paille sont en outre moins craintifs (Van de Weerd et Day, 2009) ; ils présentent moins d'ulcères gastriques et de blessures, et une fonction cognitive améliorée (capacité à l'apprentissage). Il convient de prendre toutes les mesures nécessaires pour concevoir des systèmes qui intègrent des matériaux manipulables en quantité suffisante, et de préférence une litière de paille (ou matériau similaire) combinée avec une autre forme de matériau comme des copeaux de bois, de la tourbe ou des plantes sarclées.

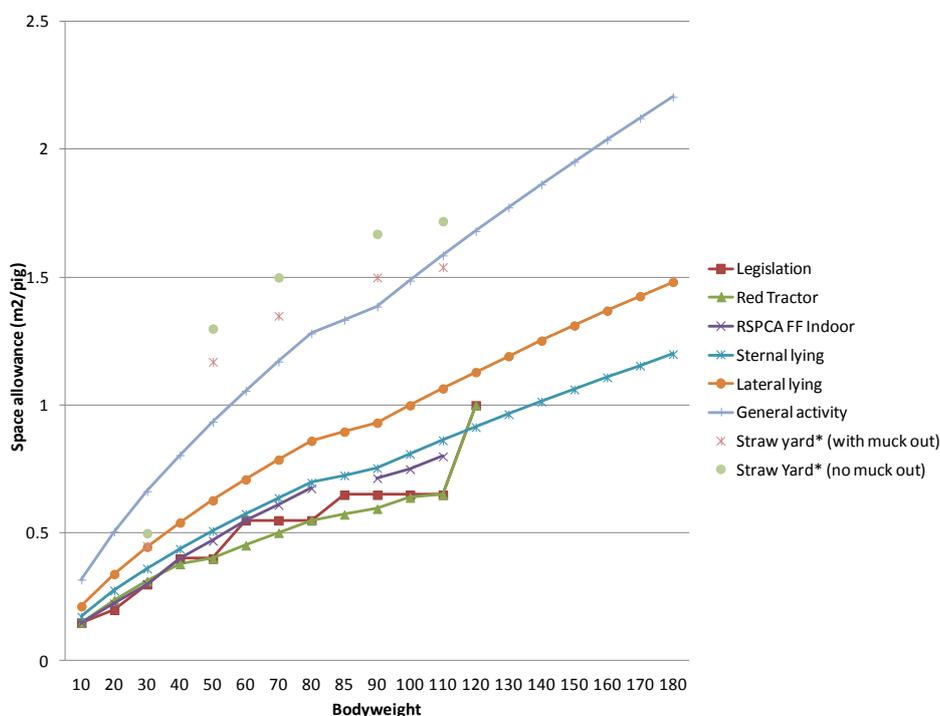
En outre, un pourcentage moindre de lésions des membres (1,1 % contre 23,8 %) et une absence d'ulcères oesophago-gastriques (contre 17,5 %) ont été enregistrés chez les porcs logés dans des bâtiments avec litière de sciure, et ce par rapport aux systèmes sur caillebotis partiel sans litière (Ramis et coll., 2005). Sous les climats chauds, une litière épaisse avec copeaux de bois ou résidus d'écorce de riz a conduit les porcs à passer plus de temps debout ou couchés sur la litière plutôt que sur les plateformes d'alimentation en béton (indiquant que la hausse de température n'était pas désagréable), et à se livrer davantage à des activités de jeux et manipulation de substrat, et à moins se retourner contre les autres porcs.

## Espace à disposition

Un espace insuffisant est un facteur de risque élevé reconnu pour favoriser la caudophagie. Le HAT recommande de réduire la densité d'hébergement si elle atteint ou atteindra 100 kg/m<sup>2</sup>, soit 1 m<sup>2</sup> pour un porc de 100 kg. Ceci équivaut à l'espace requis pour que les porcs se couchent latéralement selon l'équation allométrique  $A=0.0457W^{0.67}$  (Petherick, 1983), où A correspond à l'espace en m<sup>2</sup> par animal, W au poids vif en kilogrammes, et 0,0457 à une constante ou 'k'. La valeur k pour le couchage latéral est très similaire à la valeur calculée permettant aux animaux de passer de la position debout à la position couchée (Petherick, 2007). Il existe peu d'éléments sur la valeur k correspondant à plusieurs comportements actifs, mais elle est estimée à 0,0608 dans les systèmes où les activités générales sont plus courantes que dans les systèmes clos conventionnels. La figure 1 ci-dessous illustre les exigences d'espace pour les porcs de divers poids destinés à la filière viande, au vu de la législation et de plusieurs régimes d'assurance, soit trois estimations de la valeur k : 0,037 (couchage en position sternale), 0,0457 (couchage en position latérale), et 0,608 (activités générales), et pour les porcs hébergés dans des cours avec paille. La législation et Red Tractor ne répondent pas aux besoins d'espace des porcs de divers poids pour le couchage en position sternale. RSPCA Freedom Food (en

bâtiment) suit les exigences relatives à ce type de couchage, et aucun régime d'élevage en intérieur ne répond aux besoins d'espace correspondant au couchage en position latérale. Les exigences d'espace pour les porcs dans des cours avec maille selon le régime RSPCA Freedom Food s'alignent sur celles qui caractérisent les activités générales.

**Figure 1. Exigences d'espace pour les porcs de poids différents, conformément à la législation, aux certifications nationales (r-U) et équations allométriques.**



\* Norme RSPCA Freedom Food.

La législation et Red Tractor recommandent  $0,65 \text{ m}^2$  pour un porc de  $100 \text{ kg}$ , et RSPCA Freedom Foods (en bâtiment) recommande  $0,75 \text{ m}^2$ . Le porc doit cependant disposer de  $0,81 \text{ m}^2$  pour se coucher en position sternale,  $1 \text{ m}^2$  pour se coucher en position latérale, et  $1,5 \text{ m}^2$  pour ses activités en général. L'ESFA (2012) recommande une valeur  $k$  de  $0,037$  (couchage en position sternale) pour les porcs pesant  $100 \text{ kg}$  ou moins, et de  $0,0457$  (couchage en position latérale) pour les porcs de  $110 \text{ kg}$  ou plus, conformément aux recommandations précédentes pour les porcs lourds (Rossi et coll., 2007).

L'espace dont disposent les porcs affecte leur couchage et leurs activités d'exploration. Dans une méta-analyse de 22 études, alors que l'espace disponible augmentait, le temps que passaient les porcs couchés sur les sols de caillebotis dans des environnements nus ne dépassait pas une valeur  $k$  de  $0,039$ , alors que sur des sols pleins (avec différents matériaux de litière) il ne dépassait pas une valeur  $k$  de  $0,072$  (Averos et coll., 2010a). Dans une méta-analyse de plus grande envergure portant sur 45 études, Averos et al (2010) ont observé que, en l'absence de litière, le temps passé par les porcs à explorer les autres éléments de l'enclos diminuait alors que l'espace augmentait, tandis que la durée totale d'exploration n'augmentait avec l'espace que lorsqu'une litière était fournie. Jensen et coll. (2010) ont également montré que les porcs disposant de plus d'espace ( $1 \text{ m}^2$ ) manipulaient plus la paille que lorsqu'ils disposaient d'un espace réduit ( $0,64 \text{ m}^2$ ). Il convient de mettre à disposition des porcs un espace suffisant afin de maximiser l'utilisation des matériaux d'enrichissement, de permettre un repos complet, et réduire les risques de caudophagie.

## Prévoir et agir face à la caudophagie

Chez les porcs, la manifestation d'un intérêt inoffensif pour la queue à un jeune âge n'a pas été associée à la caudophagie à un âge plus avancé ; cependant, un intérêt nocif et un comportement agité se sont avérés des

indicateurs d'épisodes de caudophagie imminents. La position de la queue était également indicative de blessures à la queue 2 à 3 jours après observation. Les porcs avec la queue entre les pattes présentaient le plus haut risque de blessure à la queue, en particulier lorsque leur queue était observée dans cette position à deux reprises consécutives (Zonderland et coll., 2009).

Les éleveurs ne remarquent généralement pas la caudophagie avant l'occurrence d'un épisode. La plupart des éleveurs ont soustrait les porcs mordus (67 %) et ajouté de nouveaux objets (51 %) ; 16 % ont ajouté de la paille, et un nombre négligeable d'éleveurs ont réduit la densité d'hébergement (Hunter et coll., 2001). Zonderland et coll. (2008) ont recommandé de « soustraire le porc identifié comme mordeur » et « mettre de la paille deux fois par jour », mais ces recommandations n'ont pas permis d'éliminer complètement la caudophagie, tandis que l'application de goudron de Stockholm et d'huile de Dippel (Bracke, 2009) a permis de réduire la mastication de cordes, et représente donc une solution potentielle.

## Résumé

Le bien-être des porcs bénéficiera grandement de systèmes permettant d'opérer une politique « zéro caudectomie - zéro caudophagie ». La conception du système est essentielle, et les facteurs de risques associés à l'incidence de caudophagie doivent être considérablement minimisés. Il convient de fournir un espace et des matériaux d'enrichissement suffisants, et de prévoir un plan d'urgence en cas d'incidence de caudophagie. L'espace à disposition doit être de 1 m<sup>2</sup>/porc de 100 kg lorsqu'une litière fine est fournie, et >1,5 m<sup>2</sup>/porc lorsqu'une litière épaisse est fournie. La litière de paille, probablement combinée à d'autres matériaux d'enrichissement destructibles et comestibles (comme les écorces et les tubercules) est la plus efficace pour réduire l'incidence de caudophagie. Les matériaux d'enrichissement doivent permettre de véritables activités d'investigation et de manipulation, et il convient de minimiser toute concurrence entre les porcs pour y accéder. Les matériaux doivent être changés fréquemment pour assurer le caractère nouveau et la propreté.

## Références

- Averos, X., Brossard, L., Dourmad, J.Y., de Greef, K.H., Edge, H.L., Edwards, S.A., and Meunier-Salaun, M.C. (2010) Quantitative assessment of the effects of space allowance, group size, and floor characteristics on the lying behaviour of growing-finishing pigs. *Animal* 4(5): 777-773.
- Averos, X., Brossard, L., Dourmad, J.Y., de Greef, K.H., Edge, H.L., Edwards, S.A., and Meunier-Salaun, M.C. (2010) A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 127: 73-85
- Bracke, M.B.M (2008) RICHPIG: a semantic model to assess enrichment materials for pigs. *Animal Welfare* 17: 289-304
- Bracke, MBM. (2009) Rope test may indicate efficacy of tail-biting treatments in growing pigs. *Animal Welfare* 18: 263-266
- ESFA (2007) Scientific Report on the risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. *EFSA Journal* (2007) 611, 1-13
- ESFA (2012) Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare in pigs1: EFSA Panel on Animal Health and Welfare. *EFSA Journal*;10(1):2512. Available at: <http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/2512.pdf>
- Hotzel, M.J., and Lopes, E.J.C, de Oliveira, P.A.V., and Guidoni, A.L. (2009) Behaviour and performance of pigs finished on deep bedding with wood shavings or rice husks in summer. *Animal Welfare* 18: 65-71
- Hunter, E.J., Jones, T.A., Guise, H.J., Penny, R.H.C., Hoste, S. (1999) Tail biting in pigs 1: the prevalence at six UK abattoirs and the relationship of tail biting with docking, sex, and other carcass damage. *The Pig Journal* 43: 18-32
- Hunter, E.J., Jones, T.A., Guise, H.J., Penny, R.H.C., Hoste, S. (2001) The relationship between tail biting in pigs, docking procedure and other management practices. *The Veterinary Journal* 161: 72-79
- Jensen, M.B., Holm, L., Jensen, M.B., and Jorfensen, E. (2005) The strength of pigs' preferences for different rooting materials measured using concurrent schedules of reinforcement. *Applied Animal Behaviour Science* 94(1): 31-48

- Jensen, M.B., and Pedersen, L.J. (2007) The value assigned to six different rooting materials by growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 108:31-44.
- Jensen, M.B., Studnitz, M., and Pedersen, L.J. (2010) The effect of type of rooting material and space allowance on exploration and abnormal behaviour in growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 123: 87-92.
- Ramis, G., Gomez, S., Pallares, F.J., and Munoz, A. (2005) Comparison of the severity of esophagogastric, lung, and limb lesions at slaughter in pigs reared under standard and enriched conditions. *Animal Welfare* 14: 27-34.
- Rossi, R., Costa, A., Guarino, M, Laicini, F., Pastorelli, G., and Corino, C. (2008) Effect of group size-floor space allowance and floor type on growth performance and carcass characteristics of heavy pigs. *Journal of Swine Health and Production* 16(6): 304-311.
- Schroder-Pedersen, D.L., and Simonsen, H.B. (2001) Tail biting in pigs. *The Veterinary Journal* 162: 196-210.
- Scott, K., Chennells, D.J., Campbell, F.M., Hunt, B., Armstrong, D., Taylor, L., Gill, B.P. and Edwards, S.A. (2006). The welfare of finishing pigs in two contrasting housing systems: fully-slatted versus straw-bedded accommodation. *Livestock Science*, 103: 104-115
- Scott, K., Taylor, L., Gill, B.P., Edwards, S.A. (2007) Influence of different types of environmental enrichment on the behaviour of finishing pigs in two different housing systems: 2 Ratio of pigs to enrichment. *Applied Animal Behaviour Science* 105: 51-58 Available at: <http://www.prairieswine.com/pdf/36181.pdf>
- Simonsen, H.B., Klinken, L., and Bindseil, E. (1991) Histopathology of intact and docked pigtails. *British Veterinary Journal* 147: 407-411.
- Spoolder, H., Bracke, M., Mueller-Graf, C., Edwards, S.A. (2011) Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of pigs. Report 2: Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of weaned, growing and fattening pigs including aspects related to space allowances, floor types, tail biting and need for tail docking. European Food Safety Technical Report. Accepted for publication 05 July 2011
- Statham, P., Green, L., Bichard, M., Mendl, M. (2009) Predicting tail-biting from behaviour of pigs prior to outbreaks. *Applied Animal Behaviour Science* 121: 157-164
- Studnitz, M., Jensen, M.B., Pedersen, L.J. (2007) Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science* 107: 183-197
- Taylor, N.R., Main, D.C.J., Mendl, M., Edwards, S.A (2010) Tail biting: a new perspective. *The Veterinary Journal* 186: 137-147
- Van de Weerd, H.A., Docking, C.M., Day, J., Avery, P.J., and Edwards, S.A. (2003) A systematic approach toward developing environmental enrichment for pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 84: 101-118.
- Van de Weerd, H.A., Docking, C.M., Day, J.E.L., Breuer, K., and Edwards, S.A. (2006) Effects of species-relevant environmental enrichment on the behaviour and productivity of finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 99: 230-247. Available at: <http://www.prairieswine.com/pdf/36173.pdf>
- Van de Weerd, H.A., and Day, J.E.L. (2009) A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. *Applied Animal Behaviour Science* 116: 1-20
- Walker, P.K., Bilkei G. (2006) Tail-biting in outdoor pig production *The Veterinary Journal* 171 (2): 367-369
- Zonderland, J.J., Wolthuis-Fillerup, M., van Reenan, C.G., Bracke, M.B.M Kemp, B., den Hartung, L.A., Spoolder, H.A.M. (2008) Prevention and treatment of tail biting in weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 110: 269-281 Available at: <http://www.prairieswine.com/pdf/36192.pdf>
- Zonderland, J.J., van Riel, J.W., Bracke, M.B.M., Kemp, B., den Hartog, L.A., Spoolder, H.A.M (2009) Tail posture predicts tail damage among weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science*. 121: 165-170
- Zonderland, J.J., Bosma, B., and Hoste R. (2011) Report on the financial consequences of tail damage due to tail biting among pigs in conventional pig farms in the Netherlands (Abstract). *Livestock Research Wageningen UR report* 543. ISSN 1570-8616.