

Comparaison expérimentale de deux conduites d'élevage de porcs en croissance

Bénédicte LEBRET (1), Sébastien COUVREUR (1), Marie-Christine MEUNIER-SALAÜN (1), Nadine GUINGAND (2), Paul ROBIN (3), Mélynda HASSOUNA (1,3) Roland CARIOLET (4), et Jean-Yves DOURMAD (1)

(1) INRA, UMR Veau et Porc, 35590 Saint-Gilles

(2) ITP, Pôle Techniques d'Élevage, 35651 Le Rheu

(3) INRA, UMR Sol Agronomie Spatialisation, 65 rue de Saint-Brieuc, 35044 Rennes

(4) AFSSA, Zoopole, 22440 Ploufragan

Comparaison expérimentale de deux conduites d'élevage de porcs en croissance

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence d'une conduite d'élevage alternative pour porcs en croissance-finition (élevage sur litière avec accès libre à l'extérieur, 2,4 m²/porc) (L) comparativement au mode d'élevage conventionnel sur caillebotis (0,65 m²/porc) considéré comme témoin (C), sur l'impact environnemental, le bien-être et la santé des animaux, les performances de croissance et les qualités des carcasses et des viandes. Trois répétitions ont été réalisées (printemps, été, hiver), impliquant chacune 2 groupes de 10 porcs (mâles castrés et femelles) par conduite d'élevage, soit un total de 120 porcs.

En élevage, le comportement d'investigation des porcs L est plus marqué que celui des porcs C, et orienté essentiellement vers la litière. Dans nos conditions expérimentales, les porcs L semblent moins sensibles aux pathologies des voies respiratoires supérieures. La volatilisation de l'ammoniac est peu influencée par le mode de logement, par contre on note une réduction très marquée de la production d'odeurs dans le système litière-courette. La vitesse de croissance des porcs L est supérieure à celle des porcs C (+ 10 %) en relation avec une consommation alimentaire plus importante des premiers, résultant en un poids à l'abattage plus élevé (+ 7 kg). Les porcs L présentent des carcasses plus grasses et une TVM inférieure (-2,0 points) comparativement aux C. La conduite d'élevage L n'influence pas le pH₁ mais réduit le pH_u des muscles *Biceps femoris* et *Semimembranosus*, et accroît les pertes en eau du *Longissimus*. La teneur en lipides intramusculaires est augmentée chez les animaux L. Des analyses sensorielles et tests consommateurs restent à entreprendre pour évaluer l'effet de la conduite d'élevage sur les qualités sensorielles et l'acceptabilité des produits.

Experimental evaluation of two husbandry methods for growing-finishing pigs

The aim of this study was to evaluate the influence of an alternative husbandry method for growing-finishing pigs on animal welfare, growth performance, carcass and meat quality traits, and its environmental impact. Sawdust-shave bedding with free access to an outdoor area (2,4 m²/pig) (O) was compared with a conventional system (totally slatted floor, 0,65 m²/pig) considered as control (C). The experiment was repeated three times in spring, summer and winter, each replicate involving 2 groups of 10 pigs (castrated males and females) in each system, for a total of 120 pigs.

During rearing, O pigs spent twice more time on exploration activities (specially towards the bedding) than C pigs. Sensitivity to pathologies of the respiratory tract was lower for the O than C pigs. The volatilization of ammonia was not influenced by the husbandry method, but the L system led to a high decrease in the level of offensive odours. Growth rate was higher for O than C pigs (+ 10%) due to their higher feed intake, resulting in a higher body weight at slaughter for the formers (+ 7 kg). O pigs exhibited higher mean back fat depth and lower lean meat content (- 2,0 points) than C pigs. The O system did not influence pH₁, but led to a lower pH_u in the *Biceps femoris* and *Semimembranosus* muscles and to higher drip losses in the *Longissimus*, but also higher intramuscular fat content. Sensory analyses and consumer tests remain to be performed to evaluate the influence of husbandry methods on eating quality and product acceptability.

INTRODUCTION

L'impact négatif de la production porcine sur l'environnement conduit à un rejet par une majorité de la population du mode de production dominant dans les zones de forte densité porcine, mais aussi dans les régions où cette production est actuellement peu représentée et où elle pourrait se développer. Un des principaux défis qui se posent à la filière est donc proposer des systèmes de production plus acceptables par les citoyens en termes de conséquences sur l'environnement, d'impact sur le bien-être des animaux et les qualités sensorielles des produits, ainsi qu'au niveau économique.

Ainsi, dans le cadre du programme Porcherie Verte, nous avons développé des travaux visant à comparer les effets de deux conduites d'élevage contrastées pour la production de porcs charcutiers, sur différentes dimensions de la production : économique (coûts de production), environnementale, bien-être et santé des animaux, qualités technologiques et sensorielles et acceptabilité par les consommateurs des produits qui en sont issus. Comparativement à un mode d'élevage conventionnel (caillebotis, 0,65 m²/porc, température contrôlée) nous avons considéré un élevage « alternatif » sur litière (1,3 m²/porc) avec accès à une aire extérieure (1,1 m²/porc).

Ce texte présente des résultats obtenus dans le premier volet de l'étude, à savoir l'impact environnemental, les performances de croissance, le bien-être (comportement) et la santé des animaux pendant la phase d'élevage, et les critères de qualités des carcasses et des viandes.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Animaux et conduite d'élevage

Cent vingt porcs (mâles castrés et femelles) issus d'un croisement lignée synthétique x (Large White x Landrace), indemnes des allèles de sensibilité à l'halothane (*n*) et RN⁺, ont été utilisés dans l'expérience. Au poids moyen de 35 kg, les animaux étaient affectés intra-portée à l'un des deux groupes suivants : élevage conventionnel (**C**) considéré comme témoin (caillebotis total, 0,65 m²/porc, température ambiante maintenue à 22°C), ou élevage alternatif sur litière de sciure (30 cm) de bois (**L**) (1,3 m²/porc, température ambiante variable) avec accès libre à une courette extérieure couverte (1,1 m²/porc, sol plein).

Trois répétitions ont été réalisées, au printemps, en été et en hiver, impliquant chacune 2 groupes de 10 porcs (5 mâles castrés et 5 femelles) dans chaque système. A chaque répétition, les animaux étaient élevés dans deux salles différentes de même volume (une par système) d'un même bâtiment.

Les animaux étaient alimentés à volonté, avec un régime croissance jusqu'au poids vif de 70 kg (2,35 Mcal EN/kg, 17,5 % protéines totales, 0,85 % lysine digestible), puis un régime de finition jusqu'à l'abattage (2,35 Mcal EN/kg, 15,0 % protéines totales, 0,72 % lysine digestible). L'eau était disponible à volonté.

1.2. Observations comportementales pendant la phase d'élevage

Au poids moyen de 70 kg, l'activité des animaux a été enregistrée sur une période de 24h (répétitions 1 et 2). Les différentes activités (repos, investigation, mobilité, alimentation, agression, autre) ont été enregistrées par vidéo et analysées toutes les 10 minutes, comme décrit par DE OLIVEIRA et al (1999). Les budgets-temps (%) pendant la phase diurne (8h - 16h) ont été établis pour chaque mode d'élevage.

1.3. Evaluation de l'impact environnemental

Chaque semaine, les effluents présents sur la courette ont été récoltés et pesés, et un échantillon a été prélevé. A la fin de chaque répétition, la totalité des effluents (litières, lisier) des deux salles a été collectée, ainsi que les purins provenant de la courette. Des échantillons ont été prélevés et analysés pour leur teneurs en MS, en azote, en phosphore, en cuivre et en zinc.

Le débit d'air dans les salles, fixé en fonction du poids des animaux et de la saison, était mesuré 4 fois par semaine à l'aide d'un anémomètre à hélice, dans des orifices calibrés. Une fraction déterminée de l'air extrait était prélevée en permanence afin d'en mesurer un fois par semaine, après barbotage dans de l'acide sulfurique, la teneur en ammoniac (PORTEJOIE, 2002). La température à l'intérieur de chacune des salles et sur la courette était enregistrée toutes les 15 minutes.

La mesure de la concentration en odeurs de l'air extrait a été réalisée par olfactométrie, à quatre stades sur les répétitions 1 et 2. Les prélèvements d'air dans la gaine d'extraction et la détermination du facteur de dilution au seuil de perception pour la mesure de la concentration en odeurs ont été réalisés selon les protocoles définis par les normes AFNOR NF X 43-104 et 43-101. La mesure de la concentration en ammoniac dans l'air extrait a été réalisée par barbotage. La concentration massique en poussières dans l'ambiance, exprimée en milligrammes par mètre cube d'air, a été mesurée par filtration. Les émissions d'odeurs et d'ammoniac, exprimées respectivement en unités odeurs par porc et par jour et en grammes par porc et par jour, sont le résultat du produit de la concentration par le débit.

1.4. Mesures en abattoir, caractéristiques des carcasses

Les animaux ont été abattus au laboratoire de l'INRA à Saint-Gilles, par groupes de 5 porcs issus de la même loge, lorsque le poids vif moyen du groupe atteignait 110 kg. Deux groupes de 5 porcs, soit un par système d'élevage, étaient abattus le même jour. Après environ 18 heures de jeûne, les deux groupes étaient chargés dans un camion, transportés pendant 2 heures, puis mis au repos à l'abattoir pendant 3 heures, sans aucun mélange d'animaux entre les groupes pendant le transport ou l'attente. Les porcs étaient ensuite abattus par anesthésie électrique et saignée.

A la saignée, du sang a été collecté et centrifugé immédiatement. Le plasma a été conservé à - 20 °C avant détermina-

tion de la teneur en cortisol par dosage RIA (kit Immunotech, 13276 Marseille, France).

Le poids de carcasse, l'épaisseur moyenne de lard dorsal (moyenne des mesures réalisées à la 3^{ème}/4^{ème} vertèbre lombaires et 3^{ème}/4^{ème} dernière côte), l'épaisseur de muscle (3^{ème}/4^{ème} dernière côte), la teneur en viande maigre (calculée à partir des mesures linéaires), ainsi que le poids de la panne et du tractus digestif ont été enregistrés le jour de l'abattage. Le poids de carcasse froide et des pièces de découpe de la demi-carcasse gauche ont été enregistrés le jour suivant.

Le jour de l'abattage, sur tous les animaux, des notations des poumons selon la grille décrite par MADEC et KOBISCH (1982) et des notations des cavités nasales (même principe de notation) ont été réalisées pour évaluer l'intensité de la pathologie des voies respiratoires. Les estomacs de tous les animaux ont été observés et notés (0 à 7) pour évaluer l'intensité des ulcères. Des prélèvements de muqueuse intestinale (caecum-colon) et de fécès ont été réalisés sur 3 porcs de chaque loge de chacun des systèmes, puis transmis au Laboratoire Départemental d'Analyses des Côtes d'Armor (LDA22) pour recherche de *Lawsonia* sur muqueuse intestinale (pool des échantillons intra-loge ; kit PCR, Adia-gène), Salmonelles (coprocultures individuelles) et *Brachyspira* sur fécès (pool des échantillons intra-loge ; kit PCR, Adia-gène).

1.5. Critères de qualité de viande

Trente minutes après l'abattage, des échantillons des muscles *Longissimus lumborum* (LL), *Biceps femoris* (BF) et *Semimembranosus* (SM) ont été prélevés, congelés immédiatement dans l'azote liquide puis conservés à -80°C avant détermination du potentiel glycolytique (d'après MONIN et SELIER, 1985) et du pH₁ après broyage dans du tampon idodoacétate (électrode Xerolyte Ingold, pH mètre portable). Le jour suivant, une section transversale des muscles LL, BF et SM a été prélevée pour détermination du pH ultime (appareillage ci-dessus) et de la couleur (moyenne de 3 déterminations des coordonnées CIE L*a*b*, chromamètre Minolta CR 300). Les tranches ont ensuite été broyées puis lyophilisées avant détermination de la teneur en lipides totaux (FOLCH et al, 1957). Le même jour, 3 tranches du muscle LL ont été prélevées et disposées à +4°C pour détermination des pertes en eau à 2 et 4 jours *post-mortem* (HONIKEL, 1998).

1.6. Analyses statistiques

L'influence du mode d'élevage sur le budget-temps pendant la phase d'élevage a été évaluée en utilisant un test du χ^2 .

Les données de performances de croissance et caractéristiques des carcasses ont été soumises à une analyse de variance, en incluant les effets du mode d'élevage, de la répétition et du sexe dans le modèle (procédure GLM, SAS). La date d'abattage intra-répétition a été ajoutée comme effet dans le modèle pour l'analyse des données de critères de qualité de viande.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Conditions de logement

Dans le système conventionnel, la température ambiante moyenne était de 23,5 ($\pm 1,0$) °C. Elle était inférieure et présentait de plus grandes variations dans le système L : respectivement 12,0 ($\pm 4,0$) °C et 18,8 ($\pm 2,7$) °C en moyenne sur la courette et à l'intérieur. Les différences de température entre la salle C et les zones extérieure et intérieure du système L étaient les plus importantes en hiver (respectivement -14,7 et -7,2°C), les plus faibles en été (respectivement -7,4 et -2,9°C) et intermédiaires au printemps (respectivement -12,7 et -4,3°C).

2.2. Comportement en élevage

L'analyse des budgets-temps pendant la phase diurne (8 h - 16 h) montre que les porcs du système L consacrent plus de temps aux activités d'investigation (30 et 19 % du temps dans les systèmes L et C, respectivement, $P > 0,001$) et moins de temps au repos (58 et 73 % dans les systèmes L et C, respectivement, $P > 0,001$), bien que celui-ci reste l'activité dominante dans les deux systèmes (figure 1). La proportion du temps consacré aux autres activités est équivalente dans les deux systèmes. Les substrats sur lesquels s'exerce le comportement d'investigation des animaux varie selon les systèmes : si le sol et les parois sont une cible majoritaire dans les deux modes d'élevage, l'orientation de l'activité vers les congé-

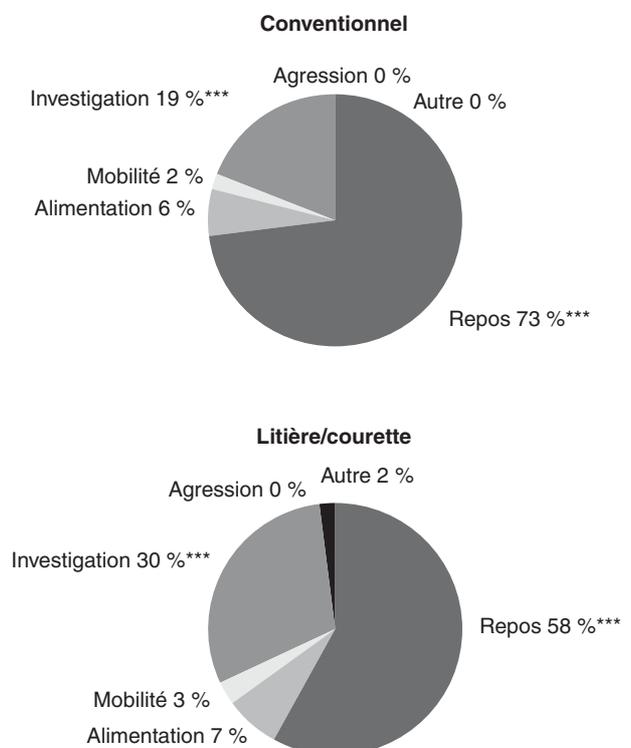


Figure 1 - Répartition (%) des activités comportementales pendant la phase diurne (8h-16h) en fonction du mode d'élevage (***) $P < 0,001$.

nères est moins importante dans le système L comparativement au C, au profit de la litière (figure 2). Nos résultats sont en accord avec les données de la littérature qui rapportent un niveau global d'activités d'investigation plus élevé, et une activité moindre sur les congénères, chez des porcs élevés dans un milieu enrichi (augmentation de surface et/ou apport de substrat meuble) comparativement à des animaux élevés sur caillebotis et dans un espace plus limité (LYONS et

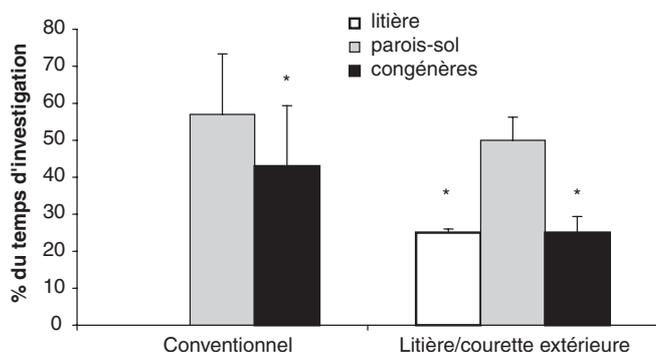


Figure 2 - Répartition des activités d'investigation sur les différents substrats disponibles (parois-sol, congénères, litière) pendant la phase diurne (8h-16h) en fonction du mode d'élevage. Les valeurs indiquées sont les moyennes rapportées à la fréquence totale d'actes d'investigation réalisés par chaque groupe pendant la phase diurne (*P<0,05).

al, 1995 ; BEATTIE et al, 1995, 1996, 2000 ; DE OLIVEIRA et al, 1999). Par ailleurs nous observons que, en moyenne sur le nyctémère (répétitions 1 et 2), les animaux passent 26 % de leur temps à l'extérieur.

2.3. Performances de croissance

Le mode d'élevage influence significativement les performances de croissance des animaux (tableau 1). Comparativement aux porcs C, les porcs L présentent un niveau de consommation alimentaire et une vitesse de croissance supérieurs pendant les périodes de croissance comme de finition, conduisant à un poids vif plus élevé pour le même âge à l'abattage (+ 7 kg). L'indice de consommation est similaire pour les deux systèmes, en périodes de croissance comme de finition. La consommation alimentaire plus élevée et, consécutivement, la croissance plus rapide des porcs L s'explique vraisemblablement par la température ambiante moyenne plus faible dans le système L, en accord avec les effets bien établis de la température ambiante sur les performances des porcs alimentés à volonté (LE DIVIDICH et al, 1998). Une moindre compétition alimentaire entre animaux, résultant de l'espace plus important qui leur est attribué dans le système L, pourrait également expliquer ce résultat. Ces observations sont en accord avec LYONS et al (1995), NICKS et al (1996), BEATTIE et al (2000) et LEBRET et al (2002), qui rapportent une augmentation de la vitesse de croissance de porcs élevés sur litière de paille, ou disposant d'une courette extérieure, comparativement à des animaux élevés en claustration sur caillebotis.

Tableau 1 - Influence du mode d'élevage sur les performances de croissance

	Mode d'élevage ^a		Etr	Sign. ^b		
	L	C		E	R	S
Croissance						
Poids vif initial, kg	38,0	37,5	2,6	ns	***	ns
Poids vif final, kg	72,8	71,4	5,1	ns	**	ns
Consommation alimentaire, kg/j	2,76	2,57	0,18	†	-	-
Vitesse de croissance, g/j	1171	1100	94	***	***	ns
Indice de consommation, kg/kg	2,36	2,34	0,07	ns	-	-
Finition						
Poids final, kg	119,0	110,6	5,0	***	***	ns
Consommation alimentaire, kg/j	3,07	2,87	0,17	*	-	-
Vitesse de croissance, g/j	971	874	114	***	***	*
Indice de consommation, kg/kg	3,16	3,25	0,21	ns	-	-
Croissance - finition						
Consommation alimentaire, kg/j	2,94	2,71	0,11	**	-	-
Vitesse de croissance, g/j	1045	960	94	***	***	*
Indice de consommation, kg/kg	2,82	2,83	0,13	ns	-	-
Abattage						
Age, j	155	156	5,9	ns	**	**
Poids vif, kg	116,6	109,6	5,2	***	***	ns

^a n=6 par mode d'élevage (loges) pour la consommation alimentaire et l'indice de consommation ; n=60 par mode d'élevage pour les performances de croissance ; n=60 et n=52 pour les élevages sur litière-courette et conventionnel, respectivement, pour les données d'abattage

^b Signification statistique du mode d'élevage (E), de la répétition (R) et du sexe (S) ; *** : P<0,001 ; ** : P<0,01 ; * : P<0,05 ; ns : P>0,10.

Etr : écart-type résiduel.

2.4. Impact environnemental

Les quantités et la composition des effluents produits sont rapportées au tableau 2. La quantité de litière récoltée s'élève en moyenne à 199 kg/porc produit soit 88,9 kg de matière sèche (MS). Cette valeur est très proche de la quantité initiale apportée par la sciure à savoir 88,3 kg MS/porc. L'équivalent de la totalité de la MS des déjections émises sur la litière s'est donc volatilisé en accord avec les observations de DE OLIVEIRA et al. (1999). Les effluents récoltés sur la courette correspondent d'une part à des déjections solides (101 kg/porc ; 21,2 % de MS) et des purins (128 kg/porc ; 1,5 % de MS), cette dernière fraction étant beaucoup plus importante en hiver qu'en été (respectivement 206 et 63 kg/porc). La répartition du potassium, présent en majorité dans les urines, et du phosphore, du cuivre et du zinc,

présents essentiellement dans les fèces, nous permet d'estimer que 61 % des urines et 44 % des fèces sont émis à l'intérieur du bâtiment. Ces valeurs sont à comparer à la proportion de temps passée à l'intérieur qui s'élevait en moyenne à 74 % pour les répétitions 1 et 2. Le volume de lisier produit est proche de celui mesuré par LATIMIER et al (1996) et des valeurs de la bibliographie (DOURMAD et al, 2002). En moyenne, sur les trois répétitions, la teneur en N ammoniacal de l'air extrait s'élève à respectivement 10,2 et 11,0 mg/m³ pour les systèmes litière et caillebotis, soit une évacuation totale sur la période d'engraissement de respectivement 899 et 1 104 g/porc (tableau 2).

La concentration en poussières en suspension mesurée dans l'ambiance de la salle Caillebotis (tableau 3) apparaît assez faible par rapport aux données déjà publiées (ROBERTSON,

Tableau 2 - Influence du mode d'élevage sur les flux d'azote, de phosphore, de cuivre et de zinc par porc produit

Logement	Système "Litière + Courette"				Système "Caillebotis"		
	Intérieur		Extérieur		Total ⁽¹⁾	Lisier	
	Litière ⁽¹⁾		Solide	Purin			
Effluents liquides et solides							
Quantité, kg/porc	199,2		101,0	127,5	427,7	366,1	
% MS	44,7		21,2	1,1	26,1	9,0 %	
N, kg/porc	1,14	(0,91)	0,79	0,07	2,01	(1,77)	1,89
P, kg/porc	0,24	(0,23)	0,31	0,01	0,55	(0,54)	0,52
K, kg/porc	0,89	(0,88)	0,32	0,25	1,46	(1,44)	1,44
Cu, g/porc	1,74	(1,60)	1,87	0,08	3,69	(3,54)	3,38
Zn, g/porc	15,0	(14,0)	13,6	0,5	29,1	(28,2)	23,6
N ammoniacal (air extrait)							
mg/m ³	10,2					11,0	
kg/porc	0,90					1,10	

⁽¹⁾ Les valeurs entre parenthèses correspondent à l'enrichissement de la litière (quantité finale-quantité initiale), les autres aux quantités finales.

Tableau 3 - Influence du mode d'élevage sur la concentration en poussières, et les émissions d'ammoniac et d'odeurs (répétitions 1 et 2)

		Système Litière+courette	Système Caillebotis
Température ambiante, °C	Répétition 1	18,3 ± 1,9	22,2 ± 0,42
	Répétition 2	23,2 ± 1,6	25,7 ± 1,5
	Moyenne	20,8 ± 3,0	24,0 ± 2,1
Débits moyens, m ³ /h/porc	Répétition 1	46,2 ± 6,9	62,7 ± 24,5
	Répétition 2	54,3 ± 7,7	55,5 ± 9,0
	Moyenne	50,2 ± 8,3	59,2 ± 18,8
Concentration en poussières, mg/m ³	Répétition 1	2,2 ± 0,8	2,0 ± 0,9
	Répétition 2	1,8 ± 0,5	1,1 ± 0,2
	Moyenne	2,0 ± 0,6	1,5 ± 0,8
Émission d'ammoniac, g/porc/jour	Répétition 1	14,3 ± 5,7	14,2 ± 5,6
	Répétition 2	10,8 ± 3,6	9,4 ± 2,5
	Moyenne	10,8 ± 3,6	12,6 ± 5,0
Émission d'odeurs, unités odeurs/porc/jour	Répétition 1	5,0 10 ⁵ ± 5,0 10 ⁵	21,0 10 ⁵ ± 15 10 ⁵
	Répétition 2	6,2 10 ⁵ ± 4,2 10 ⁵	17,0 10 ⁵ ± 13 10 ⁵
	Moyenne	5,6 10 ⁵ ± 4,5 10 ⁵	19,0 10 ⁵ ± 13 10 ⁵

1990 ; GUINGAND, 2003). La concentration en poussières est inférieure en période chaude (répétition 2), phénomène en accord avec les résultats de TAKAI et al (1998). Les concentrations mesurées dans les deux salles sont donc très proches. Il faut cependant noter qu'une partie de l'activité des animaux, source de mise en suspension des poussières dans le système litière-courette, a lieu à l'extérieur de la salle. Il est possible qu'en l'absence de courette, le niveau de concentration en poussières dans la salle sur litière aurait été différent.

L'émission moyenne d'ammoniac par porc élevé sur caillebotis est supérieure aux valeurs moyennes publiées par GUINGAND (2003) ou retenues par le CORPEN (2001) qui sont de l'ordre de 10 grammes par porc et par jour. Cependant, dans la présente étude, les animaux rentrent en engraissement à un poids supérieur à 30 kg et les niveaux de ventilation et de température ambiante sont élevés, ce qui favorise la volatilisation de l'ammoniac. Concernant le système sur litière, les valeurs mesurées sont proches de celles de NICKS et al (2003) qui obtenaient une valeur moyenne de 12,2 g par porc et par jour pour un lot de 18 animaux élevés sur sciure, sans possibilité de sortir, avec un débit moyen par porc de l'ordre de 56 m³/h.

Concernant les émissions d'odeurs (tableau 3), les valeurs obtenues en caillebotis sont proches de celles déjà publiées sur le sujet (GUINGAND, 2003). Les valeurs mesurées dans le système litière sont plus faibles que pour le caillebotis (5,5 10⁵ versus 19,0 10⁵ unités odeurs/porc/jour), en accord avec les observations de HEALY (1996). Cependant il convient de rappeler que l'ammoniac et les odeurs émis sur la courette ne sont pas considérés.

2.5. Caractéristiques des carcasses, état de santé à l'abattage

Les caractéristiques des carcasses sont influencées par le mode d'élevage des animaux (tableau 4). Les porcs élevés sur litière-courette présentent des carcasses plus grasses que les porcs élevés en système conventionnel (épaisseur de lard dorsal et poids de panne supérieurs, et teneur en viande maigre inférieure (-2,0 points) chez les premiers). L'influence du mode d'élevage sur la TVM tend à être plus importante chez les mâles castrés que chez les femelles (-3,0 et -1,4 points pour les mâles castrés et les femelles, respectivement, entre les groupes L et C, P=0,12). Le rendement en carcasse n'est pas influencé par le mode d'élevage, alors que les pertes au ressuyage sont inférieures pour les porcs L. A la découpe, les proportions de jambon et de longe tendent à être inférieures, et la proportion de poitrine est supérieure pour les porcs L comparativement aux C. Après ajustement au même poids d'abattage, les différences de caractéristiques de carcasse entre les deux modes d'élevage restent importantes et hautement significatives : 20,6 vs 18,7 mm pour l'épaisseur moyenne de lard dorsal, P<0,01, et 59,3 vs 61,1 % pour la TVM, P<0,01, pour les porcs L et C, respectivement. Ceci indique que la différence d'adiposité corporelle rapportée ci-dessus n'est pas la conséquence du poids à l'abattage plus élevé des porcs L, mais résulte d'un effet direct du mode d'élevage. Une augmentation de l'épaisseur de lard dorsal de porcs élevés sur litière de paille comparativement au caillebotis a également été rapportée par BEATTIE et al (2000), alors que d'autres études ne mettent pas en évidence d'effet significatif du mode d'élevage (litière de paille et/ou accès à l'extérieur) sur l'adiposité ou le classement commercial des carcasses (VAN DER WAL et al, 1993 ;

Tableau 4 - Influence du mode d'élevage sur les caractéristiques des carcasses

	Mode d'élevage ^a		Etr	Sign. ^b		
	L	C		E	R	S
Poids chaud, kg	94,2	88,8	4,2	***	***	ns
Rendement, %	80,8	81,0	1,2	ns	*	**
Épaisseur moyenne lard dorsal, mm	20,9	18,5	3,6	**	†	***
Épaisseur muscle, mm	64,4	66,0	5,0	ns	***	*
Teneur en viande maigre (FOM)	59,2	61,2	2,7	***	***	***
Panne, kg	1,45	1,28	0,3	**	ns	***
Pertes en eau, %	2,35	2,45	0,24	*	***	*
Composition, %						
Jambon	23,4	23,7	0,9	†	**	**
Longe	26,0	26,4	1,2	†	†	***
Epaule	24,1	24,1	0,8	ns	ns	**
Poitrine	13,2	13,0	0,8	†	ns	ns
Bardière	7,8	7,1	1,4	*	ns	***
Tractus digestif, kg	3,12	2,67	0,51	***	†	ns
Vide, kg	1,80	1,74	0,19	†	**	ns
Contenu, kg	1,31	0,94	0,40	***	ns	ns

^a n=60 et n=52 pour les élevages sur litière-courette et conventionnel, respectivement

^b Signification statistique : cf tableau 1.

LYONS et al, 1995 ; NICKS et al, 1996 ; LEBRET et al, 2002).

Le poids du tractus digestif est plus élevé pour les porcs L que les porcs C, en raison d'un contenu digestif plus important chez les premiers. Ceci pourrait s'expliquer par la consommation de litière par les porcs L pendant la nuit de jeûne précédant l'abattage.

Concernant l'état de santé des animaux à l'abattage, les porcs L présentent une moindre intensité lésionnelle des cavités nasales à chacune des 3 répétitions (scores moyens de 0,7 et 2,0 sur 14 ($P < 0,001$), et 62 % contre 38 % d'animaux indemnes pour les groupes L et C, respectivement). Les notations des poumons des porcs L révèlent une moindre intensité de pneumonie lors de la répétition d'hiver (3,6 et 7,1 sur 28 ($P < 0,05$) pour les porcs L et C, respectivement,) et sont similaires à celles des porcs C aux autres répétitions, où les notes moyennes sont de faible intensité (toujours inférieures à 2,7). Sur l'ensemble de l'expérience, 37 % des porcs L et 42 % des porcs C sont indemnes de lésions pulmonaires. L'importance des ulcères est faible et équivalente entre les deux systèmes (scores moyens de 1,3 et 1,7 sur 7, et 37 % et 27 % d'absence de lésions pour les porcs L et C, respectivement). Il semble donc que dans nos conditions expérimentales, la conduite d'élevage L entraîne moins d'affections respiratoires, notamment des voies respiratoires supérieures. Les recherches microbiologiques montrent que tous les échantillons analysés sont exempts de *Salmonelles* et de *Lawsonia*. Les recherches de *Brachyspira* sont positives dans 3 pools sur 6, dans le système L comme dans le système C. Ceci indique donc que dans cet élevage et aux périodes auxquelles ont été réalisées les expériences, le portage de pathogènes par les animaux est équivalent dans les 2 modes d'élevage considérés.

2.6. Stress à l'abattage et critères de qualité de viande

La teneur moyenne en cortisol plasmatique à l'abattage et la vitesse de chute du pH post-mortem (pH_1) des porcs L et C ne sont pas significativement différentes (tableau 5). Ceci suggère que, dans nos conditions expérimentales, le mode d'élevage n'influencerait pas la réactivité au stress des animaux au moment de l'abattage (TERLOUW, 2002), cependant ceci reste à confirmer par d'autres observations physiologiques (teneurs en cortisol et catécholamines urinaires et métabolites sanguins en cours d'analyses). Ces premiers résultats sont en accord avec GEVERINK et al (1999) qui ne rapportent pas de différence significative sur les taux de cortisol salivaire et plasmatique à l'abattage, ni sur la valeur moyenne du pH_1 entre des porcs élevés en milieu « standard » (0,8 m²/porc, caillebotis total) ou « enrichi » (1,2 m²/porc, sur paille).

Le pH ultime des muscles BF et SM est inférieur chez les porcs L comparativement aux C, en liaison avec le potentiel glycolytique plus élevé dans ces muscles chez les premiers, ces effets n'étant pas observés dans le muscle LL (tableau 5). Certains paramètres de couleur sont influencés par le mode d'élevage : l'intensité de couleur jaune (b^*) des muscles LL, BF et SM et l'intensité de couleur rouge (a^*) du SM sont

supérieures chez les porcs L comparativement aux C alors que la luminance (L^*) des 3 muscles n'est pas affectée. Les pertes en eau du LL à 2 et 4 jours *post-mortem* sont plus élevées pour les porcs L, malgré des valeurs de pH_1 et pH_u similaires entre les porcs L et C dans ce muscle. Certains travaux précédemment publiés ne mettent pas en évidence d'effet significatif du mode d'élevage (claustration vs accès extérieur) sur le pH_u de la viande (GEVERINK et al (1999) et BEATTIE et al (2000) sur le LL, LEBRET et al (2002) sur le SM), alors que VAN DER WAL et al (1993) rapportent un pH_u légèrement inférieur dans le muscle LL de porcs élevés sur litière-courette comparativement à des témoins en claustration. Ces auteurs n'observent par contre pas d'effet du mode d'élevage sur la couleur ni les pertes en eau du LL, les autres muscles n'étant pas pris en compte.

Dans les 3 muscles LL, BF et SM, la teneur en lipides est augmentée chez les porcs L comparativement aux C. Cet effet est plus marqué chez les mâles castrés que les femelles, en particulier dans le LL et le BF ($P < 0,05$) (données non montrées). LEBRET et al (2002) rapportent également une légère augmentation de la teneur en lipides du muscle SM de porcs élevés sur courette pendant la saison d'été comparativement à la claustration, alors que VAN DER WAL et al (1993) n'observent pas d'influence du mode d'élevage sur le taux de lipides du LL.

Les variations significatives des pertes en eau et du taux de lipides intramusculaires entre les deux systèmes d'élevage étudiés ici pourraient influencer l'apparence et la qualité sensorielle des viandes, en particulier la tendreté et la jutosité, composantes qui dépendent en particulier des pertes en eau et du taux de LIM (MONIN, 1988 ; LEBRET et al, 1999, pour revues). Des analyses sensorielles et des tests consommateurs restent à entreprendre pour évaluer l'influence du mode d'élevage sur la qualité organoleptique des produits (tendreté, jutosité, flaveur) et leur acceptabilité par les consommateurs.

CONCLUSION

Nous présentons ici les résultats actuellement disponibles sur la comparaison expérimentale de deux conduites d'élevage des porcs en croissance ; d'autres résultats sont attendus, notamment concernant la physiologie du stress en élevage et lors de la période d'abattage, ainsi que les qualités sensorielles des viandes et l'acceptabilité des produits par les consommateurs. Cependant, ces premiers résultats apportent déjà des éléments de réponse concernant les différentes dimensions de la production prises en compte :

- Au niveau environnemental, les résultats obtenus permettent de quantifier les flux générés par les deux systèmes. Le système litière-courette apparaît ainsi intermédiaire entre les systèmes « litière » et « lisier ». De plus, les résultats montrent une réduction très marquée de la production d'odeurs dans le système litière-courette.
- Concernant le bien-être des animaux en élevage, les porcs du système L ont une activité d'investigation plus marquée que les porcs sur caillebotis, et cette activité est orientée essentiellement vers leur environnement plutôt que leurs congénères. Dans nos conditions expérimentales, qui pré-

Tableau 5 - Influence du mode d'élevage sur la teneur en cortisol plasmatique à l'abattage et les critères de qualité de viande

	Mode d'élevage ^a		Sign. ^b			
	L	C	Etr	E	R	S
Cortisol plasmatique, ng/ml	49,9	42,1	28,8	ns	***	ns
Muscle Longissimus						
pH ₁	6,37	6,42	0,18	ns	ns	*
pH _u	5,50	5,49	0,20	ns	ns	ns
Couleur						
L*	55,2	54,2	3,2	ns	ns	ns
α*	5,8	5,5	1,7	ns	**	ns
b*	5,7	5,0	1,0	**	***	ns
Pertes en eau, %						
2 j post-mortem	3,3	2,3	1,7	**	***	ns
4 j post-mortem	5,7	4,6	2,0	**	***	ns
Potentiel glycolytique, μmol équivalent lactate / g muscle	168	163	14	ns	**	ns
Lipides intramusculaires, %	1,68	1,44	0,36	**	**	*
Muscle Biceps femoris						
pH ₁	6,41	6,46	0,18	ns	ns	ns
pH _u	5,49	5,52	0,08	*	†	ns
Couleur						
L*	52,0	51,2	2,5	†	***	ns
α*	10,9	10,7	2,1	ns	***	ns
b*	6,7	6,2	0,9	*	***	ns
Potentiel glycolytique, μmol équivalent lactate / g muscle	162	153	17	**	ns	ns
Lipides intramusculaires, %	2,23	1,96	0,49	**	***	*
Muscle Semimembranosus						
pH ₁	6,48	6,51	0,21	ns	ns	ns
pH _u	5,50	5,57	0,10	***	ns	ns
Couleur						
L*	53,0	53,0	3,0	ns	*	ns
α*	9,7	8,9	1,9	*	***	ns
b*	6,9	6,4	1,1	*	***	ns
Potentiel glycolytique, μmol équivalent lactate / g muscle	169	162	15	*	ns	†
Lipides intramusculaires, %	2,00	1,71	0,50	**	***	ns

^a n=60 et n=52 pour les élevages sur litière-courette et conventionnel, respectivement

^b Signification statistique : cf tableau 1.

sentent un niveau sanitaire satisfaisant, les animaux élevés dans le système L semblent moins sensibles aux pathologies respiratoires, notamment des voies respiratoires supérieures.

- Concernant les performances de croissance et les qualités des carcasses et des viandes, l'élevage sur litière-courette conduit à un niveau de consommation alimentaire et une vitesse de croissance supérieurs, et produit des carcasses plus grasses ; les critères de qualité de viande sont différemment affectés selon les muscles. Le pH ultime des muscles BF et SM plus bas et les pertes en eau du LL plus élevées chez les animaux L sont plutôt négatifs pour la

qualité sensorielle, alors que l'accroissement de la teneur en lipides intramusculaires pourrait avoir un effet positif, qui reste à confirmer par des analyses sensorielles.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient le GIS "Porcherie Verte" pour le soutien financier apporté à ces travaux. Ils remercient également le personnel de l'élevage, de l'abattoir et des laboratoires de l'INRA à Saint-Gilles pour leur excellente contribution à ce travail.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEATTIE V.E., WALKER N., SNEDDON I.A., 1995. *Anim. Welf.*, 4, 207-220.
- BEATTIE V.E., WALKER N., SNEDDON I.A., 1996. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 48, 151-158.
- BEATTIE V.E., O'CONNELL N.E., MOSS B.W., 2000. *Livest. Prod. Sci.*, 65, 71-79.
- CORPEN, 2001. Les émissions d'ammoniac d'origine agricole dans l'atmosphère - Etat des connaissances et perspectives de réduction des émissions – 110 pp.
- DOURMAD J.Y., POMAR C., MASSE D., 2002. *Journées Rech. Porcine*, 34, 183-194.
- DE OLIVEIRA P.A., MEUNIER-SALAUN M.C., ROBIN P., TONNEL N., FRABOULET J.B., 1999. *Journées Rech. Porcine en France*, 31, 117-123.
- FOLCH J., LEE M., SLOANE STANLEY G.H., 1957. *J. Biol. Chem.*, 226, 497-509.
- GEVERINK N.A., DE JONG I.C., LAMBOOIJ E., BLOKHUIS H.J., WIEGANT V.M., 1999. *Can. J. Anim. Sci.*, 79, 285-291.
- GUINGAND N., 2003. *Techni-Porc*, 26 (3), 17-24.
- HEALY A., 1996. Contribution à l'étude comparative des nuisances olfactives émanant des élevages de porcs sur lisier ou sur litière biomâtrisée. Thèse vétérinaire, 94 pp.
- HONIKEL K.O., 1998. *Meat Sci.*, 49, 447-457.
- LATIMIER P., GALLARD F., CORLOUËR A., 1996. *Journées Rech. Porcine France*, 28, 241-248.
- LEBRET B., LEFAUCHEUR L., MOUROT J., 1999. *Prod Anim.*, 12, 11-28.
- LEBRET B., MASSABIE P., GRANIER R., JUIN H., MOUROT J., CHEVILLON P., 2002. *Meat Sci.*, 62, 447-455.
- LE DIVIDICH J., NOBLET J., HERPIN P., VAN MILGEN J., QUINIQU N., 1998. *Progress in pig science*, Eds J. Wiseman, M.A. Varley, & J.P. Chadwick, Nottingham University Press, Nottingham, UK, pp 229-263.
- LYONS C.A.P., BRUCE J.M., FOWLER V.R., ENGLISH P.R., 1995. *Livest. Prod. Sci.*, 43, 265-274.
- MADEC F., KOBISCH M., 1982. *Journées Rech. Porcine en France*, 14, 405-412.
- MONIN G., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 201-214.
- MONIN G., SELLIER P., 1985. *Meat Sci.*, 13, 49-63.
- NICKS B., DESIRON A., CANART B., CLINQUART A., 1996. *Ann. Méd. Vét.*, 140, 445-450.
- NICKS B., LAITAT M., DESIRON A., VANDENHEEDE M., CANART B., 2003. *Journées Rech. Porcine*, 35, 7-14.
- PORTEJOIE S., DOURMAD J.Y., MARTINEZ J., LEBRETON Y., 2002. *Journ. Rech. Porcine*, 34, 167-174.
- ROBERTSON J.F., WILSON D., SMITH W.J., 1990. *Anim. Prod.*, 50, 173-182.
- TAKAI H., PEDERSEN S., JOHNSEN J.O., METZ J.H.M., GROOT KOERKAMP P.W.G., UENK G.H., PHILLIPS V.R., HOLDEN M.R., SNEATH R.W., SHORT J.L., WHITE R.P., HARTUNG J., SEEDORF J., SCHRODER M., LINKERT K.H., WATHES C.M., 1998. *J. Agricultural Engineering Research*, 70, 59-77.
- TERLOUW E.M.C., 2002. *Prod. Anim.*, 15, 125-133.
- VAN DER WAL P.G., MATELMAN G., DE VRIES A.W., VONDER M.A., SMULDERS F.J.M., GEESINK G.H., ENGEL B., 1993. *Meat Sci.*, 34, 27-37.

