

Facteurs influençant le comportement alimentaire et les performances du porc sevré : l'équipement d'alimentation

LAITAT M.¹, VANDENHEEDE M.², NICKS B.²

¹ Médecine et Gestion des Exploitations Porcines, Bât. B42

Département des Sciences Cliniques

²Hygiène et Bioclimatologie, Bât. B43

Département des Productions Animales

Université de Liège, Faculté de Médecine Vétérinaire, 4000 Liège, Belgique

Correspondance : Martine Laitat, e-mail : mlaitat@ulg.ac.be

RESUME : Le nourrisseur est un élément essentiel de l'équipement du post-sevrage permettant ou non d'optimiser les performances zootechniques des porcelets. Il est caractérisé essentiellement par son mode de distribution de l'aliment (sec et/ou humide) et sa capacité d'accueil, qui est conditionnée par sa longueur d'auge ou par son nombre de places à table (modèle monoplace, multiplace ou auge commune). Pour déterminer le nombre de porcs pouvant partager un même nourrisseur, il faut tenir compte du temps d'alimentation quotidien des animaux, qui dépend lui-même de leur gabarit et de l'aliment qu'ils reçoivent. Les ratios recommandés en post-sevrage vont de 4 à 10 porcs par place à table. Les porcs peuvent adapter leur comportement alimentaire à des situations non optimales, mais la « saturation » du nourrisseur peut induire une diminution de la consommation alimentaire et des performances et avoir un impact négatif sur leur bien-être. Certaines particularités du nourrisseur comme la profondeur de l'auge, l'ajustement du débit d'aliment, la hauteur du rebord, l'existence de séparations latérales ou d'une cage de protection peuvent limiter les gaspillages et/ou les interactions agressives durant les repas. Quant à sa position dans la loge, elle devrait permettre à la fois aux porcs occupés à s'alimenter de ne pas être dérangés et à leurs congénères de circuler librement.

INTRODUCTION

En élevage intensif, le sevrage survient habituellement entre l'âge de 21 et 28 jours. A ce moment, les porcelets sont déplacés de la maternité vers un logement spécifique, l'unité de post-sevrage. Il est important à ce stade que les porcelets identifient et apprennent à se servir rapidement du nourrisseur et de l'abreuvoir mis à leur disposition : il en va de leur état sanitaire, de leur bien-être et de leurs performances. Le choix du nourrisseur et des abreuvoirs qui équiperont l'unité de post-sevrage

a donc toute son importance, au même titre que la qualité et la quantité des aliments et de l'eau qui y seront distribués.

L'aliment représente le coût de production le plus élevé en porcherie – de l'ordre de 50 à 60 % des coûts totaux (Institut Technique du Porc, 2000). L'emploi d'un nourrisseur non adapté – favorisant le gaspillage ou ne permettant pas un accès aisé des porcs à l'aliment – aura des répercussions sévères sur la productivité de l'atelier (Baxter, 1989). En terme de rentabilité,

cette situation fait du nourrisseur l'une des pièces maîtresses de l'équipement de la loge, permettant ou non d'optimiser la consommation alimentaire, la vitesse de croissance et l'indice de consommation des porcs.

La législation belge, en application des directives européennes, fournit peu d'indications sur la distribution de l'aliment en porcherie : elle précise seulement que les porcs doivent être nourris au moins une fois par jour et qu'ils doivent avoir accès à de l'eau fraîche en permanence et ce, dès l'âge

de deux semaines (Service Public Fédéral, 2003). Cet arrêté prévoit que les porcs ne bénéficiant pas d'une alimentation *ad libitum* ou d'un système automatique d'alimentation individuelle doivent avoir accès à la nourriture en même temps que les autres animaux du groupe. En d'autres termes, lors d'une distribution d'aliment rationnée, la loge doit être équipée d'une place à table par porc présent. Dans le cas d'une distribution *ad libitum*, l'arrêté ne définit pas le nombre maximum d'individus pouvant utiliser une même place à table ou un même abreuvoir. C'est pourtant le cas de la législation allemande qui prévoit un maximum de quatre porcelets sevrés par place à table et un maximum de 12 animaux par abreuvoir disponible (Bundesgesetzblatt, 1994). De même, en Suisse, une ordonnance sur la protection des animaux stipule qu'une même place à table ne peut être partagée par plus de 5 porcs (Conseil Fédéral Suisse, 2001).

Il existe sur le marché de nombreux modèles de nourrisseurs. Le plus souvent, ceux-ci sont proposés sans que leur impact sur le comportement du porc n'ait été testé à grande échelle (Lou et Gonyou, 2003). Difficile dans ce cas de se décider de façon objective pour un modèle particulier et d'être certain d'équiper ses loges de manière optimale. Récemment, l'Office Vétérinaire Fédéral Suisse (2004) a publié des recommandations concernant l'utilisation de différents modèles de nourrisseurs disponibles sur le marché, tenant compte du stade de production des porcs (*i.e.* post-sevrage, engraissement...) et du mode de distribution de l'aliment (*i.e.* sec ou bouillie). Cette démarche est intéressante car elle met à la portée de tous les résultats d'essais menés en station expérimentale sur une gamme variée de nourrisseurs.

Des études comparant des modèles entre eux ou étudiant l'influence de différents types de nourrisseurs sur les performances zootechniques, le



Photo 1 : aliment humide – distribution séquentielle – auge commune

comportement voire même le bien-être des porcs sont régulièrement publiées dans des revues scientifiques. Cet article présente une synthèse des informations et résultats disponibles en abordant les points suivants :

- description des caractéristiques des principaux modèles de nourrisseurs ;
- présentation des facteurs à prendre en compte pour fixer le nombre de places à table nécessaire en fonction de la taille des groupes ;
- évaluation de l'impact d'un nombre insuffisant de places à table sur les performances et le comportement des porcs ;
- aménagements visant à limiter les gaspillages et les interactions agressives durant les repas ;
- position et répartition des nourrisseurs dans les loges.

1. Caractéristiques des principaux modèles de nourrisseurs

La façon la plus élémentaire de nourrir les porcs consiste à déposer l'aliment à même le sol. Cependant, cette méthode ne permet pas le contrôle des consommations individuelles ; elle comporte un risque élevé de gaspillage et favorise les agressions au moment des repas. Elle est pourtant encore parfois utilisée de nos jours, notamment pour nourrir les truies logées en groupe. On parle du « *floor feeding system* » : une quantité limitée d'aliment est répartie à même le sol, sur une large surface, soit à la main, soit

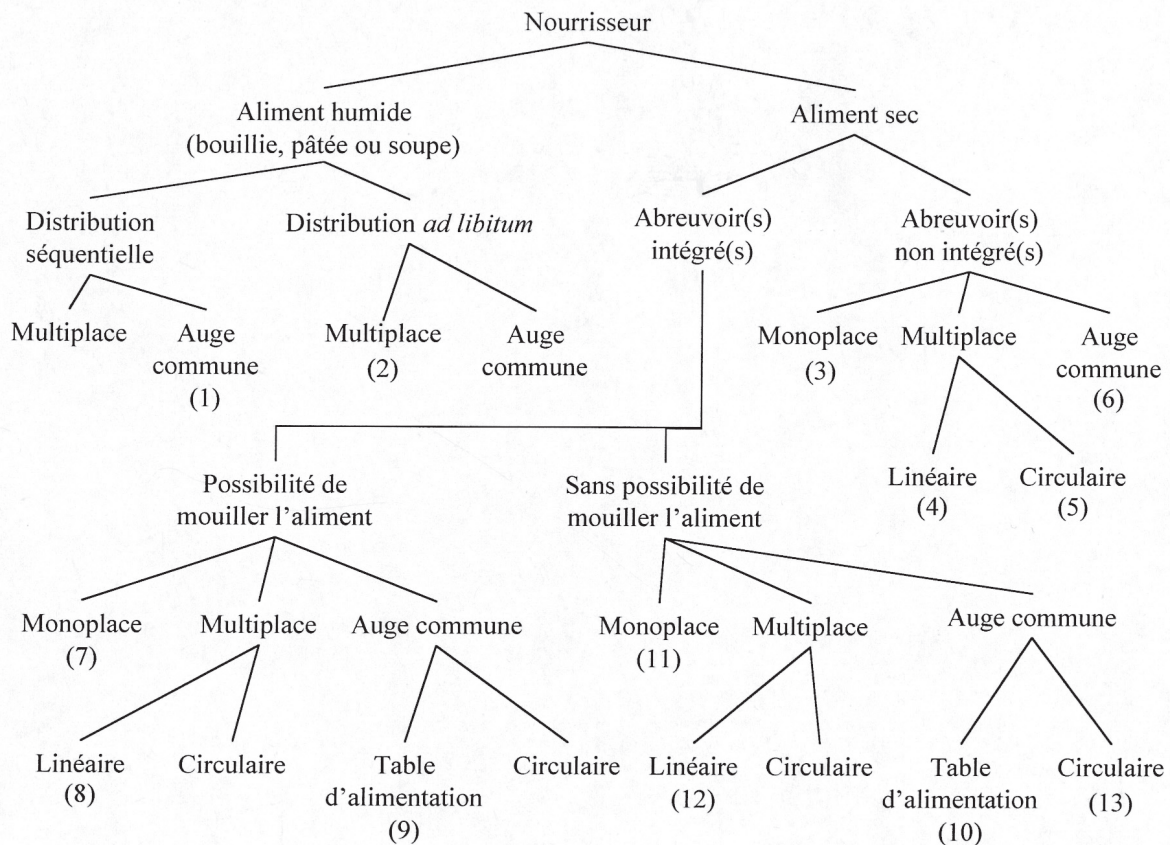


Photo 2 : aliment humide – distribution *ad libitum* – multiplace

de façon mécanisée (Gonyou, 2004). En post-sevrage, on recommande parfois de distribuer de l'aliment sur le sol de manière à encourager une consommation alimentaire précoce des porcelets. Durant trois jours après le sevrage, Mavromichalis et Baker (2000) ont distribué de la farine à des porcelets, sur un tapis ou directement à même le sol dans la zone située devant le nourrisseur. Cette pratique a encouragé une consommation alimentaire supérieure et a amélioré la vitesse de croissance des porcelets au cours de la première semaine suivant le sevrage. La même approche avec des granulés (Mavromichalis et Baker, 2000) ou avec des granulés mélangés avec de l'eau (Corrigan, 2002) n'a pas eu d'influence favorable sur les performances des porcelets.

Plus classiquement, l'aliment est distribué dans une mangeoire encore dénommée nourrisseur. Idéalement, un nourrisseur devrait être fabriqué dans des matériaux solides et durables, être conçu de manière à conserver l'aliment propre et frais, nécessiter peu d'ajustements, limiter les gaspillages et ne pas blesser les animaux (Taylor et Curtis, 1989). Il devrait également

Tableau I. Présentation de différents modèles de nourrisseurs



Les numéros 1 à 13 se réfèrent aux photos.

limiter les interactions agressives durant les repas (Baxter, 1989). Lorsqu'un nourrisseur n'est pas bien conçu ou qu'il n'est pas adapté au gabarit des porcs, on peut très rapidement observer des blessures plus ou moins graves (Taylor et Curtis, 1989). Il s'agit par exemple de lésions dues aux frottements, localisées sur les arcades sourcilières, les oreilles, le dessus de la tête ou sur la nuque, lorsque l'auge n'est pas assez profonde ou assez large ou que le porc entre en contact continu avec une partie du distributeur durant ses repas. Des coupures au niveau du groin ont également été signalées quand l'animal doit manipuler avec celui-ci un dispositif d'accès à l'aliment offrant une trop faible zone de contact.

Les nourrisseurs disponibles dans le commerce peuvent être différenciés en fonction du mode de distribution de l'aliment (aliment distribué sec

ou humide) et en fonction du nombre de places à table qu'ils comptent (nourrisseurs monoplaces, multiplaces ou auge commune) (tableau I).

1.1. Distributeur d'aliment humide ou d'aliment sec, avec ou sans abreuvoirs intégrés

Du point de vue alimentaire, trois changements majeurs sont imposés aux porcelets au moment du sevrage : la modification de la composition de la ration, la perte de la composante immuno-active du lait maternel et le passage d'une alimentation liquide à une alimentation solide, cette dernière étant le plus souvent présentée sous la forme de farine ou de granulés (Deprez *et al.*, 1987).

Normalement, comme le rappellent Worobec et collaborateurs (1999), le sevrage est un processus progressif, les porcelets faisant une longue transition entre le lait maternel et les

nouveaux aliments. En effet, dans un environnement semi-naturel, les truies cessent seulement d'allaiter leurs porcelets vers l'âge de 88 jours (Stolba et Wood-Gush, 1989). Les aliments que les sangliers ingèrent dans la nature sont des végétaux, graines et fruits, des insectes, des mollusques et des vers de terre (Spitz, 1986), c'est-à-dire une alimentation composée seulement de 15 à 30 % de matière sèche, comme le soulignent Brooks et collaborateurs (2001). En élevage intensif, le sevrage est instantané et survient habituellement entre l'âge de 21 et 28 jours. A ce moment, les porcelets sont déplacés de la maternité vers un logement spécifique, l'unité de post-sevrage, où s'opère le passage obligé de la mamelle au nourrisseur. Dans la majorité des exploitations, les jeunes porcelets reçoivent alors, *ad libitum*, de l'eau et un aliment solide composé d'environ 85 à 90 % de

matière sèche. Ils devront désormais apprendre à reconnaître et à satisfaire deux demandes physiologiques distinctes, la faim et la soif (Brooks *et al.*, 2001).

Il est essentiel pour leur état sanitaire et pour leurs performances que les porcelets maintiennent des consommations hydrique et alimentaire continues au moment du sevrage (Pluske *et al.*, 1996). A ce niveau, une alimentation sous forme de soupe présente des avantages potentiels : la ration est composée d'une proportion de matière sèche plus proche de celle du lait maternel, elle rassemble au même endroit les apports en eau et en nutriments et ne demande aux porcelets qu'un seul apprentissage d'ingestion (Brooks *et al.*, 2001).

L'alimentation en soupe distribuée *ad libitum* peut cependant, du fait de la prolifération de germes entéropathogènes, contribuer au développement de diarrhées de post-sevrage. C'est pourquoi la soupe est le plus souvent distribuée de manière rationnée dans une longue auge assurant une place à table par porc. Mais ce modèle d'auge favorise souvent un gaspillage important d'aliment (Russell *et al.*, 1996 ; Lawlor *et al.*, 2002). Depuis peu (Le Bas, 2004a ; 2004b), une alternative à cet équipement existe sous la forme de nourrisseurs automatiques distribuant l'aliment sous forme humide (soupe, bouillie ou pâtée), en petites quantités à intervalles réguliers ou à la demande (photo 1). Hessel et collaborateurs (2003) ont étudié l'influence d'un tel nourrisseur (PreMixer, Euro Feed System, Allemagne) sur les performances et le comportement alimentaire de porcelets sevrés, durant les deux premières semaines suivant le sevrage. Le modèle utilisé était équipé d'une auge circulaire commune de 25 cm de diamètre et d'un capteur permettant de détecter la présence d'aliment dans l'auge et de stopper le cas échéant le cycle de distribution ; il était programmé pour délivrer de petites quantités de soupe chaude

toutes les deux minutes. Un effet favorable sur la vitesse de croissance des porcelets a été démontré, en comparaison avec les résultats obtenus avec un nourrisseur au niveau duquel les porcelets pouvaient mélanger eux-mêmes l'eau et l'aliment présenté sous forme de farine (Lean Machine, Big Dutchman, Allemagne). Dans une autre expérience, Hessel et collaborateurs (données non publiées, 2003) ont montré que des porcelets ayant accès aux deux modèles de nourrisseurs ont préféré utiliser le distributeur de soupe.

Lorsque les porcelets sevrés disposent d'aliment sec et d'eau à volonté, la source d'eau peut être séparée – et plus ou moins éloignée – du nourrisseur (« *dry feeders* » ; photos 3 à 6) ou au contraire, être intégrée à ce dernier. Les nourrisseurs disposant d'un ou plusieurs abreuvoir(s) intégré(s) se subdivisent en deux catégories selon qu'ils permettent aux porcs de consommer l'aliment sec ou mouillé (« *wet/dry feeders* » ; photos 7 à 9) ou qu'ils rassemblent seulement les deux ressources – alimentaire et hydrique – sans permettre de les mélanger (photos 10 à 13). Dans le premier cas, les porcs actionnent les abreuvoirs avec

le groin et peuvent mouiller l'aliment à volonté. Les abreuvoirs consistent en boutons poussoirs disposés au fond de l'auge (photos 7 et 8) ou en tiges métalliques situées à côté d'un plateau d'alimentation (photo 9). Dans le cas d'un simple rapprochement des deux ressources, le nourrisseur consiste en une juxtaposition d'abreuvoir(s) et d'auge(s) (photos 10 à 13).

En post-sevrage, peu d'études ont comparé des nourrisseurs permettant ou non aux porcelets de mouiller l'aliment, mais les résultats dont on dispose sont défavorables aux premiers. En effet, pour un nombre de places à table similaire, l'utilisation d'un modèle permettant le mélange eau-aliment a été associée à de moindres performances, que ce soit en termes de vitesse de croissance durant la première semaine suivant le sevrage (Pluske et Williams, 1996) ou en termes d'indice de consommation mesuré sur toute la période du post-sevrage (O'Connell *et al.*, 2002). Ces moins bons résultats trouvent peut-être leur origine dans la difficulté d'apprentissage des porcelets face à de telles mangeoires. En effet, il semble que les porcelets coordonnent difficilement le flux d'eau et d'aliment,



Photo 3 : aliment sec – monospace



Photo 5 : aliment sec – multiplace – circulaire



Photo 4 : aliment sec – multiplace – linéaire



Photo 6 : aliment sec – auge commune – circulaire



Photo 7 : aliment sec/humide – monoplace

avec pour conséquence la formation d'une bouillie peu appétante (Pluske et Williams, 1996) et la possibilité d'un gaspillage accru (O'Connell *et al.*, 2002). Ces difficultés expliquent sans doute l'ajout par les firmes commerciales d'une barre de séparation limitant ou empêchant totalement le mélange eau-aliment dans des modèles de nourrisseurs initialement conçus pour le permettre (photo 10).

En engraissement, l'utilisation de nourrisseurs permettant aux porcs de mouiller l'aliment présenté sous la forme de farine a été associée à une amélioration de la consommation alimentaire et de la vitesse de croissance des animaux (Walker, 1990a ; Gonyou et Lou, 2000). En contrepartie, une qualité de carcasse inférieure a été rapportée, que ce soit en terme d'augmentation de l'épaisseur du lard dorsal (Walker, 1990a), de réduction du rendement de carcasse (Anderson *et al.*, 1990) ou du taux de viande maigre (Gonyou et Lou, 2000). Cet inconvénient peut toutefois être corrigé par une modification de la formulation de l'aliment (Gonyou et Lou, 2000) et devrait en outre être minimisé si l'on travaille avec un type génétique sélectionné pour un haut taux de maigre. Avec des granulés, une efficacité alimentaire supérieure a été rapportée lors de l'utilisation d'un



Photo 8 : aliment sec/humide – multiplace – linéaire



Photo 9 : aliment sec/humide – auge commune – table d'alimentation

nourrisseur de type sec en comparaison avec des modèles à abreuvoirs intégrés (Patterson, 1991). La présentation de l'aliment – sous la forme de farine ou de granulés – a donc une influence sur les performances obtenues avec ces nourrisseurs.

Du point de vue comportemental, une réduction du temps d'alimentation (Gonyou et Lou, 2000 ; McDonald et Gonyou, 2001), de la fréquence des visites et du taux d'occupation des nourrisseurs (Gonyou et Lou, 2000) a été rapportée lors de la distribution de farine dans des modèles permettant de mouiller l'aliment, en comparaison avec des modèles de type sec. La réduction de la fréquence des visites trouve au moins partiellement son explication dans le fait que, lorsque les deux ressources sont rassemblées au même endroit, les porcs ne doivent pas interrompre sans arrêt leur repas pour aller boire (Gonyou, 1999). La réduction du temps d'alimentation s'explique quant à elle aisément quand on sait que la vitesse d'ingestion de la farine par des porcs pesant 90 kg passe de 42 à 124 g/min lorsqu'elle est mélangée à poids égal avec de l'eau

plutôt que servie sèche (Gonyou et Lou, 2000). Conséquence pratique : comme ils passent moins de temps à manger, plus de porcs peuvent être nourris à l'aide d'une place à table d'un nourrisseur à abreuvoirs intégrés que d'un modèle de type sec (Gonyou, 1999). Attention toutefois de ne pas généraliser : lorsque l'aliment est présenté sous la forme de granulés, le temps quotidien d'alimentation des porcs à l'engrais n'est pas différent, que l'on utilise un nourrisseur permettant ou non de mouiller l'aliment (McDonald et Gonyou, 2001). Les valeurs des temps d'alimentation rapportées par ces auteurs sont de 106 vs 68 minutes par individu et par jour, respectivement quand les porcs consomment de la farine dans un nourrisseur sec et dans un nourrisseur permettant de mouiller l'aliment ; et 59 vs 60 minutes/porc par jour quand ils reçoivent des granulés dans les mêmes conditions.

Du point de vue environnemental et économique, l'utilisation d'un nourrisseur à abreuvoirs intégrés en engraissement permet de réduire de 30 % environ la consommation d'eau par les porcs (Maton et Daelemans, 1991 ; Christianson *et al.*, 2002) et de 20 à 30 (Maton et Daelemans, 1992) voire 43 % la production de lisier (Christianson *et al.*, 2002). Ces réductions sont imputables à une limitation des gaspillages.

1.2. Nourrisseur monoplace, multiplace ou auge commune

Parmi les nourrisseurs présents sur le marché, on trouve des modèles monoplace (« *single space feeders* ») et des modèles multiplaces (« *multiple space feeders* »). Gonyou (1999) souligne que les nourrisseurs monoplace présentent plusieurs avantages par rapport aux nourrisseurs multiplaces, comme par exemple le fait que, les porcs étant obligés de manger à partir d'une seule place à table, ils la gardent généralement propre et fonctionnelle. Quand un petit groupe utilise un nourrisseur

multiplace, il n'est pas rare en effet de constater que l'une des places à table est souillée ou reste non-utilisée par les porcs de la loge.

Certains nourrisseurs multiplaces présentent des places à table distinctes (photos 2, 4, 5, 8 et 12). D'autres, au contraire, sont équipés d'une auge commune de forme rectangulaire consistant en une table d'alimentation (« *communal-rectangular feeder* ») (photos 9 et 10) ou ressemblant à un bol circulaire large et plat (« *communal-circular feeder* ») (photos 6 et 13). Certains modèles à auge commune, commercialisés depuis les années '90, sont approvisionnés par un tube (« *tube-feeders* ») auquel ils doivent leur nom. Actuellement, la plupart des fabricants de ces nourrisseurs proposent deux modèles, l'un, toujours en forme de tube, pour un approvisionnement automatique (photo 10) et l'autre, équipé d'une trémie en forme d'entonnoir, pour un approvisionnement manuel à l'aide de sacs (photos 9 et 13). L'aliment, présenté sous la forme de farine, de miettes ou de granulés, est soit directement disponible en bas du tube ou moyennant l'activation d'un dispositif prévenant l'introduction d'eau dans le tube et donc la formation de bouchons (Gonyou, 1999).

Quand on envisage l'équipement d'alimentation d'une loge, après avoir décidé le mode de distribution et la présentation de l'aliment, il est essentiel de prévoir un nombre de places à table suffisant de façon à permettre aux porcs d'exprimer pleinement leur potentiel de croissance.

2. Facteurs à prendre en compte pour déterminer le nombre de places à table nécessaire

La capacité d'accueil d'un nourrisseur peut être exprimée par le nombre de places à table disponibles ou par le rapport entre la longueur totale de l'auge et le nombre de porcs présents dans la loge. En se basant sur une relation établie par Baxter

(1984) entre la largeur d'épaules (l , exprimée en cm) et le poids vif des porcs (PV, exprimé en kg), il est possible de définir la longueur minimum théorique nécessaire à un porc d'un poids donné pour prendre place à table :

$$l = 6 (PV)^{0,33}$$

Grâce à cette formule, en connaissant la longueur totale d'une auge ou de la table d'alimentation d'un nourrisseur, on est en mesure de déterminer le nombre de porcs pouvant théoriquement s'y alimenter simultanément. Durant la période du post-sevrage, avec des porcs conduits de 6 à 25 kg, l'espace nécessaire à un porc pour prendre place à table évolue de 11 à 17 cm environ. En engraissement, pour des porcs conduits de 25 à 110 kg, cet espace évolue de 17 à 28 cm du début à la fin de la période. Il faut cependant être prudent avec ces normes : l'espace à table requis par les besoins comportementaux peut dépasser l'espace répondant aux stricts besoins physiques des animaux (McGlone *et al.*, 1983).

Comme il n'est pas nécessaire, lors d'une distribution *ad libitum* de l'aliment, de permettre à tous les porcs de manger en même temps, le nombre de places à table peut être inférieur au nombre d'animaux présents dans la loge. La restriction du nombre de places permet de réduire les coûts de l'équipement d'alimentation et limite la place au sol qu'il requiert, ce qui est aussi un facteur d'économie. Reste à savoir combien d'animaux peuvent se partager une même place à table sans que leurs performances n'en soient affectées et sans leur occasionner un inconfort trop important. Certaines législations fixent un nombre maximum de porcs par place à table. C'est notamment le cas de la législation allemande qui fixe, comme on l'a vu plus haut, ce nombre à 4 en post-sevrage (Bundesgesetzblatt, 1994) et de la législation suisse qui le fixe à 5, sans préciser le stade de production des porcs (Conseil Fédéral



Photo 10 : aliment sec - abreuvoirs intégrés - auge commune - table d'alimentation



Photo 11 : aliment sec - abreuvoir intégré - monoplace

Suisse, 2001). Ces normes, si elles ont le mérite d'exister, ne sont cependant pas définies en tenant compte de tous les facteurs susceptibles d'interférer avec les besoins des animaux.

A partir du temps nécessaire à un porc pour consommer sa ration quotidienne, il est possible de déterminer le nombre d'individus pouvant théoriquement être nourris à partir d'une place à table. Prenons l'exemple d'un temps d'alimentation de 106 minutes par jour et par porc en engraissement (McDonald et Gonyou, 2001) et considérons une place à table occupée 100 % du temps, tant durant le jour que la nuit. En divisant 24 heures (soit 1440 minutes) par 106, on obtient une valeur de 13,6. Treize à quatorze porcs devraient théoriquement pouvoir partager une même place à table dans ces circonstances. Il faudrait cependant alors qu'il y ait une succession ininterrompue et « ordonnée » des porcs à l'auge au cours des 24 heures.



Photo 12 : aliment sec – abreuvoirs intégrés – multi-place – linéaire



Photo 13 : aliment sec – abreuvoirs intégrés – auge commune – circulaire

C'est difficile à concevoir quand on sait la préférence des porcs pour une activité alimentaire diurne (Auffray et Marcilloux, 1980 ; Labroue *et al.*, 1999), particulièrement concentrées sur deux pics quotidiens d'alimentation (de Haer et Mercks, 1992 ; Kérébel *et al.*, 2000 ; O'Connell *et al.*, 2002). En partant du principe que les porcs doivent pouvoir s'alimenter sur une période plus courte que 24 heures, la valeur théorique proposée plus haut doit être revue à la baisse. En considérant arbitrairement une période « diurne » de 16 heures au lieu de 24, la recommandation passerait de 14 à 9 porcs par place à table.

Le critère de base pour déterminer le ratio porcs/place à table est, comme vu ci-dessus, le temps quotidien d'alimentation. Or celui-ci peut varier dans une large mesure en fonction du gabarit (l'âge) des animaux, mais aussi de la présentation et du mode de distribution de l'aliment. Les recommandations devraient donc tenir compte de ces éléments.

2.1. Influence du gabarit des porcs

Au fur et à mesure de leur croissance, la quantité d'aliment ingérée

quotidiennement par les porcs augmente progressivement, passant approximativement de 150 g au cours de la première semaine suivant le sevrage (Bruininx *et al.*, 2002a) à un kilo en fin de post-sevrage. En engraissement, la quantité d'aliment passe d'un à trois kilos respectivement en début et en fin de période. Parallèlement, les porcs mangent de plus en plus vite : des vitesses d'ingestion de l'ordre de 5 g/minute et de 30 à 45 g/minute sont rapportées respectivement en post-sevrage (Bruininx *et al.*, 2002b) et en engraissement (de Haer et Mercks, 1992 ; Gonyou et Lou, 2000). De même, Bigelow et Houpt (1988) ont rapporté, pour des porcs hébergés individuellement, des vitesses d'ingestion évoluant de 9 à 29 g/minute entre les poids de 20 à 120 kg.

En engraissement, les porcs nourris *ad libitum* passent de moins en moins de temps à table. Delcourt et collaborateurs (2001) ont rapporté des temps d'alimentation quotidiens diminuant de 1,1 à 0,6 h par animal entre le premier et le quatrième mois d'engraissement. Les porcs visitent également le nourrisseur de moins en moins souvent (Walker, 1991 ; Gonyou et Lou, 2000). En conséquence, le nombre maximum de porcs qui peuvent être nourris à l'aide d'une place à table est supérieur en fin de période d'engraissement par rapport au début (Walker, 1991 ; Gonyou et Lou, 2000). Sur le terrain, l'équipement des loges n'est pas modifié en cours d'engraissement : comme le gabarit des porcs augmente progressivement, le nombre de places à table disponibles tend à diminuer du début à la fin de la période. Ces deux tendances, à savoir la réduction progressive du nombre de places disponibles pour un nourrisseur donné et l'augmentation du nombre de porcs pouvant se partager une même place, peuvent se compenser au moins partiellement au fur et à mesure de l'engraissement. Encore

faut-il que le débit du nourrisseur permette aux porcs de s'alimenter aussi rapidement qu'ils sont capables de le faire (Gonyou et Lou, 2000).

2.2. Influence de l'aliment

On l'a vu précédemment, les porcs consomment plus rapidement un aliment présenté sous la forme de granulés que sous la forme de farine (McDonald et Gonyou, 2001). De même, la farine mouillée est consommée plus rapidement que la farine sèche (Gonyou et Lou, 2000 ; McDonald et Gonyou, 2001). En conséquence, lorsque l'aliment est présenté sous la forme de granulés plutôt que de farine ou lorsque les porcs peuvent mouiller la farine, le nombre de porcs pouvant être nourris à l'aide d'une place à table augmente (Gonyou et Lou, 2000).

3. Impact d'un nombre insuffisant de places à table sur les performances et le comportement des porcs

Diverses études ont comparé les performances des porcs selon le nombre d'animaux prévus par place à table disponible.

3.1. En période d'engraissement

Les études concernant les porcs à l'engrais (Hansen *et al.*, 1982 ; Morrow et Walker, 1994a ; Nielsen *et al.*, 1995a ; Nielsen *et al.*, 1996 ; Gonyou et Lou, 2000 ; Turner *et al.*, 2002) montrent que jusqu'à 20 porcs par place, les performances sont peu affectées par la valeur du ratio. Dans une certaine mesure, les animaux semblent en effet capables de s'adapter à une augmentation du nombre d'individus par place en modifiant leur pattern alimentaire. Ces changements consistent en l'augmentation de la vitesse d'ingestion (Hyun et Ellis, 2002) et/ou en des visites moins nombreuses mais plus longues au cours desquelles les porcs mangent davantage d'aliment (Nielsen *et al.*, 1996). Sur 24 heures,

les porcs, bien qu'étant moins présents à table (Nielsen *et al.*, 1995a ; Gonyou et Lou, 2000), consomment des quantités équivalentes aux quantités consommées par des animaux placés dans des conditions plus confortables.

Si les performances moyennes (gain quotidien moyen ; indice de consommation) du groupe sont généralement peu affectées par le *ratio* « porcs par place » quand il est inférieur ou égal à 20:1, une plus grande hétérogénéité des performances individuelles a toutefois été rapportée par Hansen et collaborateurs (1982). Cette équipe a en effet montré que l'activité alimentaire, la vitesse de croissance et le niveau d'agression sont en rapport avec le statut hiérarchique déjà avec un *ratio* 8:1, ce qui n'était pas le cas avec les *ratios* 8:4 ou 8:5. Des interactions agressives plus nombreuses ont été rapportées au sein de groupes disposant d'une place à table pour 20 porcs en comparaison avec des groupes disposant d'une place pour 10 individus. Ces interactions consistaient tantôt en retraits forcés (Morrow et Walker, 1994a) tantôt en morsures (Spoolder *et al.*, 1999). L'augmentation de la charge par place à table conduit à une augmentation de la compétition autour du nourrisseur qui peut être particulièrement préjudiciable aux porcs situés dans le bas de la hiérarchie du groupe.

En dépassant le seuil des 100 % d'occupation théorique d'un nourrisseur, on observe une diminution de la consommation alimentaire des porcs (McDonald et Gonyou, 2001). La capacité des porcs à adapter leur vitesse d'ingestion présente donc des limites qui, lorsqu'elles sont dépassées, les empêchent de maintenir une consommation alimentaire optimale. L'effet d'un *ratio* « porcs par place » élevé se manifeste davantage en début qu'en fin de période d'engraissement (Hyun et Ellis, 2001 ; 2002), ce qui

est attendu au vu de la diminution du temps quotidien d'alimentation avec l'âge.

Selon Spoolder et collaborateurs (1999), d'un point de vue comportemental, une place à table pour 20 porcs est insuffisante pour un bien-être optimal des animaux (même lors de la distribution de granulés, comme ce fut le cas dans leur étude ; communication personnelle, 2004). Les recommandations pour les porcs à l'engrais, tant du point de vue du bien-être que de la productivité, sont de l'ordre de 10 (Walker, 1990b) à 12 porcs par place à table (Gonyou et Lou, 2000).

3.2. En période de post-sevrage

En post-sevrage, peu d'études ont comparé l'effet du nombre de places à table disponibles sur le comportement et les performances des porcelets. Kircher et collaborateurs (2000) ont utilisé un nourrisseur de type "tube" dans des loges comptant 40 (*i.e.* un *ratio* 6,7 porcs :1 place) ou 60 porcelets sevrés (*i.e.* un *ratio* 10:1) afin de comparer les performances ainsi que les comportements alimentaire et social des animaux nourris avec des granulés (communication personnelle). Ni les vitesses de croissance moyennes des porcelets ni la gravité des lésions cutanées n'ont été significativement influencées par le nombre de porcelets par place. Seule la variabilité des performances entre les individus a été plus importante au sein des groupes comptant 60 porcs. Parallèlement, avec 60 porcs par groupe, les périodes de sur-occupation (*i.e.* plus de porcs présents que de places disponibles) du nourrisseur ont été de plus longue durée. Dans une autre étude, où la présentation de l'aliment utilisé n'a pas été clairement définie, des porcelets disposant d'une place à table pour 2 à 5 individus n'ont pas présenté des performances différentes de celles de porcelets disposant d'une place à table par animal (Lindemann *et al.*, 1987). Avec un *ratio* 6:1 par

contre, une réduction significative de la consommation alimentaire et de la vitesse de croissance des porcelets a été rapportée par cette même équipe.

Contrairement à ce qui se passe en engraissement, c'est en fin de post-sevrage que la saturation d'une place à table semble poser le plus de problèmes. Cette différence pourrait s'expliquer par la faible vitesse d'ingestion des porcelets en post-sevrage qui, si elle augmente progressivement de 3 à 7 g/minute entre l'âge de 4 et 8 semaines (Bruininx *et al.*, 2002b), ne semble pas à même de contrebalancer l'évolution de la consommation d'aliment, qui est multipliée par 7 environ. Ainsi par exemple, des loges comptant 108 porcelets conduits de 5 à 31 kg – étude menée entre l'âge de 2 et 10 semaines – ont été équipées d'une longueur d'auge de 2 ou de 4 cm par animal. Cette situation, entre l'âge de 8 et 10 semaines, correspondait à une place à table disponible pour 9 vs 5 porcelets. Malgré des consommations similaires au sein des deux groupes, les porcelets disposant d'une place pour neuf ont présenté en fin de période de post-sevrage une vitesse de croissance inférieure se concrétisant par une réduction globale du gain quotidien moyen sur la totalité de la période (Wolter *et al.*, 2002).

En post-sevrage, Lindemann et collaborateurs (1987) recommandent un minimum de 3 places à table pour 12 porcelets, sans préciser toutefois la présentation de l'aliment distribué. La législation allemande, rappelons-le, mentionne le même *ratio* de 4 porcs par place (Bundesgesetzblatt, 1994). Avec un nourrisseur de type "tube", Kircher et collaborateurs (2000) recommandent de ne pas dépasser 10 porcs par place à table (une recommandation basée sur une étude au cours de laquelle des granulés étaient distribués).

4. Aménagements visant à limiter le gaspillage et les interactions agressives durant les repas

4.1. Les dispositifs anti-gaspillage

En engraissement, le gaspillage est estimé à 10-15 % de la totalité de l'aliment utilisé : les plus faibles niveaux avoisinent 4 % et les valeurs supérieures atteignent jusqu'à 30 % (Hutson, 1997). Les pertes alimentaires surviennent de manière directe, lorsque les porcs grattent le fond de l'auge avec leurs pattes ou fouillent dans celle-ci avec le groin (Hutson, 1997), mais aussi de manière indirecte, lors des combats survenant au cours des repas et lorsque les porcs ressortent la tête du nourrisseur alors qu'ils n'ont pas fini d'ingérer l'aliment (Gonyou, 1999). Gonyou (cité par Spencer, 2002) a estimé que, lorsqu'un porc sort la tête du nourrisseur, il peut porter 1,5 g d'aliment sur la face, ce qui peut représenter 90 g par jour, soit un gaspillage de près de 33 kg d'aliment par porc et par an ! Selon Gonyou (1999), les porcs en début d'engraissement gaspillent davantage (de l'ordre de 4,4 %) que les porcs en finition (de l'ordre de 2,4 %) à cause d'une fréquence plus élevée de deux comportements : les combats et le fait de marcher dans le nourrisseur. Aux Etats-Unis, dans le « *wean-to-finish system* », les unités sont équipées – nourrisseur compris – pour héberger les porcs du sevrage à la finition (Gonyou, 1999). Ceci ne va pas sans poser quelques problèmes. En effet, avec des nourrisseurs destinés à alimenter des animaux pesant entre 7 et 120 kg, les porcelets récemment sevrés doivent se tenir debout dans l'auge afin de s'alimenter. Plus tard, la largeur d'une place à table utilisable par un porc en finition permet à deux porcs pesant 25 kg de s'engager dans le nourrisseur, ce qui favorise les combats (Gonyou, 1999).

Pour éviter que les porcs n'avancent avec les membres antérieurs dans

l'auge, il faut en limiter la profondeur (distance antéro-postérieure).

Attention toutefois : une auge trop peu profonde conduit les porcs à se placer « en diagonale » pour accéder à l'aliment. Cette position favorise le gaspillage en encourageant les porcs à manger sans avoir la tête au-dessus de l'auge ; elle diminue également le nombre d'animaux qui peuvent y accéder dans le cas d'un nourrisseur multiplace (Taylor et Curtis, 1989). Dans les unités hébergeant des porcs pesant entre 25 et 110 kg, la profondeur devrait avoisiner 20 à 30 cm et l'auge devrait être pourvue d'un rebord de 10 à 15 cm de haut qui limite également le risque de déplacement dans le nourrisseur (Lou et Gonyou, 2003).

Des gaspillages peuvent aussi être induits par un mauvais ajustement de l'ouverture du nourrisseur, c'est-à-dire de l'espace permettant à l'aliment de descendre de la trémie vers l'auge. Une ouverture trop importante favorise le gaspillage mais une trop faible ouverture favorise la formation de bouchons limitant l'accès des porcs à l'aliment, avec pour conséquence une diminution de leur consommation et de leur vitesse de croissance. Le temps passé à table par les porcs est aussi influencé par cet ajustement. A titre d'exemple, Smith et collaborateurs (2004) ont observé qu'avec une ouverture de l'ordre de 9 mm, des porcelets sevrés consacraient chacun, en moyenne, 142 minutes par jour à manger au cours de la seconde semaine de post-sevrage, contre seulement 118 minutes/jour avec une ouverture de 12 mm environ. Selon ces auteurs, l'ajustement optimal de l'ouverture d'un nourrisseur est atteint lorsque 25 à 60 % de la surface de l'auge est en permanence dépourvue d'aliment, quelle qu'en soit la présentation (farine, miettes ou granulés).

En engraissement, l'ajustement du débit d'un nourrisseur monoplace à abreuvoir intégré, de manière à ce qu'il délivre 5,3 plutôt que 1,4 g par pression exercée par les porcs à l'aide du groin, a été associé à une augmentation

significative de l'ingéré alimentaire et de la vitesse de croissance (Morrow et Walker, 1994b). Aucune amélioration de ces paramètres n'a été constatée par contre lors d'un ajustement passant de 4,8 à 9,3 g par pression. L'ajustement le plus faible (*i.e.* 1,4 g par pression) a été associé à une augmentation du temps d'alimentation quotidien. De plus, le nombre de retraits du nourrisseur consécutifs à une agression et l'incidence des épisodes d'attente devant le nourrisseur ont été significativement plus élevés dans ce cas. Selon ces auteurs, avec 10 porcs par place à table et un aliment présenté sous la forme de farine, les performances des porcs à l'engrais sont maximisées avec un ajustement permettant un débit de 5 g par pression. D'un point de vue comportemental, les agressions et les attentes devant le nourrisseur sont encore réduites quand le débit est augmenté jusqu'à 7 g par pression, tout en évitant une augmentation du gaspillage.

4.2. Les dispositifs limitant les interactions agressives

Dans les centres de recherche et de sélection, des nourrisseurs électroniques strictement monoplaces sont utilisés pour surveiller la consommation alimentaire individuelle de porcs à l'engrais logés en groupe (Nielsen *et al.*, 1995b). Ces porcs sont équipés d'une puce électronique et il est indispensable, pour une bonne détection de celle-ci par le récepteur placé dans le nourrisseur, que seul un porc à la fois accède à l'auge. Selon les modèles, l'accès au nourrisseur est plus ou moins protégé : cela va d'une simple protection de la tête de l'animal présent à table à la présence d'une cage le protégeant complètement, la fermeture automatique de la porte empêchant l'arrivée d'un second individu.

D'après des études comparatives, la présence d'une cage de protection a été associée à une moindre consommation alimentaire des porcs induisant un meilleur indice de

consommation (Hyun et Ellis, 2001) ou n'a au contraire, pas eu d'influence (Morrow et Walker, 1994c ; Nielsen *et al.*, 1995b). Au niveau du comportement alimentaire, la cage a eu pour effet de réduire quasi de moitié le nombre de visites quotidiennes du nourrisseur (Morrow et Walker, 1994c) et/ou d'augmenter la durée de chaque visite (Morrow et Walker, 1994c ; Nielsen *et al.*, 1995b), les porcs ingérant une plus grande quantité d'aliment par visite (Nielsen *et al.*, 1995b). Selon Morrow et Walker (1994c), lorsqu'une place à table est équipée d'une cage de protection, déloger un porc occupé à manger devient plus difficile et la compétition autour du nourrisseur se traduit par des visites plus longues et moins fréquentes. Ce pattern alimentaire est semblable à celui qui est observé lorsque le *ratio* « porcs par place » à table augmente dans une loge (*i.e.* une compétition plus importante). Nielsen et collaborateurs (1995b) expliquent ce phénomène par le fait qu'une cage de protection, si elle protège davantage les porcs, rend également l'accès à l'aliment plus difficile : l'accès moins aisé à l'auge induirait le même pattern alimentaire qu'une compétition accrue.

L'utilisation d'un nourrisseur multiplace comparée à celle d'un nourrisseur monoplace équipé d'un système de protection a produit l'effet inverse : dans le premier cas, les porcs ont fait des visites plus nombreuses, d'une durée plus courte, au cours desquelles ils ont mangé moins (Nielsen *et al.*, 1996). Cette équipe explique cette situation à la fois par la réduction de la compétition à table et par des comportements allélométriques : d'une part 61 % des visites étaient initiées tandis qu'un ou plusieurs porcs étaient déjà présents à table et d'autre part, les porcs s'installaient préférentiellement à côté d'un porc déjà occupé à manger.

Sur le terrain, les cages de protection ne sont utilisées que dans le cas de l'alimentation des truies en groupe. Des systèmes de protection plus simples sont par contre utilisés fréquemment par les constructeurs. Ils consistent en des barres

métalliques ou en des panneaux pleins délimitant les différentes places à table (Taylor et Curtis, 1989). Il est intéressant de souligner que, naturellement, les porcs abordent le nourrisseur non pas perpendiculairement, mais bien avec un angle de 30°. De même, ils tournent la tête lorsqu'ils accèdent à l'auge, lui imprimant un angle de 45 à 55° par rapport à la verticale. Lorsqu'un nourrisseur est équipé de panneaux latéraux limitant les agressions à table, il est possible que ces attitudes naturelles soient entravées (Lou et Gonyou, 2003).

Le recours à des places à table multiples permet déjà de limiter les agressions. O'Connell et collaborateurs (2002), en post-sevrage, ont par exemple rapporté des comportements agressifs à table, comme les coups de tête et l'« expulsion » des congénères, moins nombreux autour de nourrisseurs multiplaces par rapport à un modèle monoplace ou à auge commune.

La forme même du nourrisseur semble avoir de l'importance (Vargas *et al.*, 1987). Cette équipe a observé qu'un nourrisseur circulaire permet aux porcs de se déplacer autour de l'auge sans la quitter, même quand la compétition est présente, ce qui pourrait influencer favorablement le temps passé à table par les porcs.

5. Position et répartition des nourrisseurs dans les loges

La position du ou des nourrisseur(s) dans la loge a son importance. En effet, si quand il se repose le porc est souvent en contact direct avec ses congénères, quand il mange, il peut avoir besoin de se trouver à une certaine distance de ceux-ci de manière à ne pas réagir avec peur ou agressivité (Hansen *et al.*, 1982). La position du nourrisseur doit permettre aux porcs de ne pas être dérangés quand ils s'alimentent et à leurs congénères de pouvoir à tout moment se déplacer aisément d'un bout à l'autre de la loge. Pour cette raison, Gonyou (1999) recommande,

dans les groupes de petite à moyenne taille, de placer le nourrisseur dans un coin ou le long d'un mur plutôt qu'au milieu de la loge et de l'orienter de façon à ce que les porcs à table soient positionnés le long d'un mur quand ils mangent. Dans des groupes de grandes taille (100 porcs et plus), c'est souvent au centre de la loge que sont positionnés les nourrisseurs et les abreuvoirs : les distributeurs n'empêchent pas les porcs de circuler dans la loge et la distance parcourue pour obtenir l'aliment est minimisée (Gonyou, 1999).

La répartition des nourrisseurs au sein de la loge ne semble pas, quant à elle, revêtir une grande importance. En post-sevrage, dans des loges comptant 100 porcelets, des nourrisseurs multiplaces ont été rassemblés en un seul point de la loge ou au contraire, dispersés à cinq endroits différents, de manière à comparer un éventuel effet sur la consommation alimentaire ou sur la vitesse de croissance (Wolter *et al.*, 2000). Aucun effet n'a été constaté. Pareillement, en engraissement, le fait de disposer de nourrisseurs distants de 2 mètres au moins l'un de l'autre plutôt que de nourrisseurs juxtaposés n'a pas engendré de différence de consommation alimentaire ou de vitesse de croissance (Morrow et Walker, 1994a). Seules des modifications comportementales ont été rapportées : le nombre de visites quotidiennes au nourrisseur par porc a diminué et la durée moyenne de chaque visite a eu tendance à augmenter avec les nourrisseurs séparés (Morrow et Walker, 1994a).

CONCLUSIONS

Pour que les porcelets puissent optimiser leur potentiel génétique de croissance, ils doivent bien évidemment recevoir un aliment de qualité en quantité appropriée. S'il s'agit d'un élément déterminant, il convient cependant de ne pas négliger la façon dont cet aliment va être mis à leur disposition.

Cet article a mis en évidence la diversité des nourrisseurs proposés sur le marché et a montré que les caractéristiques de l'équipement d'alimentation des loges, tout particulièrement le rapport entre le nombre de porcs et le nombre de places à table disponibles, pouvaient interférer avec les performances des animaux. Ceux-ci présentent des capacités d'adaptation à des situations non optimales mais il y a des limites à ne pas dépasser. La plupart des recommandations actuelles concernant la conception et l'utilisation des équipements d'alimentation sont basées sur l'impact qu'elles peuvent avoir sur les performances. Ces dernières ne reflètent cependant pas nécessairement le niveau de confort des animaux et l'importance de l'éventuel effort d'adaptation qui leur est demandé. Pour intégrer ces éléments aux recommandations, il convient d'associer aux relevés des performances les résultats des études sur le comportement alimentaire des animaux. Les informations disponibles à ce propos restent toutefois insuffisantes à ce jour, tout particulièrement en ce qui concerne les porcelets sevrés.

Summary

Factors influencing feeding behaviour and performance of weaned pigs: feeding equipment

Among the most important elements of the nursery pen design, the feeder allows or not the optimisation of pigs' performance. Two principal design features can characterize a feeder: the way pigs will be fed (wet, dry or wet/dry) and its capacity, which depends in turn on the trough length or the number of feeding spaces (mono- or multi-space feeder and communal trough). To determine the number of pigs that can be accommodated per feeder, the daily time spent per pig at the feeder – depending on pig size and feed delivered – must be taken into account. Recommendations of 4 to 10 weaned pigs per feeding space are generally given. Pigs are able to adapt their eating behaviour when crowding occurs but sub-

optimal situations may reduce feed intake and productivity and even impair welfare. Some particularities of the feeder such as limited depth, feeder gap opening, lip height, side panels or protective crate can limit feed spillage and/or agonistic interactions at the feeder. Feeder position in the pen should prevent pigs to be disturbed while eating and allow free movement of penmates.

RÉFÉRENCES

- ANDERSON D.M., VANLUNEN T.A., SPROULE D. Performance of grower finisher pigs obtaining feed from dry feeders or wet/dry feeders with different feeding spaces. *Can. J. Anim. Sci.*, 1990, **70**, 1197-1198.
- AUFFRAY P, MARCILLOUX JC. Analysis of porcine feeding patterns from weaning to adulthood. *Reprod. Nutr. Dev.*, 1980, **20**, 1625-1632.
- BAXTER S. Feeding and watering system. In : Baxter S. (Ed.), *Intensive pig production: environmental management and design*. Granada Publishing: London, 1984, 317-344.
- BAXTER M.R. Design of a new feeder for pigs. *Farm Build. Progr.*, 1989, **96**, 19-22.
- BIGELOW J.A., HOUP T.R. Feeding and drinking patterns in young pigs. *Physiol. Behav.*, 1988, **43**, 99-109.
- BROOKS P.H., MORAN C.A., BEAL J.D., DEMECKOVA V., CAMPBELL A. Liquid feeding for the young piglet. In: Varley M.A., Wiseman J. (Eds.), *The weaner pig: nutrition and management*. Cromwell Press: Trowbridge, 2001, 153-178.
- BRUININX E.M.A.M., BINNENDIJK G.P., VAN DER PEET-SCHWERING C.M.C., SCHRAMA J.W., DEN HARTOG L.A., EVERTS H., BEYEN A.C. Individually measured post-weaning feed intake characteristics of group-housed weaning pigs: effects of individually estimated creep feed consumption and switch to a weaner diet either at or after weaning. In : Utrecht University,

- Individually measured feed intake characteristics in group-housed weanling pigs. Ph.D. Thesis : Utrecht, 2002b, 107-121.
- BUNDESGESETZBLATT Teil I. Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (Schweinehaltungsverordnung) , 1994, **9**, 312-315. [en ligne] Adresse URL : <http://www.jura.uni-sb.de/BGBI/TEIL1/1994/19940313.1.HTML> Consulté le 03/09/2004.
- CHRISTIANSON S.K., LEMAY S.P., GONYOU H.W., PATIENCE J.F., CHENARD L. Establishing and comparing the water balance of grower-finisher rooms using dry and wet/dry feeders. *Adv. Pork Prod.*, 2002, **13**, abstract 11.
- CONSEIL FEDERAL SUISSE. Ordonnance sur la protection des animaux du 27 mai 1981. [en ligne] Adresse URL : http://www.admin.ch/ch/f/rs/455_1/ Consulté le 05/10/2004.
- CORRIGAN B.P. The effects of feeding management on growth performance and survivability of newly weaned pigs. (2002) [en ligne] Adresse URL : http://labs.ansci.uiuc.edu/ellislab/ISP_Publications/Brendan's%20MS%20thesis.pdf Consulté le 05/07/2005.
- DE HAER L.C.M., MERCKX J.W.M. Patterns of daily food intake in growing pigs. *Anim. Prod.*, 1992, **54**, 95-104.
- DELCOURT M., VANDENHEEDE M., DESIRON A., LAITAT M., CANART B., NICKS B. Emissions d'ammoniac, de protoxyde d'azote, de méthane, de gaz carbonique et de vapeur d'eau lors de l'élevage de porcs charcutiers sur litière accumulée de sciure : quantification et corrélations avec le niveau d'activité des animaux. *Ann. Méd. Vét.*, 2001, **145**, 357-364.
- DEPREZ P., DEROOSE P., VAN DEN HENDE C., MUYLLE E., OYAERT W. Liquid versus dry feeding in weaned piglets : the influence on small intestinal morphology. *J. Vet. Med. B*, 1987, **34**, 254-259.
- GONYOU H.W. Feeder and pen design to increase efficiency. *Adv. Pork Prod.*, 1999, **10**, 103-113.
- GONYOU H.W., LOU Z. Effects of eating space and availability of water in feeders on productivity and eating behavior of grower/finisher pigs. *J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, 865-870.
- GONYOU H.W. Gestating sows : all group housing is not the same, but neither are all stalls. (2004) [en ligne] Adresse URL : <http://www.prairieswine.usask.ca/whatsnew/November2004/Gestating.htm> Consulté le 04/11/2004.
- HANSEN L.L., HAGELSO A.M., MADSEN A. Behavioural results and performance of bacon pigs fed «*ad libitum*» from one or several self-feeders. *Appl. Anim. Ethol.*, 1982, **8**, 307-333.
- HESSEL E.F., CORDES K., VAN DEN WEGHE H. Rearing piglets with a sensor controlled mash feeder : performance, eating behaviour and animal health compared with the conventional tube feeder. In : van der Honing Y. (Ed.), Book of abstracts of the 54th Annual meeting of the European Association for Animal Production : Rome, August 31st - September 3rd, 2003. Wageningen Academic Publishers : Wageningen, 2003, 201.
- HUTSON G. Look how much feed is wasted. *Pig Int.*, 1997, **27**, 21-22.
- HYUN Y., ELLIS M. Effect of group size and feeder type on growth performance and feeding patterns in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 803-810.
- HYUN Y., ELLIS M. Effect of group size and feeder type on growth performance and feeding patterns in finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 2002, **80**, 568-574.
- INSTITUTTECHNIQUE DU PORC. La gestion et l'audit de l'atelier de porcs. In : Institut Technique du Porc, Mémento de l'éleveur de porc. Institut Technique du Porc : Paris, 2000, 289-323.
- KEREBEL C., GERAULT P., EVENO E., CARIOLET R., HUONNIC D., MADEC F. Le comportement alimentaire du porcelet au moment du sevrage. In : Institut National de la Recherche Agronomique (France), Institut technique du porc, 32^e Journées de la Recherche porcine en France : Paris, 1^{er}, 2 et 3 février 2000. Institut technique du porc : Paris, 2000, 151-156.
- KIRCHER A., WEBER R., WECHSLER B., JUNGBLUTH T. The effect of the animal/feeding place ratio on the behaviour and performance of weaned pigs fed at a tube feeder. In : Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, 2000, 120-127.
- LABROUE F, GUEBLEZ R, MEUNIER-SALAÜN M-C, SELLIER P. Feed intake behaviour of group-housed Piétrain and Large White growing pigs. *Ann. Zootech.*, 1999, **48**, 247-261.
- LAWLOR P.G., LYNCH P.B., GARDINER G.E., CAFFREY P.J., O'DOHERTY J.V. Effect of liquid feeding weaned pigs on growth performance to harvest. *J. Anim. Sci.*, 2002, **80**, 1725-1735.

- LE BAS D. Sec et soupe sur la même auge : des nouveaux nourrisseurs PS. *Porc mag.*, 2004a, **382**, 46-48.
- LE BAS D. Alimentation au sevrage : pourquoi la bouillie prend? *Porc mag.*, 2004b, **382**, 61-68.
- LINDEMANN M.D., KORNEGAY E.T., MELDRUM J.B., SCHURIG G., GWAZDAUSKAS F.C. The effect of feeder space allowance on weaned pig performance. *J. Anim. Sci.*, 1987, **64**, 8-14.
- LOU Z., GONYOU H.W. An ergonomic evaluation of feeder design. (2003) [en ligne] Adresse URL : <http://www.prairieswine.com/whatsnew/june03/FeederDesign.PDF> Consulté le 05/07/2005.
- MCDONALD K.A.M., GONYOU H.W. To what extent can pigs adapt to a spatially restricted food source ? In : Proceedings of the 35th International congress of the International Society for Applied Ethology, University of California : Davis, August 4-9, 2001, 2001, 89.
- MCGLONE J.J., HEALD T.E., HAYDEN S.L. Physical and behavioral measures of feeding space for nursery-age swine. *J. Anim. Sci.*, 1983, **57**, 140.
- MATON A., DAELEMANS J. Study of the wet-feed hopper versus the dry-feed hopper for finishing pigs. *Rev. Agric.*, 1991, **44**, 763-773.
- MATON A., DAELEMANS J. The impact of feeding devices on water consumption by finishing pigs. *Rev. Agric.*, 1992, **45**, 685-690.
- MAVROMICHALIS I., BAKER D.H. Floor-feeding enhances early appetite of weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, suppl. 2, 52.
- MORROW A.T.S., WALKER N. Effects of number and siting of single-space feeders on performance and feeding behaviour of growing pigs. *J. Agr. Sci.*, 1994a, **122**, 465-470.
- MORROW A.T.S., WALKER N. The behavioural and production responses of finishing pigs to increasing workload to obtain food *ad libitum* from hopper feeders. *Anim. Prod.*, 1994b, **59**, 125-129.
- MORROW A.T.S., WALKER N. A note on changes to feeding behaviour of growing pigs by fitting stalls to single-space feeders. *Anim. Prod.*, 1994c, **59**, 151-153.
- NIELSEN B.L., LAWRENCE A.B., WHITTEMORE C.T. Effect of group size on feeding behaviour, social behaviour, and performance of growing pigs using single-space feeders. *Livest. Prod. Sci.*, 1995a, **44**, 73-85.
- NIELSEN B.L., LAWRENCE A.B., WHITTEMORE C.T. Effects of single-space feeder design on feeding behaviour and performance of growin pigs. *Anim. Sci.*, 1995b, **61**, 575-579.
- NIELSEN B.L., LAWRENCE A.B., WHITTEMORE C.T. Feeding behaviour of growing pigs using single or multi-space feeders. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 1996, **47**, 235-246.
- O'CONNELL N.E., BEATTIE V.E., WEATHERUP R.N. Influence of feeder type on the performance and behaviour of weaned pigs. *Livest. Prod. Sci.*, 2002, **74**, 13-17.
- OFFICE VETERINAIRE FEDERAL SUISSE. Protection des animaux: directives et informations, aides à l'exécution de la législation - animaux de rente – porcs. (2004) [en ligne] Adresse URL : <http://www.bvet.admin.ch/tierschutz/vollzugshilfen/haltungssysteme/>
- Merkblatt_futterplatz_f.pdf Consulté le 08/09/2004.
- PATTERSON D.C. A comparison of offering meal and pellets to finishing pigs from self-feed hoppers with and without built-in watering. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1991, **34**, 29-36.
- PLUSKE J.R., WILLIAMS I.H. The influence of feeder type and the method of group allocation at weaning on voluntary food intake and growth in piglets. *Anim. Sci.*, 1996, **62**, 115-120.
- PLUSKE J.R., WILLIAMS I.H., AHERNE F.X. Maintenance of villous height and crypt depth in piglets by providing continuous nutrition after weaning. *Anim. Sci.*, 1996, **62**, 131-144.
- RUSSELL P.J., GEARY T.M., BROOKS P.H., CAMPBELL A. Performance, water use and effluent output of weaner pigs fed *ad libitum* with either dry pellets or liquid feed and the role of microbial activity in the liquid feed. *J. Sci. Food. Agric.*, 1996, **72**, 8-16.
- SERVICE PUBLIC FEDERAL – SANTE PUBLIQUE, SECURITE DE LA CHAINE ALIMENTAIRE ET ENVIRONNEMENT. Arrêté Royal du 15 mars 2003 relatif à la protection des porcs dans les élevages porcins. *Monit. Belg.*, 2003.
- SMITH L.F., BEAULIEU A.D., PATIENCE J.F., GONYOU H.W., BOYD R.D. The impact of feeder adjustment and group size-floor space allowance on the performance of nursery pigs. *J. Swine Health Prod.*, 2004, **12**, 111-118.
- SPENCER A. Feeders: number, type and size. [en ligne] (2002) Adresse URL : <http://www.dpi.qld.gov.au/pigs/14868.html> Consulté le 26/01/2005.

- SPITZ F. Current state of knowledge of wild boar biology. *Pig News Inf.*, 1986, **7**, 171-175.
- SPOOLDER H.A.M., EDWARDS S.A., CORNING S. Effects of group size and feeder space allowance on welfare in finishing pigs. *Anim. Sci.*, 1999, **69**, 481-489.
- STOLBA A., WOOD-GUSH D.G.M. The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Anim. Prod.*, 1989, **48**, 419-425.
- TAYLOR I., CURTIS S. Grower feeders : 11 designs reviewed. *Natl Hog Farmer*, 1989, **34**, 29-39.
- TURNER S.P., DAHLGREN M., AREY D.S., EDWARDS S.A. Effect of social group size and initial live weight on feeder space requirement of growing pigs given food *ad libitum*. *Anim. Sci.*, 2002, **75**, 75-83.
- VARGAS J.V., CRAIG J.V., HINES R.H. Effects of feeding systems on social and feeding behavior and performance of finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 1987, **65**, 463-474.
- WALKER N. A comparison of single- and multi-space feeders for growing pigs fed non-pelleted diets *ad libitum*. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1990a, **30**, 169-173.
- WALKER N. The influence of hopper-type feeders on performance of pigs. *Pig News Inf.*, 1990b, **11**, 31-33.
- WALKER N. The effects on performance and behaviour of number of growing pig per mono-place feeder. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 1991, **35**, 3-13.
- WOLTER B.F., ELLIS M., CURTIS S.E., PARR E.N., WEBEL D.M. Feeder location did not affect performance of weanling pigs in large groups. *J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, 2784-2789.
- WOLTER B.F., ELLIS M., CURTIS S.E., PARR E.N., WEBEL D.M. Effects of feeder-trough space and variation in body weight within a pen of pigs on performance in a wean-to-finish production system. *J. Anim. Sci.*, 2002, **80**, 2241-2246.
- WOROBEC E.K., DUNCAN I.J.H., WIDOWSKI T.M. The effects of weaning at 7, 14 and 28 days on piglet behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 1999, **62**, 173-182.