

Incidence de repas fractionnés et de la familiarité au sevrage sur la santé digestive et les performances des porcelets

Eric ROYER (1), Nathalie LEBAS (2), Marion LAPOUJADE (2), Robert GRANIER (2)

(1) IFIP-institut du porc, 34 bd de la gare, 31500 Toulouse, France

(2) IFIP-institut du porc, 258 rte de la Mathébie, 12200 Villefranche-de-Rouergue, France

eric.royer@ifip.asso.fr

Avec la collaboration de Mathilde DUBARRY, Sabine HADIDOU, Guillaume FAGLIN, Marc LAFAGE, Sébastien PONS, Gérard ROQUES, Benjamin THOMAS, Etienne de VEYRAC (GIE Villefranche GS), Valérie COURBOULAY, Laurent ALIBERT (IFIP), ainsi que d'Angélique CROUZET (El Purpan), Julie TRANCHANT (Université Tours) et Claire MINDUS (ENSAT) lors de leurs stages.

Incidence de repas fractionnés et de la familiarité au sevrage sur la santé digestive et les performances des porcelets

L'étude teste si une alimentation fractionnée en repas en auges longues, combinée ou non à une restriction alimentaire, ou à une limitation du mélange des portées, peut influencer favorablement le comportement alimentaire et la santé digestive des porcelets, dans un contexte de pathologie digestive à *E. coli* O141: K85. Lors des essais 1 et 2, l'aliment est en accès libre au nourrisseur (témoin), ou distribué en auge longue sept fois par jour de 08h00 à 19h30 en quantités ajustées quotidiennement à l'appétit (7M) ou restreintes (R-7M). Pour l'essai 3, les traitements sont 1) témoin, 2) onze repas à l'auge de 07h00 à 22h30 en quantité ajustée après chaque repas à l'appétit (11M), et 3) 11M avec une baisse du nombre de portées par case (11M-FAM). Les repas sont apportés 13, 9 et 10 jours pour les essais 1, 2 et 3, puis l'aliment 1^{er} âge est distribué à volonté au nourrisseur. Dans l'essai 1, la consommation moyenne journalière (CMJ) des traitements 7M et R-7M est inférieure à celle du témoin de J1 à J6 après sevrage (respectivement 217, 196 vs 280 g/j ; $P < 0,01$), mais n'influence pas la fréquence de pathologies digestives. Dans l'essai 2, la CMJ de J1 à J5 tend à être plus élevée pour les cases 7M que R-7M (217 vs 183 g/j ; $P = 0,08$), celle des témoins étant intermédiaire (204 g/j). Entre J13 et J16, 7% des porcs 7M et R-7M sont touchés par la maladie de l'œdème contre 3% des porcs témoins ($P > 0,05$). Dans l'essai 3, la CMJ de J1 à J4 est supérieure pour les traitements 11M et 11M-FAM par rapport au témoin (respectivement 182, 168 et 126 g/j ; $P = 0,01$). L'enregistrement vidéo indique que plus de porcelets 11M et 11M-FAM consomment de l'aliment lors de chaque repas à J1 par rapport aux témoins (75, 80 et 67%, $P = 0,01$). Une alimentation fractionnée peut améliorer la consommation immédiatement après le sevrage, mais ne permet pas le contrôle de la maladie de l'œdème.

Influence of sequential feed distribution and mixing strategy on weaning performance and gut health of piglets

This study assessed whether sequential distribution of meals in long troughs, combined or not with feed restriction, or limitation of litter mixing, could influence feeding behaviour and digestive health of weaned piglets affected by post-weaning colibacillosis and edema disease (ED) of *E. coli* O141:K85. In Exp. 1 and 2, a phase 1 diet was offered *ad libitum* with free access to hoppers (control), or distributed in long troughs seven times a day from 8:00 am to 7:30 pm in quantities adjusted each day to appetite (7M), or restricted (R-7M). In Exp. 3, the treatments were 1) control, 2) eleven meals in troughs from 7:00 am to 10:30 pm with quantities adjusted after each meal to appetite (11M), and 3) 11M with a mixing strategy limiting the number of litters per pen (11M-FAM). The sequential phase duration was 13, 9 and 10 d in Exp. 1, 2 and 3, respectively, after which, using only hoppers, all piglets received the phase 1 diet *ad libitum*. In Exp. 1, 7M and R-7M pigs had lower average daily feed intake (ADFI) than control pigs from d 1-14 (217, 196 and 280 g/d, respectively; $P < 0.01$). However, outbreaks of digestive diseases did not differ between treatments (mean = 4% of piglets). In Exp. 2, ADFI from d 1-5 was higher for 7M pigs than for R-7M pigs (217 vs. 183 g/d, respectively; $P = 0.05$), with control pigs being intermediate (204 g/d). ED outbreaks reached a peak from d 13-16, resulting in an equal number of dead or sick pigs for 7M and R-7M treatments (7%), which was higher than that for the control (3%). In Exp. 3, ADFI from d 1-4 was higher for piglets offered 11M or 11M-FAM treatments than for control piglets (182, 168 and 126 g/d, respectively; $P = 0.01$). Video monitoring showed that the number of animals feeding per meal period was higher on d 1 for 11M and 11M-FAM piglets than for control piglets (75%, 80% and 67%, respectively; $P < 0.01$). Distributing meals in long troughs may briefly increase feed intake during the first days after weaning. The study did not confirm that feed restriction could help control ED.

INTRODUCTION

Le sevrage du porcelet donne lieu à une baisse transitoire, voire un arrêt total de la consommation alimentaire. Ainsi la moitié des porcelets peut ne pas consommer d'aliment lors des 24 premières heures (Bruininx *et al.*, 2002a) et certains peuvent attendre 54 h avant d'effectuer leur premier repas (Brooks *et al.*, 2001). Cet état, qui s'accompagne de profondes modifications fonctionnelles et structurales de l'intestin grêle, induit une perte de poids, de l'ordre de 100 à 250 g dès le jour du sevrage (Bark *et al.*, 1986 ; Le Dividich et Sève, 2000). Chez certains porcelets, cette période peut être suivie par une brutale surcharge alimentaire favorisant la multiplication de bactéries *E. coli* responsables de pathologies digestives (Martineau et Morvan, 2010).

Plusieurs stratégies peuvent être utilisées pour initier l'ingestion chez les porcelets non-mangeurs, ou pour réguler l'appétit des gros mangeurs. En particulier, l'intérêt de la restriction alimentaire en vue de réduire la diarrhée de sevrage est discuté (Sørensen *et al.*, 2009). D'autres approches tentent de bénéficier, après le sevrage, des apprentissages acquis pendant l'allaitement (Dirx-Kuijken *et al.*, 2012). À cet égard, les auges longues permettent à tous les porcelets de s'alimenter en même temps (Svineproduktion, 2010; Dirx-Kuijken *et al.*, 2012). Enfin, la réduction du nombre de portées d'origine dans la case limite le stress social lors du sevrage, ce qui peut améliorer la consommation et les performances (Hötzel *et al.*, 2011; Royer *et al.*, 2011). L'objectif de cette étude est de tester si une alimentation fractionnée en repas en auges longues, combinée ou non à une restriction alimentaire, ou à une limitation du mélange des portées, peut influencer favorablement le comportement alimentaire et la santé digestive des porcelets.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

Trois essais (exp. 1, 2 et 3) d'une durée de 42 ou 43 j utilisent 312 porcelets femelles et mâles castrés (Large White × Landrace) × Piétrain de la station de Villefranche-de-Rouergue (12), sevrés à 28 j d'âge, dans un contexte de pathologie digestive, principalement de maladie de l'œdème à *Escherichia coli* O141: K85.

Lors des exp. 1 et 2, l'aliment de sevrage est offert *ad libitum* avec accès libre aux nourrisseurs (Témoin), ou distribué dans des auges longues en sept repas identiques de 08h00 à 19h30 dont la quantité est ajustée une fois par jour à l'appétit de la case sur 24 h (7M) ou restreinte (R-7M). Pour l'exp. 1, la méthode d'allotement privilégie l'homogénéité du poids dans la case (écart-type moyen : 0,4 kg), ce qui entraîne un nombre élevé de portées d'origine par case : en moyenne 11,3. Pour l'exp. 2, l'allotement privilégie un faible nombre de portées par case (3,9) au détriment de l'homogénéité du poids (écart-type moyen : 1,1 kg). Pour l'exp. 3, les traitements sont 1) Témoin, 2) onze repas à l'auge de 07h00 à 22h30 avec une adaptation dynamique des quantités à l'appétit après chaque repas (11M), et 3) 11M avec un moindre nombre de portées d'origine : 3,5 par case (11M-FAM), alors que les cases Témoin et 11 M comptent 11,3 portées par case. L'homogénéité des cases est identique pour les trois traitements (écart-type moyen : 0,3 kg).

A la station, les symptômes digestifs ne s'expriment que dans l'un des deux bâtiments de post-sevrage, utilisé pour l'étude, en lien avec les stress social et de contention induits par les expérimentations, qui s'ajoutent aux perturbations nutritionnelles et immunitaires du sevrage. Les manipulations ont été adaptées selon l'essai. Lors de l'exp. 1, les porcelets sont séparés de leur mère, transportés jusqu'au bâtiment de post-sevrage et triés par sexe, avant d'être pesés individuellement. Ils sont retriés le lendemain et affectés aux cases définitives. Lors de l'exp. 2, les portées sont regroupées par trois ou quatre à la sortie de la maternité et déplacées ensemble vers le post-sevrage. Pour chaque groupe de portées, les porcelets sont immédiatement pesés et répartis entre trois cases. Dans l'exp. 3, les porcelets sont pesés en maternité la veille du sevrage, ce qui permet de les affecter directement aux cases de post-sevrage le jour du sevrage.

Les porcelets sont mis en lots sur la base du sexe, du poids vif (PV) et de la portée de sevrage, afin de disposer d'animaux homogènes à l'intérieur d'une case et d'un bloc de trois cases équivalentes, affectés aux traitements expérimentaux, avec deux cases de 13 animaux en sexes mélangés par traitement et par classe de poids (lourds, mi-lourds, mi-légers et légers), réparties dans deux salles identiques. Les poids moyens en début d'essai étaient de $8,83 \pm 1,57$, $8,16 \pm 1,09$ et $8,34 \pm 1,82$ kg de PV, respectivement pour les exp. 1, 2 et 3.

En maternité, tous les porcelets reçoivent de l'aliment solide pendant 2 semaines. En post-sevrage, des nourrisseurs de 80 cm sont disposés dans les cases 'Témoin', alors que les autres cases sont équipées d'une auge de 160 cm, soit des longueurs d'auge respectives de 6,1 et 12,3 cm par animal. La distribution des repas commence lorsque les cases sont constituées en milieu de journée, soit 26 h après le sevrage lors de l'exp. 1, les porcelets ayant accès à l'eau et recevant 50 g d'aliment par animal pendant cet intervalle, puis après 7 h lors des exp. 2 et 3, avec seulement un accès à l'eau. Aussi, seulement quatre, trois et six repas sont donnés respectivement le premier jour des exp. 1, 2 et 3. Les repas à l'auge sont apportés manuellement dans des bacs préalablement pesés. En cas de reste dans l'auge, une partie du repas suivant n'est pas distribuée et est pesée. Les éventuels refus sont pesés et leur matière sèche déterminée. La quantité initiale d'aliment proposée aux porcelets 7M est établie par les formules :

$$Y_i = 233 + 5,4 \times PV_j \text{ pour les exp. 1 et 2}$$

$$Y_i = 12 + 23,8 \times PV_j \text{ pour l'exp. 3}$$

où Y_i est la quantité d'aliment en g /animal /jour, et PV_j le PV moyen initial de la case en kg. Lors des exp. 1 et 2, la quantité augmente, si les quatre derniers repas ont été consommés, sur la base de 25 g /j jusqu'à j 4 et de 25 à 75 g /j au-delà. Pour l'exp. 3, cette progression est fortement modulée selon le ratio entre quantité calculée et consommée sur 24 h, et des surplus d'aliment sont donnés aux cases ayant fini le repas à la fin de la distribution. La restriction appliquée aux porcelets R-7M évolue linéairement, de j 1 à j 11, de -20 % à -0 % de la quantité calculée pour les porcelets 7M de la même classe de poids dans l'exp. 1, ainsi que de -20% à -6% de j 1 à j 8 dans l'exp. 2. La durée de la phase fractionnée est respectivement de 13, 9 et 10 jours pour les essais 1, 2 et 3, après quoi les auges sont enlevées. L'ensemble des cases reçoit au nourrisseur l'aliment 1^{er} âge *ad libitum* jusqu'à respectivement j 15, 16 et 14, pour les essais 1, 2 et 3, puis, après la pesée intermédiaire, l'aliment 2^{ème} âge en farine. Les aliments 1^{er} âge

sont formulés à base de céréales crues et transformées, tourteau et graine de soja, lactosérum, protéines concentrées, huile et graisse. Ils contiennent 10,7 MJ d'énergie nette (EN), 192 g de MAT et 1,2 de lysine digestible par MJ EN pour les exp.1 et 2, 10,5 MJ EN, 193 g MAT et 1,2 g lys. dig. /MJ pour l'exp.3. Les aliments 2^{ème} âge sont à base de blé, orge, maïs, tourteaux et huile. Ils contiennent 9,4 MJ, 175 g MAT et 1,2 g lys. dig. /MJ dans les exp. 1 et 2, puis 9,6 MJ, 180 g MAT et 1,2 g lys. dig. /MJ dans l'exp. 3.

1.2. Mesures et calcul

Les porcs sont pesés au sevrage, puis au changement d'aliment et en fin d'essai après 16 h de mise à jeun. La consommation d'aliment est calculée à l'échelle de la case en quantifiant l'ingéré à chaque repas pour les porcs ayant accès aux auges, ou bien, pour les porcs témoins ayant accès aux nourrisseurs, à j 6 et 13 pour l'exp. 1, j 5 et 9 pour l'exp. 2, puis tous les jours jusqu'à j 10 pour l'exp. 3. L'état sanitaire des porcelets est observé quotidiennement lors du premier repas. Les animaux qui meurent ou sont sacrifiés sont autopsiés. La consistance des fèces est observée au sol et fait l'objet d'une notation selon une grille de 1 (moulé segmenté) à 5 (liquide) pour l'ensemble des cases. La propreté des cases est parallèlement évaluée par observation du sol et des bat-flancs et notation selon une grille de 1 (très propre) à 5 (très sale). Les notations sont réalisées deux fois pendant l'exp. 1 (j 7 et 13) et cinq fois pendant l'exp. 2 (j 6, 10, 16, 28 et 34). Lors de l'exp. 3, seule la propreté est évaluée à six reprises (j 10, 17, 24, 31, 38 et 41). Pour l'exp. 3, un enregistrement vidéo continu permet d'observer à j 1 et 2 le comportement alimentaire individuel de 78 porcelets des six cases de deux blocs de mise en lots (PV : 7,5 et 9,1 kg) et identifiés par un marquage sur le dos. Les visites à l'auge (tête engagée, oreilles comprises, dans l'auge pendant plus de 2 secondes), sont dénombrées par séquence de 01h30 correspondant à l'intervalle entre deux distributions. Le délai avant la première visite à l'auge à j 1 est mesuré, et la proportion de séquences avec visite effective est calculée pour les 6 repas à j 1 et les 11 repas de j 2.

1.3. Analyses statistiques

Les performances zootechniques font l'objet d'une analyse de variance (proc GLM, SAS v9.4, SAS Inst., Cary, NC) par période de mesure en utilisant la case comme unité expérimentale et en prenant en compte les effets fixes du traitement (3 modalités), de la classe de PV initial (4 modalités) et leur interaction. Le test de Tukey est utilisé pour les comparaisons de moyennes. Les notes d'aspect des fèces et de propreté des cases, les observations de comportement par animal ne répondant pas aux conditions requises pour l'analyse de variance, elles sont comparées par un test non paramétrique (proc NPAR1WAY). Pour chaque variable, les scores selon la formule de Savage, puis de Kruskal-Wallis pour les comparaisons deux à deux, sont utilisés.

2. RESULTATS

2.1. Exp. 1

La distribution de sept repas identiques au cours de la journée se traduit par une consommation moyenne journalière (CMJ) inférieure à celle des porcelets témoins dès la période initiale de j 1 à j 6 ($P < 0,001$) puis de j 7 à j 14 ($P = 0,05$; Tableau 1). En effet, l'aliment distribué aux porcelets 7M et R-7M est insuffisant à plusieurs reprises, en début et fin de journée,

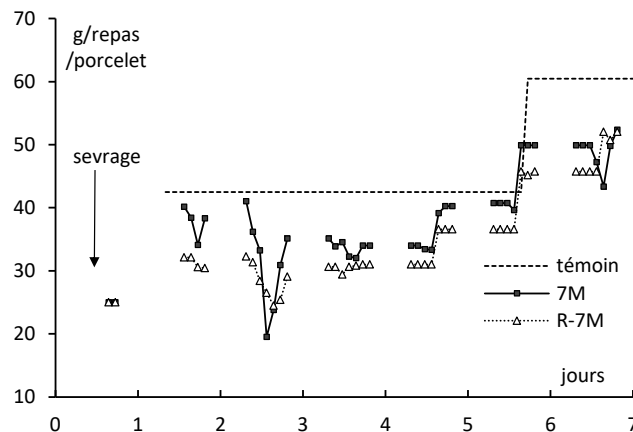


Figure 1 – Evolution de l'ingestion de j 1 à 7 pendant l'exp.1

Tableau 1 – Effets du mode de distribution de l'aliment sur les performances des porcelets de l'exp. 1 selon la période¹

Traitement	Témoin	7M	R-7M	ETR	Stat ²
CMJ³, g/j					
j 1 à 6	280 ^a	217 ^b	196 ^c	16	<0,01
j 6 à 14	431 ^a	393 ^{ab}	389 ^b	20	0,05
1 ^{er} âge, j 1 à 15	349 ^a	305 ^b	294 ^b	20	<0,01
2 ^{ème} âge, j 15 à 43	1132	1128	1124	41	NS
GMQ, g/j					
1 ^{er} âge, j 1 à 15	254 ^a	235 ^{ab}	227 ^b	18	0,03
2 ^{ème} âge, j 15 à 43 ³	627	633	631	27	NS
IC, g/g					
1 ^{er} âge, j 1 à 15 ³	1,38 ^a	1,30 ^b	1,30 ^b	0,06	0,04
2 ^{ème} âge, j 15 à 43	1,80	1,78	1,78	0,03	NS

¹ Les valeurs correspondent aux moyennes ajustées calculées pour huit cases de 13 porcs chacune. La case est l'unité expérimentale. ² Analyse de variance avec en effets fixes le traitement (P-value indiquée), la classe de PV et l'interaction. NS (non significatif) : $P > 0,05$. ETR : écart-type résiduel.

³ L'effet de la classe de PV est significatif au moins au seuil de 5 %.

alors que des refus apparaissent en milieu de journée chez le lot 7M, notamment après j 6 (Figure 1). Les quantités non consommées par les porcelets 7M ne sont pas reportées sur les autres repas, ce qui diminue le cumul sur 24 h utilisé pour l'ajustement des quantités de la journée suivante.

La restriction appliquée aux porcelets R-7M entraîne une consommation significativement inférieure à celle du groupe 7M de j 1 à j 6, mais qui ne diffère au-delà. Il en résulte pour la période de 1^{er} âge une CMJ inférieure des traitements 7M et R-7M ($P < 0,001$), ainsi qu'un moindre gain de croissance (GMQ) pour le traitement R-7M par rapport au témoin ($P = 0,03$), mais aussi un IC plus élevé du témoin ($P = 0,04$). Les traitements n'influencent pas les performances de 2^{ème} âge.

Les fèces au sol sont plus fermes à j 7 pour les porcelets R-7M que pour les porcelets témoins (note moyenne de 1,2 contre 2,0 ; $P = 0,05$), celles des porcelets 7M étant intermédiaires (note de 1,4). Ils sont également plus fermes à j 13 pour le traitement 7M comparativement aux traitements témoin et R-7M (respectivement 1,4 vs 2,4 et 2,0 ; $P < 0,001$). De façon concordante, les cases témoins ont été notées plus sales à j 7 ($P < 0,01$) et à j 13 ($P < 0,01$) que les cases des lots 7M et R-7M (données non présentées). Sur le plan sanitaire, des diarrhées sont apparues à j 8 et j 10 (Figure 2), et ont concerné quatre

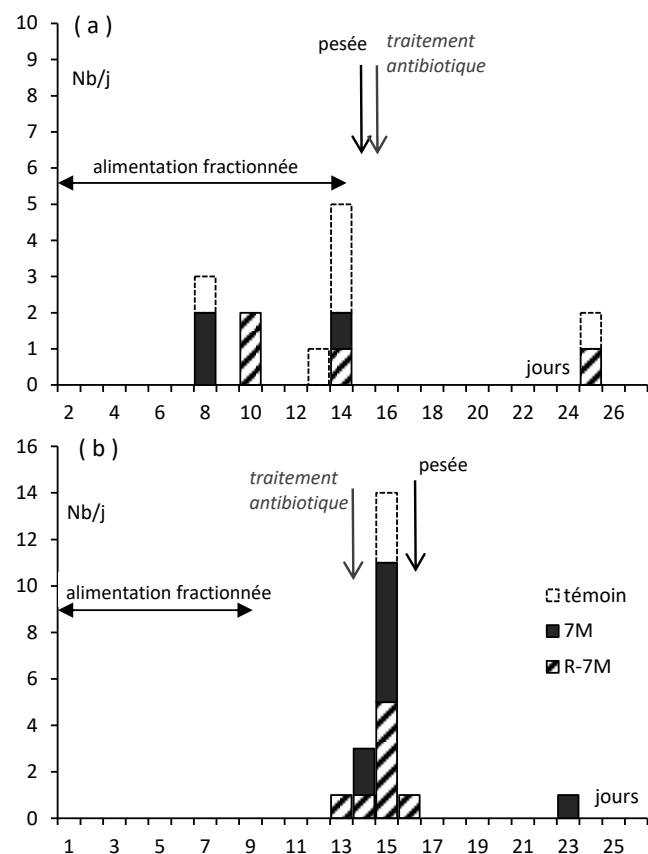


Figure 2 – Evolution lors de l'exp.1 (a) et de l'exp.2 (b) du nombre de cas de pathologie digestive

Total par jour et par traitement des porcelets traités, morts ou retirés.

cas appartenant aux différents traitements. Un cas de maladie de l'œdème est survenu à j 8 (7M), puis six autres à j 13 (1 témoin) et j 14 (3 témoins, 1 7M, 1 R-7M). Les prélèvements ont confirmé la présence d'un *E. coli* O141 K85 déjà identifié auparavant dans l'élevage. Deux autres cas sont apparus à j 25 avec un tableau lésionnel compatible avec une infection à *Streptococcus suis*.

2.2. Exp. 2

Pour les porcelets témoins au nourrisseur, la consommation initiale, mesurée sur 5 j, apparaît numériquement inférieure à celle mesurée sur 6 j dans l'exp. 1, probablement en lien avec un PV de sevrage inférieur de 0,7 kg. Toutefois, les CMJ de 1^{er} âge sont très proches. La distribution fractionnée est raccourcie à 9 j afin, qu'au-delà, la largeur d'épaule des porcelets ne limite pas leur accès simultané aux auge, et la progression des quantités attribuées au lot 7M est plus libérale. Les repas de début et fin de journée du groupe 7M apparaissent suffisants mais, en milieu de journée, certains repas ne sont pas intégralement distribués en relation avec la cinétique d'ingestion au cours de la journée (Figure 3). Chez les porcelets rationnés du lot R-7M, certains repas semblent insuffisants mais d'autres doivent être diminués. En conséquence, la CMJ tend à être supérieure au cours de la période initiale de j 1 à 5 pour les porcelets 7M par rapport aux porcelets R-7M ($P = 0,08$), mais n'est pas différente de j 5 à j 9 (Tableau 2). La CMJ pour les périodes totales de 1^{er} et 2^{ème} âge n'est pas influencée par les traitements, de même que le GMQ et l'IC, à l'exception du GMQ de 2^{ème} âge des porcelets 7M plus élevé que celui des témoins ($P = 0,03$). Les notes de propreté et de consistance de fèces ne montrent

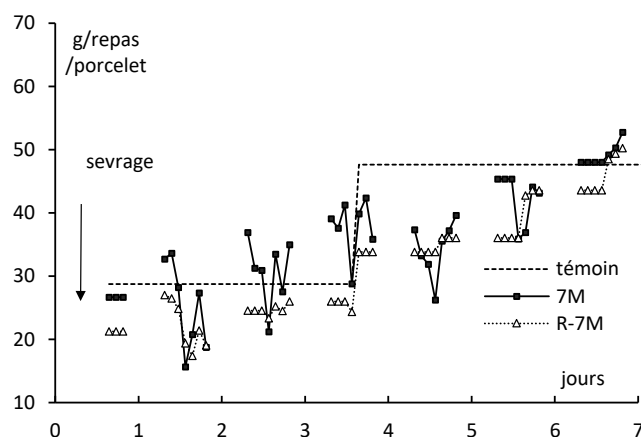


Figure 3 – Evolution de l'ingestion de j 1 à 7 pendant l'exp. 2

pas de différence entre les traitements, à l'exception de fèces plus fermes des porcelets R-7M à j 34 par rapport aux témoins et 7M (respectivement note de 1,29 contre 1,91 et 1,83 ; $P < 0,01$; données non présentées). Malgré l'absence de diarrhées ou d'autre expression de colibacillose, l'essai a été marqué par un épisode très caractéristique de maladie de l'œdème de j 13 à 16 (Figure 2), avec un nombre égal de porcs morts ou malades pour les traitements 7M et R-7M (7%), mais plus élevé que pour les animaux témoins (3%) ($P > 0,05$).

Tableau 2 – Effets du mode de distribution de l'aliment sur les performances des porcelets de l'exp. 2 selon la période ¹

	Témoin	7M	R-7M	ETR	Stat ²
CMJ, g/j					
j 1 à 5 ³	204	217	183	27	0,08
j 5 à 9	330	342	331	31	NS
1 ^{er} âge, j 1 à 16 ³	346	361	347	28	NS
2 ^{ème} âge, j 16 à 42 ³	985	1045	1006	56	NS
GMQ, g/j					
1 ^{er} âge, j 1 à 16 ³	298	306	300	32	NS
2 ^{ème} âge, j 16 à 42	547 ^a	583 ^b	573 ^{ab}	25	0,03
IC, g/g					
1 ^{er} âge, j 1 à 16	1,16	1,18	1,16	0,06	NS
2 ^{ème} âge, j 16 à 42 ³	1,80	1,79	1,75	0,06	NS

^{1,2,3} Voir tableau 1

2.3. Exp. 3

Le nombre de repas (11) et l'amplitude de la durée d'alimentation (16 h) ont été augmentés, alors que des surplus d'aliment peuvent être ajoutés à la fin de chaque distribution aux cases ayant terminé leur repas. Cette modulation permet d'adapter la distribution à l'appétit et de suivre l'évolution de l'ingestion d'aliment au cours du nyctémère (Figure 4). Pour la période de j 1 à j 4, la CMJ des traitements 11M et 11M-FAM est supérieure ($P = 0,01$) à celle des porcelets témoins (Tableau 3). Mais la consommation de ceux-ci est plus élevée que pour le groupe 11M-FAM lors de la période suivante de j 4 à j 7 ($P = 0,01$). Les CMJ, GMQ et IC sur les périodes de 1^{er} et 2^{ème} âge ne sont pas influencés par les traitements ($P > 0,05$).

L'enregistrement vidéo montre que lors du premier repas de j 1 (à 15 h), les porcelets des groupes 11M-FAM et 11M sont plus nombreux que les porcelets témoins à venir à l'auge

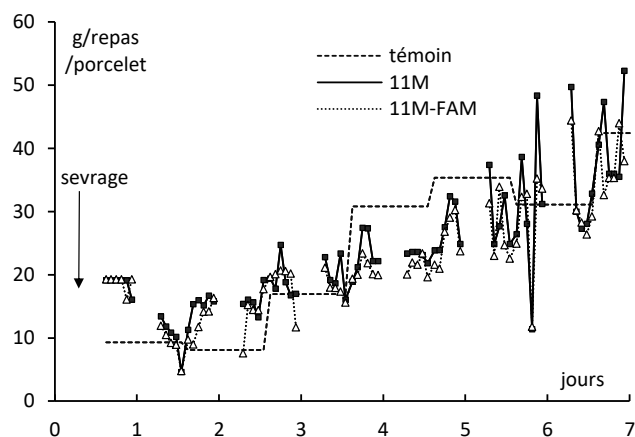


Figure 4 – Evolution de l'ingestion de j 1 à 7 pendant l'exp. 3

(respectivement 100, 96 et 85 % ; $P = 0,06$; données non présentées) et que le délai avant la première visite à l'auge est inférieur ($P < 0,01$; Tableau 3). La part de séquences avec visite est plus élevée chez les porcelets 11M-FAM par rapport aux témoins à j 1 ($P = 0,01$), le groupe 11M étant intermédiaire ($P = 0,02$). Toutefois, l'effectif venant à l'auge diminue en fin de journée à j1 (en moyenne 32 % à 21h et 36 % à 22h30; effet horaire : $P < 0,01$; données non présentées), puis à j 2 (en moyenne 77 % à 19h30, 65 % à 21h et 26 % à 22h30; $P = 0,02$).

Les mesures d'hygiène générale et de réduction du stress ont permis d'éviter l'expression clinique de la maladie de l'œdème pendant l'exp. 3. Les traitements sanitaires (1,3 %) et les morts ou retraits (1,6 %) concernent un nombre limité d'animaux. La propreté des cases n'est pas influencée par les traitements.

3. DISCUSSION

L'étude montre que la consommation d'aliment des porcelets peut être améliorée pendant les jours qui suivent le sevrage par la distribution de l'aliment par repas en auges longues, mais que cet effet ne se maintient pas dans le temps. Les distributions entraînent une stimulation générale pour toutes les cases de chaque salle et, pour les cases avec auges, un entraînement par les congénères. D'autres travaux ont cherché à reproduire cet effet par un stimuli auditif (Torrey et Widowski, 2004 ; Dirx-Kuijken *et al.*, 2012).

Le fractionnement de l'accès à l'aliment peut réduire la consommation et le gain de poids par rapport à une disponibilité continue en accord avec les travaux de Bark *et al.* (1986). Cet effet est d'autant plus important quand l'intervalle entre les repas s'allonge. Ces auteurs observent une baisse de performance si l'intervalle atteint 4 ou 6 h au lieu de 2 h. Dans l'exp. 3, l'intervalle de 1h30, contre 2 h dans les exp. 1 et 2, s'approche de celui qui séparent les tétées en fin d'allaitement (revue de Brooks et Tsourgiannis, 2003), alors que le nombre de repas égale les 11 prises alimentaires mesurées à l'automate par Bruininx *et al.* (2002b).

Pour que les porcelets aient de l'appétit, un apport régulier de petites quantités d'aliment apparaît judicieux mais Dirx-Kuijken *et al.* (2012) soulignent la difficulté pratique d'avoir un horaire de distribution adapté sans quantité résiduelle à l'auge. Dans notre étude, il est difficile d'anticiper sur l'augmentation de l'appétit d'un jour à l'autre et les fluctuations entre repas dans la journée. Aussi, la préparation de sept repas identiques par jour est à l'origine de privations dans l'exp. 1, puis d'excès dans l'exp. 2. Au contraire, une

Tableau 3 – Effets des traitements sur les performances et le comportement alimentaire des porcelets de l'exp. 3

Traitement	Témoin	11M	11M-FAM	ETR	Stat ²
Performances¹					
CMJ, g/j					
j 1 à 4	126 ^a	182 ^b	168 ^b	32	0,01
j 4 à 7	357 ^a	306 ^{ab}	283 ^b	50	0,03
j 7 à 10 ³	513	526	499	72	NS
1 ^{er} âge, j 1 à 14 ³	389	378	345	44	NS
2 ^{ème} âge, j 14 à 42 ³	1075	1112	1056	58	NS
GMQ, g/j					
1 ^{er} âge, j 1 à 14	309	303	284	38	NS
2 ^{ème} âge, j 14 à 42 ³	591	612	594	22	NS
IC, g/g					
1 ^{er} âge ³	1,26	1,24	1,21	0,08	NS
2 ^{ème} âge, j 14 à 42	1,82	1,81	1,78	0,05	NS
Comportement alimentaire⁴					Stat ⁵
Délai 1 ^{ère} visite, min	28 ^a	19 ^b	4 ^c		<0,01
Proportion séquences avec visite, %					
j 1	67 ^a	75 ^{ab}	80 ^b		0,01
j 2	82 ^a	80 ^a	87 ^b		0,02

^{1, 2, 3} Voir tableau 1. ⁴ Les valeurs correspondent aux moyennes pour 26 porcs par traitement. L'animal est l'unité expérimentale. ⁵ Analyse non paramétrique (tests de Savage et Kruskal-Wallis).

gestion à la demande repas par repas dans l'exp. 3 a permis d'éviter ce problème.

Lorsque la distribution est fractionnée pour réguler l'ingestion des porcelets, tous doivent pouvoir s'alimenter en même temps. Les auges utilisées dans l'étude respectent la préconisation globale d'un minimum de 12 cm d'auge longue par porcelet (Svineproduktion, 2010), mais les barreaux divisant l'auge en huit espaces de 20 cm empêchent l'accès simultané pour 13 porcelets au bout d'une semaine. Aussi, des variations de consommation ont pu survenir dans notre étude du fait des différences de vitesse d'ingestion et de rang social. La maladie de l'œdème est un phénomène soudain et difficile à stopper du fait de la multiplication préalable d'*E. coli* produisant une vérotoxine très puissante responsable des œdèmes après un stress initiateur (Martineau et Morvan, 2010 ; Fairbrother et Gyles, 2012). Lors de l'exp. 2, malgré les conditions de stress social limité, les cas observés chez les porcelets 7M et R-7M ne confirment pas l'intérêt d'une privation ou d'une restriction d'aliment pour prévenir le développement de cette maladie (Fairbrother et Gyles, 2012). En accord avec l'amélioration des scores de fèces observée dans l'exp. 1, la restriction alimentaire est communément utilisée afin de réduire les diarrhées de sevrage. Cependant, la restriction imposée par Sørensen *et al.* (2009) pendant 1 semaine après le sevrage à des porcelets challengés par *E. coli* O149 provoque une baisse du gain de poids sans modifier l'aspect des fèces. Les auteurs en concluent que la restriction n'a d'intérêt que le troisième jour afin d'empêcher les porcelets qui n'ont pas mangé beaucoup pendant les deux premiers jours d'ingérer un excès d'aliment. Ainsi, la restriction appliquée par Rantzer *et al.* (1996) de j 3 à j 8 après le sevrage diminue effectivement le score de diarrhée et le nombre d'*E. coli* hémolytique dans les fèces. En fait, une consommation suffisante le premier jour suivant le sevrage et une valeur nutritionnelle élevée de l'aliment participent au

maintien des fonctions intestinales et de la croissance (Whang *et al.*, 2000) et réduisent le risque de troubles digestifs (Sørensen *et al.*, 2009). Aussi, la restriction appliquée avec la distribution R-7M a pu avoir des effets négatifs le jour du sevrage et il semble préférable de stimuler la consommation des porcelets de j 1 à 3 puis, éventuellement, d'ajuster la distribution de j 4 à 12 à l'état sanitaire des animaux afin de limiter le risque de diarrhée (Svineproduktion, 2010).

Le jour du sevrage, la présence d'aliment n'est pas une condition suffisante pour stimuler la prise alimentaire puisque, dans l'étude rapportée par Ogunbameru *et al.* (1992), les porcelets ayant accès à l'aliment ou auxquels un jeûne de 12 h est imposé, consomment tous très peu le premier jour, moins de 20 g/animal. En effet, la baisse d'ingestion au sevrage est plus marquée si les stress environnementaux imposés aux porcelets sont plus nombreux (Hötzel *et al.*, 2011).

Dans notre étude, le stress lié aux manipulations, au mélange social et au long jeûne en sortie de maternité est maximal pour l'exp. 1, où les porcelets n'accèdent à leur nouvel environnement que le lendemain du sevrage. Le niveau de mélange avec des animaux non familiers pratiqué dans l'étude est très important et sa réduction peut améliorer les performances de post-sevrage (Royer *et al.*, 2011). Lors de l'exp. 3, la préhension des porcelets au sevrage est supprimée ce qui diminue le nombre de facteurs de stress. Mais, la réduction du mélange des portées pour les porcelets 11M-FAM n'apporte pas d'amélioration additionnelle de la consommation et du gain de poids par rapport aux témoins et 11M, malgré un meilleur taux de visites à l'auge à j 1 et j 2.

Par ailleurs, de nouvelles stratégies sont aujourd'hui étudiées qui, à l'opposé des conduites réduisant le mélange et protégeant le porcelet, ont pour objectif de réduire le stress et de développer la robustesse, en recourant au mélange des portées pendant l'allaitement ou à un sevrage progressif (Turpin *et al.*, 2017).

CONCLUSION

En imitant le comportement alimentaire des porcelets sous la mère, la distribution d'aliment en auge longue peut améliorer transitoirement la consommation pendant les premiers jours suivant le sevrage, à condition de satisfaire la mise en place d'une consommation préférentielle en début et fin de journée, tout en maintenant un nombre de distributions et un intervalle inter-repas adéquats. Cette stratégie pourrait présenter un intérêt lors du futur développement d'automates dans le cadre de l'alimentation de précision. L'étude n'a pas confirmé que la diminution ou le fractionnement de l'apport alimentaire permettait de contrôler la maladie de l'œdème.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du soutien du Programme national de développement agricole et rural (PNDAR).

Les auteurs remercient les membres du groupe fabricants d'aliment animé par l'IFIP pour leur implication dans l'élaboration du protocole, et F. Davodeau pour son expertise vétérinaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Bark L.J., Crenshaw T.D., Leibbrandt V.D., 1986. The effect of meal intervals and weaning on feed intake of early weaned pigs. *J. Anim. Sci.*, 62, 1233-1239.
- Brooks P.H., Moran C.A., Beal J.D., Demeckova V., Campbell A., 2001. Liquid feeding for the young piglet. In: M.A. Varley & J. Wiseman (Eds.), *The weaner pig: nutrition and management*, 153-178. CAB International, Wallingford, UK.
- Brooks P.H., Tsourgiannis C.A., 2003. Factors affecting the voluntary feed intake of the weaned pig. In: J.R. Pluske, J. Le Dividich & M.W. Verstegen (Eds), *Weaning the pig, concepts and consequences*, 81-116. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, NL.
- Bruininx E.M., Heetkamp M.J., van den Bogaart D., van der Peet-Schwering C.M., Beynen A.C., Everts H., den Hartog L.A., Schrama J.W., 2002a. A prolonged photoperiod improves feed intake and energy metabolism of weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 80, 1736-1745.
- Bruininx E.M., Binnendijk G.P., van der Peet-Schwering C.M., Schrama J.W., den Hartog L.A., Everts H., Beynen A.C., 2002b. Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 80, 1413-1418.
- Dirx-Kuijken N., Van der Peet-Schwering C., Hoofs A., 2012. Voersysteem voor het leren eten van jonge biggen: 'Jong geleerd, oud gedaan'. Rapport 599, Wageningen UR Livestock Research, 26 p. <http://edepot.wur.nl/211576>
- Fairbrother J.M., Gyles C.L., 2012. Colibacillosis. In: J.J. Zimmerman, L.A. Karriker, A. Ramirez, K.J. Schwartz, & G.W. Stevenson (Eds), *Diseases of swine*, 10th ed., 723-749. John Wiley & Sons, Ames, Iowa, USA.
- Fairbrother J.M., Gyles C.L., 2012. Colibacillosis. In: J.J. Zimmerman, L.A. Karriker, A. Ramirez, K.J. Schwartz, & G.W. Stevenson (Eds), *Diseases of swine*, 10th ed., 723-749. John Wiley & Sons, Ames, Iowa, USA.
- Hötzel M.J., De Souza G.P., Dalla Costa O.A., Machado Filho L.C., 2011. Disentangling the effects of weaning stressors on piglets' behaviour and feed intake: changing the housing and social environment. *App. Anim. Behav. Sci.*, 135, 44-50.
- Le Dividich J., Sève B. 2000. Effects of underfeeding during the weaning period on growth, metabolism, and hormonal adjustments in the piglet. *Domest. Anim. Endocrinol.*, 19, 2, 63-74.
- Martineau G.P., Morvan H., 2010. *Maladies d'élevage des porcs*. 2^{ème} édition. La France Agricole Ed, Paris, 601 p.
- Ogunbameru B.O., Kornegay E.T., Wood C.M., 1992. Effect of evening or morning weaning and immediate or delayed feeding on postweaning performance of pigs. *J. Anim. Sci.*, 70, 337-342.
- Rantzer D., Svendsen J., Weström B., 1996. Effects of strategic feed restriction on pig performance and health during the postweaning period. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.* 46, 219-226.
- Royer E., Ernandorena V., Le Floc'h N., Courboulay V., 2011. Influence of mixing strategy on post weaning performances and agonistic behaviour of piglets. *Proc. 62nd EAAP Meeting*, Stavanger, Norway, p. 265.
- Sørensen M.T., Vestergaard E.M., Jensen S.K., Lauridsen C., Højsgaard S., 2009. Performance and diarrhoea in piglets following weaning at seven weeks of age: Challenge with *E. coli* O 149 and effect of dietary factors. *Livest. Sci.*, 123, 314-321.
- Svineproduktion, 2010. *Fodring af smågrise*. <http://svineproduktion.dk/Viden/I-stalden/Foder/Udfodring/Smaagrise>
- Torrey S., Widowski T.M., 2004. Effect of drinker type and sound stimuli on early-weaned pig performance and behavior. *J. Anim. Sci.*, 82, 2105-2114.
- Turpin D.L., Langendijk P., Sharp C., Pluske J.R., 2017. Improving welfare and production in the peri-weaning period: Effects of co-mingling and intermittent suckling on the stress response, performance, behaviour, and gastrointestinal tract carbohydrate absorption in young pigs. *Livest. Sci.*, 203, 82-91.
- Whang K.Y., McKeith F.K., Kim S.W., Easter R.A., 2000. Effect of starter feeding program on growth performance and gains of body components from weaning to market weight in swine. *J. Anim. Sci.*, 78, 2885-2895.