

Etude de la séquence alimentaire du porc adulte

P. AUFFRAY, J.-C. MARCILLOUX

avec la collaboration technique de L. ROYER et de A. BROUILLE (*)

Laboratoire de Physiologie de la Nutrition,

(*) Station de Physiologie animale

I.N.R.A., 78350 Jouy-en-Josas, France.

Summary. *An analysis of feeding patterns in the adult pig.*

Feeding behavior has been analyzed in Large-White and Chinese pig breeds. Maximally automatized apparatuses, especially adapted to animal size, were used. Besides the usual parameters measured such as food intake, meal size, meal duration, meal frequency, intermeal intervals and postprandial correlation, these apparatuses also permitted us to measure the rate of intake during the meal. This rate was constant throughout the meal in *ad libitum* conditions and after 24-hour deprivation. A positive correlation between meal size and length of the postmeal interval was found in only half of the animals. During this work, we began to study the mechanisms initiating food intake.

Introduction.

L'étude du comportement alimentaire et des mécanismes qui le sous-tendent n'a été abordée que récemment chez le Porc (Auffray *et al.*, 1974-1980 ; Montgomery *et al.*, 1978). Cela a été possible grâce à l'utilisation de dispositifs adaptés à cette espèce et permettant la mesure précise des principaux paramètres du profil alimentaire de l'animal alimenté à volonté ; cependant la collecte des données a nécessité un travail long et important.

Chez le Rat et les autres espèces étudiées, les périodes de consommation sont discontinues. L'animal fait des pauses plus ou moins longues ce qui exige l'adoption d'une définition conventionnelle du repas. Il n'en est pas de même chez le Porc qui effectue ses prises alimentaires d'une manière continue, sans pauses appréciables. Une question importante se pose alors : les débits d'ingestion sont-ils constants au cours du déroulement du repas ? En 1966, Le Magnen et Tallon montrent, chez le Rat adulte, que la quantité d'aliments ingérée au cours d'un repas est corrélée avec l'intervalle de temps qui le sépare du suivant. Ce très important résultat sur le plan fondamental, dénommé corrélation postprandiale, a été vérifié chez la moitié seulement des porcs étudiés (Auffray *et al.*, 1980). Mais il faut signaler qu'il s'agissait d'animaux en fin de croissance.

A l'exception du Porc miniature de Göttingen, on ne dispose actuellement d'aucune donnée sur le « profil alimentaire » (feeding pattern) du Porc adulte.

Le présent travail a donc pour objectifs essentiels :

1) D'automatiser au maximum la collecte des principales données sur le comportement alimentaire du Porc en les obtenant sous forme chiffrée.

Des appareillages destinés à la mesure de la prise d'eau ont également été conçus et testés mais le rythme d'ingestion d'eau n'a pas encore fait l'objet d'une étude systématique.

2) De mesurer à l'aide des appareillages précités les débits d'ingestion au cours du déroulement du repas.

3) De réexaminer la corrélation post-prandiale chez des animaux adultes.

4) D'étudier la séquence alimentaire de porcs chinois, d'origine différente, afin de déduire le comportement alimentaire général de l'espèce porcine.

Matériel et méthodes.

Conditions expérimentales.

La séquence alimentaire est enregistrée en continu pendant toute la durée des expériences. Les porcs soumis à un cycle d'éclairage de 12/12 (7 à 19 h), vivent dans un local isolé dont la température est maintenue entre 18° et 20 °C. Les animaux sont placés dans des cages individuelles dont la surface est de l'ordre de 7-10 m².

Après une période d'adaptation à son environnement d'une quinzaine de jours, l'animal est observé pendant une durée comprise entre 30 et 45 jours.

Les deux visites quotidiennes aux animaux ne s'effectuent généralement pas à heures fixes. L'aliment est distribué sous forme de granulés dont la composition exprimée en pourcentage est la suivante : orge, 35 ; blé, 15 ; son de blé, 10 ; maïs, 15 ; sels minéraux et vitamines.

Deux races de porcs adultes sont utilisées : des porcs Large White (10 mâles entiers) dont le poids est compris entre 175 kg et 275 kg et des porcs chinois : un mâle entier souche Jinhua : 95 kg (poids adulte : 90-150 kg), un mâle entier souche Meishan : 178 kg (poids adulte : 200 kg environ), une femelle souche Jiaying : 165 kg (poids adulte : 160-200 kg).

Dispositifs d'enregistrement.

1) *De la prise alimentaire :*

Ces dispositifs constitués de disques à la périphérie desquels sont disposées des mangeoires, présentent à l'animal une nouvelle mangeoire après chaque repas (fig. 1). Leur rotation s'effectue grâce à un ensemble électronique et électromécanique dont le fonctionnement est déclenché par deux cellules photo-électriques placées au-dessus (E₁) et immédiatement en arrière de la mangeoire (E₂).

Lorsque l'animal se présente à la mangeoire, la cellule photo-électrique (E₁) placée au-dessus de la mangeoire actionne une minuterie électronique (M₁) qui se trouve armée à la fin de la temporisation affichée. La durée de la temporisation, fixée à la suite de différentes observations, à une minute, évite que tout mouvement de vagabondage du porc au niveau de la mangeoire ne soit assimilé

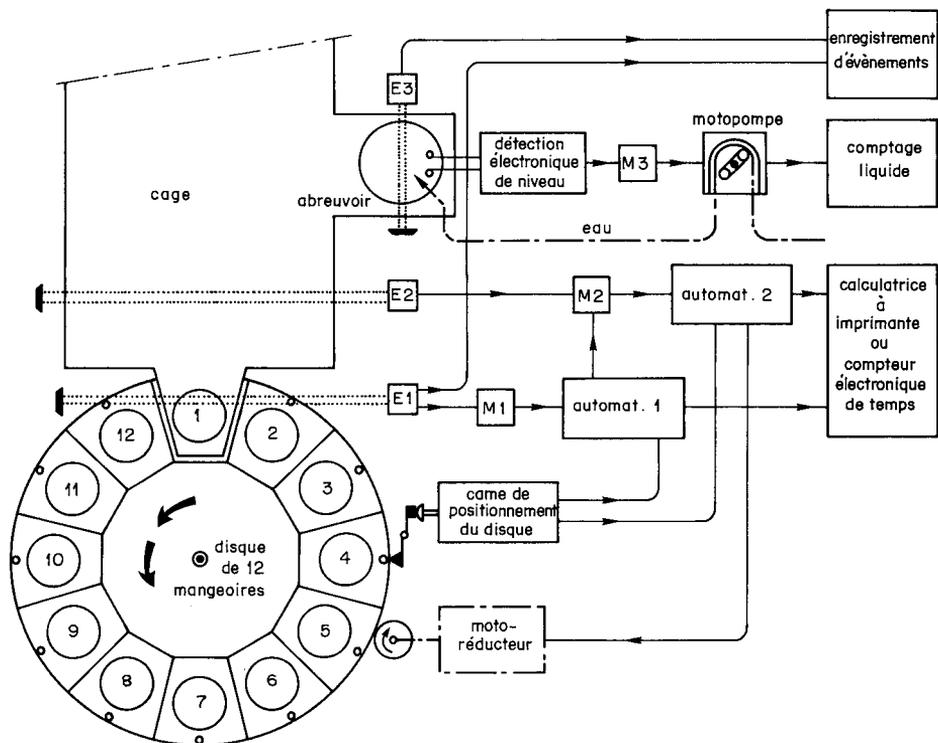


FIG. 1. — Schéma synoptique montrant les liens entre les différents éléments des dispositifs d'enregistrement des prises d'aliment et d'eau.

*automat. 1 : prise en considération des débuts des repas ;
 automat. 2 : prise en considération de la fin des repas.*

à une prise alimentaire. Le repas terminé, le faisceau de la cellule photo-électrique E_2 se trouve libéré. M_1 étant armée, celle-ci commande à son tour une deuxième minuterie électronique M_2 dont la fonction principale est d'alimenter en courant, au bout d'une temporisation choisie, un moteur assurant la rotation du disque. Cette temporisation fixée à 10 min évite la rotation du disque pendant les mouvements de va et vient qu'effectuent certains porcs au cours de la prise alimentaire et les déplacements vers l'abreuvoir. L'arrêt du disque est obtenu par la rupture d'un microcontact actionné au niveau de chaque mangeoire qui occasionne également le désarmement des minuteries électroniques. Une nouvelle mangeoire est alors disponible pour le repas suivant.

Les quantités ingérées sont mesurées par pesée des refus. L'heure, la durée des repas, les intervalles entre ces derniers et leur fréquence sont mesurés à l'aide de deux appareillages :

a) Une calculatrice à base de temps interne et équipée d'une imprimante reçoit une impulsion au début d'un repas réel et lors du déclenchement de la rotation du disque. Ainsi, nous obtenons successivement les durées des intervalles préprandiaux et les durées des repas.

b) Un dispositif électronique relié à un générateur d'impulsions (une impulsion par minute) qui totalise chacune de ces durées et les garde en mémoire.

Un enregistreur papier relié aux dispositifs de commande par minuterie donne le profil du repas.

La mesure des débits d'ingestion au cours du déroulement du repas peut s'effectuer par le shuntage de la cellule photo-électrique E_2 . La présence de l'animal à la mangeoire entraîne alors avec les réarmements successifs de la minuterie électronique M_2 des déplacements répétés du disque au bout d'une temporisation choisie.

L'utilisation d'un tel dispositif à disque permet l'étude du comportement alimentaire de porcs dont le poids est compris entre 10 kg et 300 kg.

2) De la prise d'eau :

Le porc boit dans un abreuvoir dont le niveau en eau est contrôlé par un détecteur électronique utilisant des électrodes de surface. Les prises d'eau provoquant une rupture de contact eau-électrodes sont compensées par l'action d'une pompe péristaltique étalonnée en débit d'eau par tour de pompe et ce jusqu'au rétablissement du contact eau-électrodes. Un dispositif électronique analogue à celui décrit en 1 b totalise par comptage le nombre de tours de la pompe puis mémorise chacune de ces actions. Une temporisation située en aval du détecteur de niveau évite d'actionner la pompe au cours de prises très rapprochées.

Une cellule photo-électrique E_3 , placée au-dessus de l'abreuvoir, est associée à un enregistreur à papier permettant de situer le moment et la durée des prises d'eau.

Résultats.

Ils sont obtenus à partir de l'analyse du profil alimentaire de 13 porcs et résumés dans les tableaux 1 et 2.

Chez le porc disposant d'aliment à volonté et soumis à un éclairage 12/12, on constate une évolution nycthémerale des prises alimentaires. Ces dernières se répartissent inégalement entre la période claire et la période obscure ; mais tous les animaux étudiés ont un comportement ingestif à prédominance diurne.

Le Porc Large-White, comme le porc chinois dans les conditions *ad libitum*, effectue ses prises alimentaires en continu sans pause appréciable. Ce comportement particulier nous a conduit à effectuer la mesure des débits d'ingestion par périodes de 2 min chez 5 porcs Large-White.

On note que ces débits sont constants du début à la fin du repas (tabl. 2). Au cours du déroulement des repas individuels, la vitesse d'ingestion présente de légères fluctuations mais, on n'assiste pas à sa diminution progressive. Ce résultat s'observe soit dans les conditions *ad libitum* soit après une période de jeûne de 24 h. Notons que cette mesure, effectuée pour la première fois sur le plan expérimental, est facilitée par la durée relativement importante des repas.

TABLEAU 1
Valeurs moyennes des différents paramètres du profil alimentaire du porc adulte alimenté à volonté

N°	Ingrédient global (g)		Différence		Fréquence des repas		Durée globale des repas (min)		Différence		Quantité ingérée par repas (g)		Différence		Durée des repas (min)		Différence		Vitesse d'ingestion (g/min)		Différence			
	L	O	Test t	L - O	L	O	Test t	L - O	L	O	Test t	L - O	L	O	Test t	L - O	L	O	Test t	L - O	L	O	Test t	L - O
93003 LW YB, 178 kg	2 032 ± 102	1 577 ± 86	**	1,2 ± 0,02	1,7 ± 0,1	1,2 ± 0,02	***	28 ± 1	20 ± 1	***	1 218 ± 35	1 307 ± 62	NS	17 ± 0	17 ± 0	NS	71,2 ± 1,1	77,8 ± 1,4	NS	71,2 ± 1,1	77,8 ± 1,4	***	71,2 ± 1,1	77,8 ± 1,4
85466 LW YB, 195 kg	3 093 ± 120	1 481 ± 104	***	1,2 ± 0,04	2,6 ± 0,1	1,2 ± 0,04	***	37 ± 1	16 ± 1	***	1 155 ± 33	1 280 ± 47	*	14 ± 0	14 ± 0	NS	80,1 ± 0,9	87,1 ± 1,5	NS	80,1 ± 0,9	87,1 ± 1,5	***	80,1 ± 0,9	87,1 ± 1,5
1875 LW YB, 216 kg	2 900 ± 211	2 103 ± 209	*	1,2 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,2 ± 0,1	**	39 ± 2	26 ± 2	***														
1755 LW YB, 176 kg	2 658 ± 97	1 376 ± 106	***	1,0 ± 0,09	2,6 ± 0,1	1,0 ± 0,09	***	42 ± 1	19 ± 1	***	1 053 ± 31	1 269 ± 65	**	17 ± 0	18 ± 0	NS	63,3 ± 1,0	69,9 ± 2,2	NS	63,3 ± 1,0	69,9 ± 2,2	**	63,3 ± 1,0	69,9 ± 2,2
2436 LW X8, 275 kg	3 127 ± 120	1 160 ± 91	***	1,1 ± 0,3	3,4 ± 0,1	1,1 ± 0,3	***	44 ± 1	16 ± 1	***	833 ± 31	1 055 ± 69	*	11 ± 0	15 ± 0	**	72,2 ± 1,4	70,6 ± 0,8	**	72,2 ± 1,4	70,6 ± 0,8	NS	72,2 ± 1,4	70,6 ± 0,8
Chinois X3, 95 kg	1 099 ± 69	536 ± 49	***	1,4 ± 0,1	3,2 ± 0,2	1,4 ± 0,1	***	29 ± 2	12 ± 1	***	343 ± 22	393 ± 39	NS	9 ± 0	8 ± 0	NS	36,8 ± 1,3	46,3 ± 1,3	NS	36,8 ± 1,3	46,3 ± 1,3	***	36,8 ± 1,3	46,3 ± 1,3
Chinois YB, 178 kg	2 676 ± 91	508 ± 53	***	1,0 ± 0	4,1 ± 0,1	1,0 ± 0	***	39 ± 1	7 ± 0	***	626 ± 27	573 ± 63	NS	9 ± 0	8 ± 0	NS	67,8 ± 1,0	70,6 ± 2,5	NS	67,8 ± 1,0	70,6 ± 2,5	NS	67,8 ± 1,0	70,6 ± 2,5
Chinoise X3, 165 kg	2 196 ± 98	1 285 ± 76	***	1,0 ± 0,08	2,0 ± 0,08	1,0 ± 0,08	***	32 ± 1	18 ± 1	***	1 034 ± 41	1 232 ± 46	**	15 ± 0	18 ± 0	*	67,1 ± 0,8	67,5 ± 0,8	*	67,1 ± 0,8	67,5 ± 0,8	NS	67,1 ± 0,8	67,5 ± 0,8

* P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; *** P < 0,001. L : Lumière ; O : Obscurité ; LW : Large White.

La relation entre l'amplitude du repas et l'intervalle qui suit ce repas jusqu'au déclenchement du repas suivant (corrélation post-prandiale) a été examinée au cours de la période d'éclaircissement chez 5 porcs adultes, chez lesquels a été prise en compte la durée des repas. Les coefficients de corrélation obtenus à partir des données brutes considérées isolément sont :

Porc n° 1755 LW	$r = 0,44$	DL = 48**	P < 0,01
Porc n° 85466 LW	$r = 0,44$	DL = 42**	P < 0,01
Porc chinois	$r = 0,53$	DL = 41**	P < 0,01
Porc chinois	$r = 0,37$	DL = 26	NS
Porc LW n° 93003	$r = 0,31$	DL = 24	NS

Discussion.

Les deux souches de porcs examinées dans cette étude et les trois souches étudiées au cours des travaux antérieurs (Auffray *et al.*, 1980) se caractérisent, contrairement aux rongeurs (Rat), par un comportement ingestif à prédominance diurne.

Le Porc, à l'inverse des rongeurs et d'autres espèces, fait des repas continus. Il n'est donc pas nécessaire de choisir un critère faisant la distinction entre pauses pendant le repas et intervalle entre repas. L'arrêt brusque du repas du Porc indiquerait que les mécanismes de satiété sont plus précis que chez le Rat. Notons que ce comportement ingestif continu n'a été, à notre connaissance, signalé que chez le Chien (Ardisson *et al.*, 1981).

Le Magnen *et al.* (1980), à la suite d'analyses statistiques faisant abstraction des pauses au cours du repas, notent, chez le Rat alimenté à volonté, une vitesse d'ingestion constante du début à la fin du repas. Par contre, après un jeûne de 24 h ou de 36 h, ces mêmes auteurs enregistrent une augmentation de la vitesse d'ingestion au début du repas puis sa diminution progressive jusqu'à l'arrêt et par conséquent la satiété.

Ces résultats semblent difficiles à interpréter. En effet, la définition conventionnelle du repas fait ressortir la notion d'ingestion discontinue. Dans ces conditions, la vitesse d'ingestion peut varier entre le début et la fin du repas. Chez le Porc, dont le repas ne comporte pas de pauses appréciables on note une vitesse d'ingestion constante du début à la fin de celui-ci et ce, dans les conditions *ad libitum* comme après un jeûne de 24 h.

La corrélation post-prandiale décrite comme un contrôle métabolique passager de l'initiation d'un repas, a été signalée par plusieurs auteurs chez le rat et chez d'autres espèces. Selon De Castro *et al.*, 1975, elle apparaît chez le Rat après la 7^e semaine d'âge avant la mise en place du profil alimentaire de l'adulte. Toutefois, cette corrélation n'a pas été retrouvée et a été même niée par d'autres expérimentateurs.

Ces divergences peuvent s'expliquer en partie par les conditions expérimentales (telles que la libre disponibilité ou non de l'aliment), le mode de traitement statistique des données, la définition conventionnelle du repas.

Chez le Porc, dont les prises alimentaires sont très bien individualisées, on n'observe une corrélation significative que chez la moitié des animaux en fin de

croissance et chez 3 animaux adultes sur cinq. Chez le Porcelet, Montgomery, Flux et Carr (1978) signalent des corrélations post-prandiale et pré-prandiale faibles.

Les mécanismes qui interviennent dans le déclenchement ou l'arrêt du repas sont loin d'être entièrement connus. Leur étude peut être facilitée par les particularités du profil alimentaire du porc adulte : faible nombre des repas effectués au cours du nycthémère séparés par des intervalles de non-consommation de longue durée. De plus, il est possible de procéder à des prélèvements de sang répétés et de volume important.

Dans un essai préliminaire, effectué sur 3 porcs adultes, nous avons procédé à la mesure systématique de la glycémie et de l'insulinémie au cours du déroulement de la séquence alimentaire. Nous enregistrons une diminution progressive de l'insulinémie au fur et à mesure que l'on se rapproche d'un repas et que l'on s'éloigne du précédent. Par contre, la glycémie varie peu, même dans les minutes qui précèdent le repas. Toutefois, aucune conclusion définitive ne peut encore être tirée, la glycémie n'ayant pas été mesurée en continu.

Reçu en juillet 1982.

Accepté en décembre 1982.

Remerciements. — Nous remercions MM. Richard J. P., Barbrel J. L., Martin A., Linot J. P., Linot R., de la Station de Physiologie animale (INRA) ainsi que MM. Mange et Geandier, Professeurs d'électronique au Lycée technique de Versailles et leurs élèves (dont Safraoui B.) pour la conception et la réalisation des différents appareillages.

Références

- AUFFRAY P., BAHY C., MARCILLOUX J. C., 1974. Analyse des séquences alimentaires du porc nourri *ad libitum*. *Journées Rech. Porcine en France*. INRA/ITP éd., Paris, 277-281.
- AUFFRAY P., MARCILLOUX J. C., 1980. Analyse de la séquence alimentaire du porc, du sevrage à l'état adulte. *Reprod. Nutr. Dévelop.*, **20**, 1625-1632.
- ARDISSON J. L., DOLISI C., OZON C., CRENESSE D., 1981. Caractéristiques des prises d'eau et d'aliments spontanées chez les chiens en situation *ad libitum*. *Physiol. Behav.*, **26**, 361-370.
- DE CASTRO J. M., BALAGURA S., 1975. Ontogeny of meal patterning in rats and its recapitulation during recovery from lateral hypothalamic lesions. *J. comp. Physiol. Psychol.*, **89**, 791-802.
- LE MAGNEN J., TALLON S., 1966. La périodicité spontanée de la prise d'aliments *ad libitum* du rat blanc. *J. Physiol.*, **58**, 323-349.
- LE MAGNEN J., DEVOS M., 1980. Parameters of the meal pattern in rats : their assessment and physiological significance. *Neurosci. biobehav. Rev.*, Vol. **4**, suppl. 1, 1-11.
- MONTGOMERY G. W., FLUX D. S., CARR J. R., 1978. Feedings patterns in pigs : the effects of amino acid deficiency. *Physiol. Behav.*, **20**, 693-698.
-