

DIMINUTION DE LA DILUTION DES LISIERS PAR LIMITATION DU GASPILLAGE DES EAUX DE BOISSON DU PORC CHARCUTIER :

Étude et amélioration des systèmes existants

P. MASSABIE, R. GRANIER (1), P. ROUSSEAU (2), C. LAURIAC (1) (*)

Institut Technique du Porc - Pôle Techniques d'Élevage

(1) Station Expérimentale ITP, Les Cabrières, 12200 Villefranche de Rouergue.

(2) B.P. 3, 35650 Le Rheu.

Deux expérimentations ont été menées sur la réduction de la dilution des lisiers par limitation de la quantité d'eau de boisson du porc à l'engrais. Chacune d'elle est constituée de deux essais conduits sur 120 porcs.

Pour les abreuvoirs bol à palette, réglés à un débit de 3 l/mn, la restriction hydrique par accès séquentiel à l'eau (deux fois 30 mn) n'entraîne pas de dégradation de la croissance. Par contre, les taux de dilution sont réduits de 30 % en période froide et de 50 % en période chaude.

La comparaison entre abreuvoirs bol à palette réglés à un débit de 1 l/mn et abreuvoirs sucette réglés à un débit de 0,5 l/mn ne permet pas de mettre en évidence de système plus performant en période froide. Par contre, en période chaude, les abreuvoirs sucettes et les abreuvoirs bol à palette à accès séquentiel (une fois 20' et deux fois 30') conduisent à des consommations d'eau plus faibles (4,5 à 5 l/porc/jour).

La réduction du débit de 3 l/mn à 1 l/mn permet d'obtenir une réduction des taux de dilution de 37 % en période froide et de 50 % en période chaude.

Reducing slurries dilution through less drinking water waste for pigs : study and improvement of existing systems

Two experiments have been carried out on slurries dilution reduction through restriction of the drinking water quantity for fatteners. Each experiment includes two trials realized with 120 pigs.

For pressure plate drinking bowls set at 3 l/mn output, the water restriction through limited access (2 times 30 mn) does not affect growth results. But the dilution rates are reduced by 30 % in the cold season and 50 % in the hot season.

The comparison between pressure plate drinking bowls with 1 l/mn output and nipple drinkers with 0.5 l/mn output does not allow to reveal one system better than the other one during the cold season. But during the hot season, nipple drinkers and pressure plate drinking bowls with limited access (1 time 20 mn and 2 times 30 mn) involve lower water consumption (4.5 to 5 l/pig/day).

The output reduction from 3 l/mn to 1 l/mn allows to bring down the dilution rates to 37 % in winter and 50 % in summer.

(*) Stagiaire B.T.S. de l'Ecole d'Agriculture de Rodez La Roque, B.P. 4, 12004 RODEZ Cedex.

INTRODUCTION

La diminution de la dilution des lisiers, est une préoccupation qui présente plusieurs intérêts : augmentation des durées de stockage, réduction des coûts de transport et meilleure utilisation de la valeur fertilisante.

Or, il existe une relation étroite entre la quantité d'eau ingérée et le volume de lisier produit. En effet, 60 % de l'eau consommée par un porc se retrouve dans les déjections (FIEDLER, 1982).

Toute action visant à limiter la dilution des lisiers passe donc par une diminution de l'abreuvement et du gaspillage d'eau.

Cependant, la restriction hydrique doit être compatible avec les besoins physiologiques de l'animal. L'eau représente, en effet, environ 70 % de la masse corporelle. Elle doit être apportée en quantité suffisante pour assurer les fonctions essentielles du métabolisme. Son rationnement ne doit pas, notamment, affecter la croissance ou perturber l'élimination des toxines.

La présente étude a pour but, d'une part, d'examiner l'effet d'une restriction hydrique sur les performances du porc à l'engrais, et d'autre part de déterminer l'efficacité de différents systèmes d'abreuvement pouvant amener une diminution de la consommation.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les expérimentations se sont déroulées à la Station Expérimentale de l'Institut Technique du Porc à Villefranche de Rouergue, dans une porcherie de type caillebotis intégral, pouvant recevoir 120 porcs à l'engrais répartis en 12 cases de 10 animaux, disposées sur un rang.

De Février 1990 à Septembre 1991, elles ont concerné quatre bandes de porcs à l'engrais.

Lors de la première série d'expérimentation (essai 1 et essai 2), l'objectif est de montrer l'incidence d'une restriction hydrique, par limitation du temps d'accès à l'abreuvoir, sur les performances zootechniques du porc à l'engrais.

La deuxième série (essai 3 et essai 4), compare les consommations d'eau obtenues avec deux systèmes d'abreuvement (abreuvoir bol à palette et abreuvoir sucette), chacun d'eux étant conduit de façon différente.

Pour chacune des expérimentations, un essai est mené en période froide et l'autre en période chaude.

1.1. Schémas expérimentaux et équipements

1.1.1. Essais 1 et 2

Lors de ces deux essais, trois traitements, dont les modalités figurent au tableau 1, sont mis en place.

Chaque case est équipée d'un abreuvoir de type bol à palette (type 96, marque SUEVIA) dont le débit est fixé à 3 litres par minute, et d'un nourrisseur 3 places d'accès.

Le traitement II diffère du traitement I par un bas-flanc à barreaudage vertical, placé de part et d'autre de l'abreuvoir. Ainsi plusieurs porcs ne peuvent accéder à l'abreuvement

Tableau 1 - Première expérimentation : schéma expérimental

	Traitement		
	I	II	III
Temps d'accès	24 h/24	24 h/24	8h.00 : 30' 16h.00 : 20'
Abreuvoir	bol à palette	bol à palette avec bas-flanc	bol à palette
Débit (l/mn)	3,0	3,0	3,0

simultanément. Le but recherché est de limiter le gaspillage occasionné par les bagarres et d'éviter les souillures éventuelles dues aux déjections.

Pour le traitement III, à l'amont de l'abreuvoir, une électrovanne asservie à une minuterie permet de mettre l'eau à la disposition des animaux selon une durée et un nombre d'accès quotidiens prédéterminés.

120 porcelets, 60 mâles castrés et 60 femelles, sont répartis en trois traitements expérimentaux et allotés en fonction du poids et du sexe. Ils forment ainsi 4 blocs collectifs de 30 animaux.

L'aliment, granulé, est apporté en un repas par jour, suivant le plan de rationnement ITP - ITCF avec un plafond à 7600 kcal pour les mâles castrés et 8230 Kcal pour les femelles.

Cependant, le niveau alimentaire du bloc collectif est déterminé par le niveau de consommation minimum constaté pour les animaux de l'une des trois loges le constituant. Ils reçoivent ainsi la même quantité d'aliment par jour.

Un aliment croissance est distribué jusqu'à 55 kg, puis un aliment finition jusqu'à l'abattage.

1.1.2. Essais 3 et 4

Pour ces deux essais, les modalités des quatre traitements mis en place sont présentées sur le tableau 2.

Six cases sont équipées d'un abreuvoir bol à palette (débit 1 litre par minute) et d'un nourrisseur 3 places d'accès. Pour trois d'entre elles, une électrovanne asservie à une minuterie est placée en amont de l'abreuvoir.

Trois loges reçoivent un nourrisseur (type GROBA, marque MAFREL). Dans ce cas, l'abreuvoir de type sucette est placé dans le nourrisseur monoplace. Le débit est fixé à 0,5 litre par minute.

Trois cases sont équipées d'un abreuvoir sucette (type Directo 90, marque LA BUVETTE) dont le débit est réglé à 0,5 litre par minute, et d'un nourrisseur 3 places d'accès. L'abreuvoir est fixé à une hauteur de 60 cm, une marche de 20 cm permet l'accès en début d'engraissement. De plus, un bas-flanc à barreaudage vertical est placé de part et d'autre de la sucette, ceci oblige les animaux à se présenter face à l'abreuvoir. De cette manière, le gaspillage, dû à une mauvaise préhension en bouche de la sucette, est réduit.

Tableau 2 - Deuxième expérimentation : schéma expérimental

	Traitement			
	I	II	III	IV
Temps d'accès	24 h/24	24 h/24	8h00 : 20' 14h00 : 30' 20h00 : 30'	24 h/24
Abreuvoir	bol à palette	sucette avec bas-flanc	bol à palette	sucette dans nourrisoupe
Débit (l/mn)	1,0	0,5	1,0	0,5

120 porcelets ont été allotés en fonction du poids et du sexe. Ils sont répartis en 4 traitements expérimentaux, soit, par traitement, une loge de 10 mâles castrés, une loge de 10 femelles et une loge de 5 mâles castrés et 5 femelles.

L'aliment, de type granulé, est apporté en un repas par jour, selon le plan de rationnement ITP - ITCF modifié (- 5 % en progression, - 8 % en plafond).

Il s'agit d'abord d'un aliment croissance jusqu'à 55 kg, puis d'un aliment finition jusqu'à l'abattage.

1.2. Variables mesurées

1.2.1. Sur les animaux

- Pesée individuelle au début de l'essai, vers 60 kg et à l'abattage.
- Pesée collective des loges tous les 14 jours.
- Enregistrement des consommations journalières d'aliment.

Lors de la première expérimentation (essais 1 et 2), des mesures de pH et de densité sont réalisées tous les 14 jours, sur les urines de trois animaux par traitement, à l'aide de bandelettes réactives (référence MULTISTIX des laboratoires MILES). La présence de sang et de nitrites est aussi détectée.

Parallèlement, deux séries d'analyse d'urine sont réalisées en laboratoire afin de déterminer la quantité de nitrates, de nitrites et le taux de créatinine. Elles concernent 6 animaux par traitement (3 mâles castrés et 3 femelles) vers 60 kg et 80 kg de poids vif.

A l'abattoir, sont notés :

- le poids de la carcasse chaude avec tête,
- le taux de muscle (F.O.M.),
- le rendement froid,
- examen des vessies et des reins (essai 1).

1.2.2. Sur l'ambiance

Les indications d'un thermomètre mini-maxi sont relevées quotidiennement.

De plus, la température extérieure sous abri est enregistrée en

continu, à l'aide d'un thermo-hygrographe.

1.2.3. Contrôle des consommations d'eau

Chaque loge est équipée, sur le tuyau de descente de l'abreuvoir, d'un compteur d'eau (type Volumag P38C, marque FLONIC - SCHLUMBERGER) ayant une précision de 2 % pour un débit de 2 l/mn et de 5 % pour un débit de 0,5 l/mn.

Le débit des abreuvoirs est contrôlé avant l'entrée des animaux, 14 jours après le début de l'engraissement et deux fois au cours de l'essai.

Les consommations d'eau par loge sont enregistrées toutes les semaines. Le taux de dilution (quantité d'eau ingérée, en litre, par kg d'aliment consommé) est alors calculé.

2. RÉSULTATS

2.1. Première expérimentation : incidence d'une restriction hydrique sur les performances

2.1.1. Résultats zootechniques

L'examen des résultats zootechniques figurant sur les tableaux 3 et 4 montre que la quantité moyenne d'aliment ingérée par jour et par porc est identique pour les trois traitements, quel que soit l'essai considéré.

Par contre, il est important de constater que lors de l'essai qui s'est déroulé en période chaude (essai 2), le plan de rationnement n'a pu être suivi, les animaux ayant consommé, en moyenne, 1,88 kg d'aliment par jour. Ceci représente une restriction alimentaire d'environ 5 % par rapport aux consommations observées lors de l'essai mené en période froide (1,98 kg/porc/jour). L'analyse statistique ne fait apparaître aucune différence significative, pour les deux essais, tant au niveau des performances de croissance que des résultats d'abattage.

2.1.2. Consommations d'eau

Les consommations d'eau des traitements I et II sont identiques (tableau 4). Le fait de mettre en place des bas-flancs de protection ne semble pas avoir d'incidence sur le gaspillage.

Par contre, lorsque l'eau est délivrée durant deux courtes périodes dans la journée, le taux de dilution est plus faible (2,36).

Tableau 3 - Essai 1 : Résultats zootechniques

	Traitement		
	I	II	III
Poids initial (kg)	24,2	24,3	24,3
Poids final (kg)	103,7	104,1	103,3
Consommation (kg/j)	1,99	1,99	1,95
GMQ (g/j)	698	684	688
I.C. (kg/kg)	2,92	2,94	2,89
Muscle (F.O.M.) (%)	53,1	52,8	54,2
Rendement froid (%)	78,2	78,3	78,8

Tableau 4 - Essai 2 : Résultats zootechniques

	Traitement		
	I	II	III
Poids initial (kg)	24,4	24,4	24,4
Poids final (kg)	103,4	103,4	103,0
Consommation (kg/j)	1,89	1,89	1,87
GMQ (g/j)	636	641	643
I.C. (kg/kg)	2,96	2,93	2,91
Muscle (F.O.M.) (%)	54,7	53,9	53,8
Rendement froid (%)	78,2	78,2	78,7

La différence est plus importante en période chaude. Nous observons alors, des dilutions inférieures de 50 % à celles obtenues avec un accès à l'eau 24 heures sur 24.

Notons que le niveau des températures est relativement élevé en période chaude (tableau 6), avec une moyenne des maxima se situant à 29,5°C.

Tableau 5 - Première expérimentation : Evolution des consommations d'eau en fonction du type d'abreuvement (pour des porcs de 30 à 95 kg de poids vif).

		Traitement		
		I	II	III
Essai 1	Consommation brute (l/porc/j)	7,68	6,69	4,83
	Taux de dilution (l/kg)	3,74	3,29	2,36
Essai 2	Consommation brute (l/porc/j)	12,72	12,58	5,52
	Taux de dilution (l/kg)	6,60	6,56	2,94

Tableau 6 - Première expérimentation : Niveaux de température ambiante

Essai 1	Température (°C) mini	22,6	(1,35)
	(écart-type) maxi	26,2	(1,95)
Essai 2	Température (°C) mini	24,3	(0,65)
	(écart-type) maxi	29,5	(2,96)

2.2. Deuxième expérimentation : comparaison de différents systèmes d'abreuvement

2.2.1. Résultats zootechniques

La lecture des tableaux 7 et 8 fait apparaître des performances de croissance non significativement différentes.

Tableau 7 - Essai 3 : Résultats zootechniques

	Traitement			
	I	II	III	IV
Poids initial (kg)	25,6	25,6	25,5	25,5
Poids final (kg)	107,1	107,3	105,9	106,7
Consommation (kg/j)	2,03	2,03	1,94	2,04
GMQ (g/j)	716	702	699	705
I.C. (kg/kg)	2,86	2,90	2,78	2,90
Muscle (F.O.M.) (%)	52,2	53,2	54,0	52,5
Rendement froid (%)	79,7	80,0	79,4	79,6

Tableau 8 - Essai 4 : Résultats zootechniques

	Traitement			
	I	II	III	IV
Poids initial (kg)	25,4	25,5	25,5	25,4
Poids final (kg)	104,6	103,9	104,5	104,3
Consommation (kg/j)	1,89	1,81	1,77	1,88
GMQ (g/j)	693	653	667	663
I.C. (kg/kg)	2,74	2,83	2,70	2,85
Muscle (F.O.M.) (%)	54,2	54,4	55,2	53,6
Rendement froid (%)	78,9	78,9	79,8	79,4

Par ailleurs, comme lors de la première expérimentation, le niveau d'alimentation en période chaude est moins élevé (1,84 kg par porc et par jour en moyenne). Ceci représente selon les traitements, une diminution de 7 à 12 % de la consommation, par rapport à celles observées lors de l'essai mené en période froide (essai 3).

Les résultats d'abattage, tant pour le rendement froid que pour le pourcentage de muscle, ne présentent aucune différence significative.

2.2.2. Consommations d'eau

Lors de l'essai 3 (période froide), comme l'indique le tableau 9, les taux de dilution observés sont voisins pour trois des quatre traitements (de 2,0 à 2,2). Seuls les animaux du traitement I (bol à palette, eau 24 h/24) obtiennent une valeur supérieure à 2,5.

Pour l'essai mené en période chaude (essai 4), les porcs ayant un accès séquentiel à l'eau (III) et ceux dont l'abreuvoir sucette est placé dans le nourrisseur (IV) adoptent des taux de dilution voisins (2,51 et 2,38). Par contre, les animaux du traitement I ont une consommation d'eau plus élevée (dilution de 3,37). Nous observons une valeur intermédiaire (2,83) pour l'abreuvoir sucette placé en dehors du nourrisseur.

De plus, les températures sont relativement élevées en pé-

riode chaude (tableau 10), avec une moyenne des maxima identique à celle relevée lors de la première expérimentation (29,5°C).

Tableau 9 - Deuxième expérimentation : Evolution des consommations d'eau en fonction du type d'abreuvement (pour des porcs de 30 à 95 kg de poids vif).

		Traitement			
		I	II	III	IV
Essai 3	Consommation brute (l/porc/j)	5,32	4,57	4,14	4,16
	Taux de dilution (l/kg)	2,56	2,24	2,14	2,01
Essai 4	Consommation brute (l/porc/j)	6,67	5,12	4,44	4,49
	Taux de dilution (l/kg)	3,37	2,83	2,51	2,38

Tableau 10 - Deuxième expérimentation : Niveaux de température ambiante

Essai 3	Température (°C) mini (écart-type) maxi	22,7 24,9	(1,04) (1,09)
Essai 4	Température (°C) mini (écart-type) maxi	24,2 29,5	(0,95) (3,08)

3. DISCUSSION

3.1. Incidence d'une restriction hydrique sur les performances zootechniques des animaux

Dans nos conditions expérimentales, il n'y a pas d'altération des performances de croissance, en accord avec les travaux réalisés par OLSSON (1983).

De même, la diminution du taux de dilution n'a aucun effet sur le rendement de carcasse, ni sur le taux de muscle.

Pour ces essais, les analyses d'urine effectuées ne mettent en évidence ni traces de sang, ni présence de nitrites. Elles présentent, pour la créatinine, la densité ou le pH, une plus grande hétérogénéité des résultats au sein d'un même traitement qu'entre traitement. Elles n'amènent donc, aucune conclusion pratique sur l'incidence du rationnement en eau pour ces différents paramètres.

De même, les examens pratiqués à l'abattoir, sur les vessies et les reins des animaux, n'ont révélé aucune atteinte pathologique.

Il semble donc, que le rationnement hydrique, permettant d'atteindre un taux de dilution voisin de 2,5, n'affecte ni l'état de santé, ni les performances zootechniques des animaux.

Le principe de l'accès séquentiel à l'eau provoque une compétition importante au moment de l'abreuvement, cependant aucune manifestation d'agressivité ou de cannibalisme n'est à noter.

La réduction du temps d'accès, dans nos conditions expérimentales (bol à palette, débit de 3 l/mn), engendre une diminution de la quantité d'eau ingérée. En effet, en hiver, les porcs ayant l'eau à volonté ont consommé sur la période totale d'engraissement environ 900 litres, alors que les animaux subissant un rationnement hydrique ont consommé à peine 600 litres, soit une diminution de plus de 300 litres. De même, en été, la consommation d'eau constatée est supérieure de 800 litres pour les porcs disposant de l'eau toute la journée, ceux-ci ayant consommé près de 1500 litres.

CHOSSON (1988), dans des conditions similaires et en période froide, donne une réduction de 37 % du taux de dilution, valeur proche de nos résultats.

De même, OLSSON (1983), avec le principe de l'accès séquentiel (2 x 45 mn), obtient une diminution de la consommation d'eau de 2,9 l par porc et par jour, avec un système d'abreuvement différent (boutons poussoirs placés au dessus de l'auge).

Parallèlement, la température ambiante semble jouer un rôle important sur les consommations d'eau. En effet, entre l'essai mené en période froide, et celui conduit en période chaude, le taux de dilution, pour les animaux ayant libre accès à l'eau, est augmenté de 50 %.

Ceci confirme les résultats obtenus par MORISSON et MOUNT (1971), YANG et al (1981) et NIENABER (1982).

Au vu de ces premiers résultats, il semble que le débit retenu (3 l/mn) est trop élevé, car les taux de dilution obtenus en hiver, pour les traitements où l'eau est délivrée 24 h/24, pourraient être plus faibles (de l'ordre de 2,5).

3.2. Comparaison des différents systèmes d'abreuvement

En période froide, pour les abreuvoirs de type sucette, les animaux adoptent des taux de dilution similaires, pour les deux modes d'utilisation.

Par contre, l'accès séquentiel pour les abreuvoirs bol à palette, permet de réduire le taux de dilution de 20 % (1,2 l/porc/jour). Mais cette réduction ne représente que 140 litres d'eau sur la période totale d'engraissement, car le niveau de consommation des animaux ayant l'eau ad libitum est relativement faible. Il est légèrement supérieur à 600 litres (taux de dilution de 2,56), avec un débit à l'abreuvoir de 1 l/mn.

Il semble donc possible de maîtriser les consommations d'eau en période froide, quel que soit le système étudié.

De plus, les performances zootechniques ne sont pas significativement différentes entre traitement.

En période chaude, il existe une légère différence entre les taux de dilution des traitements II et IV. La présence de la sucette dans le nourrisseur semble conduire à un abreuvement moins important (taux de dilution réduit de 20 %) ; mais ramené à la consommation brute, la différence n'est alors que de 0,6 l par porc et par jour, soit 75 l pour toute la durée d'engraissement. Il convient donc de relativiser cet écart et on peut considérer que ces deux systèmes donnent des résultats équivalents.

Par contre, pour les abreuvoirs bols à palette, la réduction du temps d'accès provoque une diminution de la consommation

brute de 2,2 l par porc et par jour. Le principe de l'accès séquentiel, avec un débit de 1 l/mn, conduit à une restriction hydrique supérieure à 250 l par porc.

Là aussi, il n'existe pas de différence significative entre traitement, pour les performances zootechniques. Cependant, les valeurs observées (comprises entre 650 g et 700 g par jour) sont relativement faibles et sont à mettre en relation avec le niveau de consommation peu élevé qui résulte de conditions d'ambiance défavorables. En effet, les températures maxima relevées sont supérieures ou égales à 28°C pour 70 % du temps d'engraissement (90 % en période de finition). Ceci est un facteur de rationnement : LE DIVIDICH (1989) donne une réduction de la consommation d'aliment de 10 à 40 g par jour et par degré centigrade dans l'intervalle 20-30°C.

Pour l'ensemble des deux essais, les indices de consommation obtenus sont légèrement plus faibles lorsque des abreuvoirs à bol et palette sont utilisés. Cette tendance reste inexpiquée.

Par ailleurs, on observe une augmentation du taux de dilution en période chaude, notamment pour les animaux ayant l'eau à volonté. Néanmoins, la quantité d'eau utilisée par les animaux pour la période d'engraissement reste peu élevée : elle se situe aux environs de 800 litres par porc.

Comme pour la première expérimentation, l'accès séquentiel à l'eau ne modifie pas le comportement des animaux (absence de cannibalisme ou d'agressivité).

CONCLUSION

Au vu de ces deux expérimentations, il paraît possible de maîtriser les consommations d'eau du porc à l'engrais, donc de réduire les volumes de lisier produit, sans altérer les perfor-

mances et l'état de santé des animaux. Ceci est réalisé par une bonne gestion des équipements, notamment le contrôle des débits à l'abreuvoir.

Ainsi, entre les deux expérimentations, la réduction du débit de 3 l/mn à 1 l/mn, pour des animaux ayant accès à l'eau 24 h / 24, se traduit par une baisse du taux de dilution de 37 % en période froide et de 50 % en période chaude. Ce sont respectivement 100 l et 400 l de lisier produit en moins, par porc, durant l'engraissement.

De même, l'abreuvoir de type sucette, réglé à un débit de 0,5 l/mn, placé à l'intérieur de l'auge (type nourrisoupe) ou fixé à l'extérieur, permet d'obtenir des consommations d'eau relativement faibles.

Il convient donc, d'être vigilant sur la conduite de l'abreuvement du porc à l'engrais, car les quantités d'eau ingérées peuvent facilement varier du simple au double en raison d'une mauvaise maîtrise des débits.

La réduction de la dilution des lisiers doit donc s'envisager avant tout par le contrôle rigoureux des installations, avec notamment la mise en place d'un réducteur de pression, d'un manomètre de lecture et la pose d'un compteur d'eau sur la conduite principale.

Cependant, pour les abreuvoirs bol à palette, il est difficile techniquement de descendre en dessous de 1 l/mn. Dans ce cas, l'accès séquentiel peut représenter une solution pour limiter les quantités d'eau consommées.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier la Société MAFREL pour la mise à disposition de leur matériel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBAR J., CHOSSON C., GRANIER R., MAIGNE A., 1985, Doc. Travail ITP, 187 p.
- ALBAR J., LATIMIER P., 1987, In : Systèmes de distribution de l'aliment aux porcs, I.T.P. - S.I.M.A. éd. Paris. 4ème SIMAVIP, 59-71.
- BARBER J., BROOKS P.H., CARPENTER J.L., 1988, Anim. Prod., 46, 521.
- BROOKS P.H., CARPENTER J.L., 1990, Recents advances in anim. nutrition, 115-136.
- CHOSSON C., GRANIER R., MAIGNE A., BOUBY A., MONGIN J.P., 1988, Techni-porc 11.5, 27-41.
- CUNNINGHAM H.M., FRIEND D.W., 1966, J. Anim. Sci., 25, 663-667.
- FARMERS WEEKLY, 1981, 7, 1113.
- FIEDLER E., 1982, Veruchs - und - Erfrungsbericht, 117-121.
- GILL B.P., BARBER J., 1990, Farm building Progress, 102, 19-22.
- LE DIVIDICH J., RINALDO D., 1989, Journées Rech. Porcine en France, 21, 219-230.
- MOUNT L.E., HOLMES C.W., CLOSE W.H., MORRISSON S.R., START I.B., 1971, Anim. Prod., 13, 561-563.
- MORRISSON S.R., MOUNT L.E., 1971, Anim. Prod., 13, 51-57.
- NIENABER J.A., HAHN G.L., 1984, J. Anim. Sci., 59, 1423-1429.
- OLSSON O., 1983, Valve drinkings systems for growing-finishing pigs, 249 p.
- YANG T.S., HOWARD B., Mc FARLANE W. V., 1981, Applied Anim. Ethology, 7, 259-270.