

A 8305

UTILISATION DE L'ENSILAGE DE MAÏS GRAIN HUMIDE PAR LES PORCS CHARCUTIERS

INFLUENCE DU TAUX D'HUMIDITÉ ET DE LA PRÉSENCE DE RAFLE A LA RÉCOLTE

J. CASTAING (1), R. COUDURE (1), F. GROSJEAN (2)

(1) Association Générale des Producteurs de Maïs - 122, boulevard Tourasse - 64000 PAU

(2) Institut Technique des Céréales et des Fourrages - 8, avenue du Président Wilson - 75116 PARIS

*Avec la participation de J.G. CAZAUX et la collaboration technique du personnel
de la Station Expérimentale I.T.C.F. - A.G.P.M. de Montardon (64)*

Les conditions d'emploi du maïs-grain humide pour l'alimentation des porcs sont connues depuis une douzaine d'années en France. Les avantages de cette technique sont de différents ordres : économie d'énergie par suppression du séchage, récolte plus précoce, bonne valorisation du produit ensilé par les porcs. L'ensemble des résultats expérimentaux acquis à ce jour permettent de conclure à l'équivalence de valeur alimentaire, exprimée relativement à un même niveau d'humidité, entre les formes humides ou sèches (FÉVRIER *et al.*, 1971 ; KERMOAL *et al.*, 1971 ; FÉVRIER *et al.*, 1972 ; GAYE et MOAL, 1972).

Face à un regain d'intérêt pour cette pratique, nous avons voulu préciser deux aspects complémentaires. Le premier concerne le **taux d'humidité** de l'ensilage du grain à la récolte ; il était de 35 p. cent dans la plupart des données bibliographiques mais il varie généralement de 30 à 40 p. cent dans les conditions de la pratique. En 1980 une expérimentation a été mise en place pour vérifier l'absence d'influence du taux d'humidité à la récolte sur la valeur alimentaire du produit (essai 1). Le second aspect est relatif à la **présence de rafle avec le grain** lors de la récolte à la moissonneuse-batteuse. Lorsqu'il comporte environ 80 p. cent de la rafle, le produit est appelé « Corn-Cob-Mix - C.C.M. ». C'est la forme dominante de récolte du maïs dans plusieurs pays européens, notamment en Allemagne (PAHMEYER et STEINHOFF, 1980). La valeur alimentaire de ce produit est mal connue ; un seul essai a été publié en France et il concerne l'utilisation de l'épi entier sans spathe (CHAMBOLLE, 1973). Aussi nous avons conduit trois expérimentations en 1981 et 1982 pour mieux connaître ce type d'ensilage (essais 2, 3 et 4).

1^{er} THEME

**INFLUENCE DU TAUX D'HUMIDITÉ
SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DU MAÏS ENSILÉ**

Le but de cet essai était de comparer entre eux et à du maïs grain sec deux lots de maïs grain ensilé récolté à deux humidités différentes.

Le maïs nécessaire à l'expérimentation provient d'une parcelle de trois hectares de variété INRA 508. Un premier lot a été récolté et ensilé le 5 Novembre 1980 à 41 p. cent d'humidité. Les deux autres lots ont été récoltés le 3 Décembre à 37 p. cent d'humidité pour être soit ensilé soit séché afin de constituer un témoin.

L'essai (CMD 28) s'est déroulé du 16 Avril au 13 Août 1981 dans une porcherie à loges collectives de quatre porcs.

1) Régimes expérimentaux

Les régimes sont composés de 76 p. cent de maïs sec à 14 p. cent d'humidité ou l'équivalent pour les ensilages, 20,4 p. cent de tourteau de soja « 50 » (56,3 p. cent de MAT/MS) et 3,6 p. cent de C.M.V. Les valeurs énergétiques du maïs et du tourteau de soja retenues sont respectivement de 3 950 et 4 000 Kcal d'énergie digestible par kg M.S. Les régimes présentent un rapport de 2,50 g de lysine pour 1 000 Kcal d'E.D. Le plan de rationnement adopté, destiné à contrôler l'ingéré énergétique quotidien, conduit à un apport maximum d'aliment pour les mâles castrés à 60 kg de 2,65 kg et pour les femelles à 80 kg de 3,05 kg (demi-ration le dimanche), soit respectivement 8 790 et 9 990 Kcal d'E.D.

Les rations à base d'ensilage sont préparées chaque jour pour chaque loge, avec mélange manuel en bacs du maïs ensilé et des complémentaires. Chaque jour, en cours d'exploitation des silos, un échantillon représentatif a été prélevé sur le front d'attaque. La mesure de la teneur en matière sèche des ensilages est effectuée à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures. Par ce contrôle, on a pu distribuer des quantités de matière sèche équivalentes pour les trois régimes. Les corrections pour la semaine sont effectuées avec l'humidité moyenne de la semaine précédente.

2) Résultats

Les résultats d'élevage et à l'abattage figurent au tableau 1. Les consommations et indices de consommation sont exprimés à 13 p. cent d'humidité.

En période de croissance, de 25 à 60 kg, les porcs ont consommé en moyenne la même quantité journalière d'aliment, soit 1,86 kg, quel que soit le régime alimentaire, ce qui traduit l'application des plans de rationnement et l'absence de refus. Les vitesses de croissance observées sont pratiquement identiques : 738 g en moyenne ; l'indice de consommation pour chaque traitement est de 2,52.

En période de finition, de 60 kg à l'abattage, les porcs recevant le témoin « maïs sec » ont consommé 2,58 kg par jour contre 2,56 kg pour les porcs recevant le maïs humide. Les animaux nourris avec le maïs à 37 p. cent d'humidité ont une croissance légèrement inférieure de 4,2 p. cent : 757 g contre 790 g en moyenne pour les régimes 1 et 2 (P. 0,13). L'indice de consommation (3,39) est également détérioré (P. 0,05) par rapport aux régimes 1 et 2 (3,26).

Sur la durée totale de l'essai, les performances ne sont pas significativement différentes d'un régime à un autre. Les porcs ont consommé en moyenne la même quantité d'aliment : 2,25 kg par jour. Les vitesses de croissance sont de 765 g avec le maïs sec et avec le maïs à 41 p. cent d'humidité ; la croissance moyenne est légèrement plus faible de 2 p. cent avec le

maïs à 37 p. cent d'humidité : 749 g. De même l'indice de consommation, qui est en moyenne de 2,93 avec les régimes 1 et 2, est légèrement dégradé de 2,7 p. cent avec le traitement 3 : 3,01.

A l'abattage, on ne constate pas de différence significative sur le rendement carcasse et la composition corporelle des animaux ayant reçu un aliment soit à base de maïs sec, soit à base de maïs humide quelle que soit son humidité.

TABLEAU 1
PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET RÉSULTATS A L'ABATTAGE
(6 loges de 4 animaux = 24 animaux par traitement)

Traitements	1	2	3	Coefficient de variation résiduel	Probabilité sous Ho (1) Effet traitement
Type de maïs	Maïs sec	Maïs humide			
Humidité du maïs	14,0	41,0	37,0		
Période de croissance, du début essai à 60 kg					
Consommation, kg/jour (2)	1,86	1,85	1,86	0,7	0,24
Gain moyen quotidien, g	739	734	742	10,9	0,50
Indice de consommation (2)	2,52	2,52	2,51	2,6	0,50
Période de finition de 60 kg à l'abattage					
Consommation, kg/jour (2)	2,58	2,56	2,56	0,5	0,90
Gain moyen quotidien, g	789	792	757	8,5	0,13
Indice de consommation (2)	3,27 ab	3,24 a	3,39 b	2,9	0,05
Durée totale de l'engraissement de 25 à 105 kg					
Consommation, kg/jour (2)	2,25	2,24	2,25	0,8	0,18
Durée, jours	105	105	107	6,9	0,50
Gain moyen quotidien, g	766	765	749	7,9	0,50
Indice de consommation (2)	2,94	2,92	3,01	2,6	0,18
Résultats d'abattage					
Rendement, p. cent (3)	78,0	77,7	78,4	1,7	0,25
Jambon + longe, p. cent (4)	45,8	45,7	45,1	3,8	0,36
Bardière + panne, p. cent (4)	11,9	12,1	12,5	11,3	0,32
Pourcentage de muscle (5)	47,1	46,6	47,0	6,9	0,50
Rapport longe/bardière	2,45	2,39	2,33	14,6	0,50
Lard dorsal, D + R/2, mm	23,7	23,4	23,7	14,4	0,50
Note de classement (6)	2,12	2,17	2,25		

(1) Ho : hypothèse d'égalité des moyennes des traitements. Les chiffres affectés de lettres différentes sont significativement différents au seuil $P = 0,05$ (test de NEWMAN et KEULS).

(2) Exprimé à 13 p. cent d'humidité.

(3) Rendement = (poids carcasse chaude - 2,5 p. cent poids carcasse chaude) \times 100 / poids vif veille abattage.

(4) Découpe Sud-Ouest.

(5) Mesures linéaires selon la méthode de BOER adaptée par NAVEAU *et al.*

(6) Coefficient 1, 2, 3 pour les classes I, II, III ; coefficient 5 pour la classe IV.

En conclusion, bien que les performances de croissance en période de finition aient été légèrement moins bonnes avec le maïs à 37 p. cent d'humidité, on peut considérer que les régimes à base de maïs sec ou humide ont des valeurs alimentaires semblables pour les porcs en engraissement de 25 à 105 kg. Par ailleurs les deux formes de maïs conduisent à des qualités de carcasses identiques.

2^{eme} THEME

INFLUENCE DE LA PRÉSENCE DE RAFLE

I – BUT DES TROIS ESSAIS

Nous avons conduit trois essais afin de tester la valeur d'utilisation par le porc charcutier du maïs humide comportant de la rafle.

Dans l'essai 2, nous avons comparé deux ensilages de maïs récoltés à 39 % d'humidité comportant ou non 80 % de la rafle. Les résultats obtenus nous ont amené à renouveler la comparaison (essai 3). Cette fois-ci nous avons adjoint un troisième régime représenté par du maïs grain sec.

Dans l'essai 4, nous avons comparé les deux types d'ensilage maïs cette fois provenant d'une récolte à 35 % d'humidité. Afin de préciser l'effet de la rafle, nous avons étudié un régime à teneur intermédiaire en rafle.

En marge de ces comparaisons, nous avons suivi un ensilage de maïs grain sans rafle récolté à 24 % d'humidité (régime 3 – essai 2).

II – MODALITÉS EXPÉRIMENTALES COMMUNES AUX TROIS ESSAIS

1) Récolte

Une parcelle de quatorze hectares de maïs (variété PHŒBUS 345 demi-tardive) a été récoltée en trois fois, les 30 Septembre, 15 Octobre et 23 Novembre 1981. Aux deux premières dates, il a été procédé à une récolte du grain seul et du grain comportant de la rafle. Le maïs grain avec la rafle a été récolté avec une moissonneuse-batteuse équipée des organes Corn-Cob-Mix (bateur plus agressif au niveau des plaques, cornières entre les battes et contre-bateur à barreaux ronds ; de plus les perforations des deux premières chutes des secoueurs plus importantes (40 x 80 mm) permettent le passage des morceaux de rafle sans laisser passer les spathes). L'estimation du pourcentage de rafle récupérée s'est révélée difficile. On estime que 80 à 95 p. cent de la rafle aurait été récupérée.

Les taux d'humidité à la première date de récolte étaient de 38,9 p. cent pour le maïs témoin et de 41,9 p. cent pour le produit « maïs + rafle ». A la deuxième date de récolte, ils étaient de 34,7 p. cent pour le témoin « maïs grain » et de 37 p. cent pour le produit « maïs + rafle ». A cette même date, un lot de maïs a été récolté puis séché pour être utilisé dans un aliment témoin. A la troisième date de récolte, le taux d'humidité pour le « maïs grain » était de 24,2 p. cent.

2) La mise en silo

Cinq silos de 7,50 m de long et 2 m de haut en éléments préfabriqués en béton ont été réalisés sous un hangar sur sol bétonné. Leur largeur varie selon que l'ensilage est à base de maïs grain (2 m) ou à base de maïs + rafles (2,50 m) ; l'incorporation de rafle nécessite un volume supplémentaire de stockage de 25 p. cent environ.

Le broyage et la mise en silo des différents lots de maïs ont eu lieu immédiatement après la récolte ou le lendemain matin dans le cas d'une récolte en fin de journée. Le broyage a été effectué avec un broyeur « SKIOL » équipé d'une grille à trous ronds de 16 mm de diamètre.

Les observations effectuées au moment du broyage font apparaître que la présence de rafle augmente sensiblement la durée de broyage, alors que la diminution de l'humidité du maïs semble améliorer légèrement le débit du broyeur. Le tassement a été réalisé au tracteur et au pied sur la partie supérieure du silo. Le lot de maïs grain récolté à 24 p. cent d'humidité n'a pu être tassé au tracteur.

3) Appréciation de la qualité de conservation des différents silos

a – Analyses fermentaires

Des analyses fermentaires ont été réalisées en cours d'exploitation des silos (tableau 2). Chaque fois, quatre prélèvements ont été faits dans des cavités de 20 cm de profondeur creusées dans le front d'attaque, afin de constituer un échantillon représentatif ; celui-ci était congelé pour l'envoi au laboratoire. Dans aucun des lots il n'a été décelé d'acide butyrique ni d'acide propionique ni de méthanol.

Aux humidités les plus élevées (1ère et 2ème date de récolte), les analyses fermentaires font apparaître une bonne conservation des différents lots ensilés qu'il y ait ou non présence de rafle.

Par contre, le maïs récolté à une humidité trop faible ne se conserve pas correctement ; on observe en particulier un pH élevé (4,8) et une fermentation lactique faible (0,61 p. cent). Ce lot s'est échauffé dès l'ouverture du silo (les températures de la masse pouvant aller au-delà de 50 °C) et des pourritures sont apparues par la suite sur la partie supérieure.

TABLEAU 2
ANALYSES FERMENTAIRES

Date de récolte Période utilisée	30.09.1981 Février-Septembre 1982		15.10.1981 Février-Juin 1982		25.11.1981 Février-Juillet 1982
	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain
Matière sèche à la récolte	61	58	65	61	76
Nombre d'échantillons	4	4	4	4	4
MAT, p. cent MS	9,1	8,8	9,3	8,9	9,7
pH	4,0 (4,0 à 4,2)	3,9 (3,8 à 3,9)	3,9 (3,9 à 4,0)	3,9 (3,8 à 4,0)	4,8 (4,7 à 5,0)
NH ₃ /N Total, %	5,7 (5,0 à 6,8)	4,4 (3,5 à 6,2)	5,9 (5,3 à 6,5)	6,0 (4,8 à 7,3)	2,6 (1,4 à 8,0)
Acide lactique	1,18 (0,57-1,59)	1,28 (1,19-1,42)	1,15 (0,52-1,41)	1,27 (0,90-1,82)	0,61 (0,12-1,43)
Acide acétique	0,12 traces à 0,30	0,12 traces à 0,25	0,08 traces à 0,19	0,10 traces à 0,22	0,12 traces à 0,26
Éthanol	0,68 (0,37 à 1,00)	0,69 (0,30 à 1,40)	0,36 (0,26 à 0,58)	0,41 (0,39 à 0,45)	0,54 traces à 1,27

b – Analyses mycologiques

La flore a été contrôlée dans la masse de l'ensilage. Pour les ensilages des deux premières dates de récolte, on trouve essentiellement une présence importante de levures.

TABLEAU 3
BILAN DES SILOS, EN P. CENT DE LA MATIERE SECHE

Date de récolte	30.09.1981		15.10.1981	
	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain	Maïs + rafle
Type d'ensilage Humidité de récolte	38,9	41,9	34,7	37,0
Pertes par inconsommable	1,2	0,5	0,6	0,4
Pertes de matière sèche	2,9	2,5	3,3	2,6
Pertes totales	4,1	3,0	3,9	3,0

TABLEAU 4
DESCRIPTIF DES ESSAIS ET SCHEMAS EXPERIMENTAUX

Dates essais	ESSAI 2 (CMD 29) Février-Juin 82			ESSAI 3 (CMD 30) Juin-Septembre 82			ESSAI 4 (CMB 09) Février-Juillet 82		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Nombre de porcs	72			96			144		
Nombre porcs/loge	4			4			8		
Nbre loges en expérimentation	18 (6 x 3)			24 (8 x 3)			18 (6 x 3)		
Traitement expérimentaux	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Date de récolte	30.09.81		25.11.81	15.10.81	30.09.81		15.10.81		
Type d'ensilage	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain	Maïs grain sec	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain	Maïs + rafle	1/2 Maïs grain 1/2 Maïs rafle
Humidité :									
• récolte	39,0	42,0	24,0	35,0	39,0	42,0	35,0	37,0	—
• utilisation	38,0	41,0	22,0	15,5	38,0	40,0	34,6	36,7	—
Présentation de l'aliment	Farine humidifiée à l'auge			Farine humidifiée à l'auge			Farine sèche au nourrisseur		

TABLEAU 5
CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES DES DIFFÉRENTS LOTS D'ENSILAGE
EN P. CENT DE LA MATIERE SECHE

Date de récolte	ESSAI 2			ESSAI 3		ESSAI 4	
	30.09.81	25.11.81	30.09.81	30.09.81	15.10.81	15.10.81	
Type d'ensilage	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain	Maïs + rafle
Caractéristiques chimiques mesurée sur un échantillon séché à l'étuve (24 h à 105 °C)							
Nombre d'échantillons	9	9	9	10	10	13	13
Matière azotée totale	9,6	9,1	10,0	9,3	8,9	9,7	9,2
Cellulose brute (WEENDE)	2,5	4,2	2,4	2,1	4,9	2,2	3,8
Amidon (EWERS)	67,7	65,5	72,3	68,6	63,2	69,5	64,2

Selon les échantillons on a pu rencontrer quelquefois des traces d'*aspergillus fumigatus*, d'*aspergillus GR glaucus*, d'*aspergillus flavus*, des *absidia sp* et des *penicillium sp*. Sur certains endroits paraissant suspects dans les silos (points bleutés ou verdâtres, légère couche superficielle rougeâtre ou parfois marron) on retrouve en général la même flore.

Pour l'ensilage du plus sec (24 % d'humidité), la présence de levures est nettement plus faible et en plus de la flore rencontrée dans les autres ensilages, il y a présence de *Mucor sp*. Les *fusarium sp* n'ont été rencontrés qu'une fois à très faible quantité.

c – Les pertes

Les pertes pour les silos ayant eu une conservation normale figurent au tableau 3. Les bilans de silos sur 19 à 20 tonnes de produit par silo ont été réalisés par pesée totale des quantités ensilées et dessilées. Le contrôle de l'humidité est journalier. Il n'a pas été tenu compte des produits volatils pour la correction des pertes.

Dès l'ouverture du silo, il faut signaler un aspect très favorable de l'ensilage de maïs avec rafle. Le taux des pertes fermentaires de matière sèche semble plus faible dans ce cas.

4) Schémas expérimentaux

Les caractéristiques principales des trois essais sont regroupées au tableau 4.

5) Régimes expérimentaux

Les résultats d'analyse des différents lots de maïs figurent au tableau 5. Par rapport à un ensilage de grain seul, la présence de 80 p. cent de la rafle élève le taux de cellulose brute jusqu'à 4,5 p. cent pour la première humidité de récolte et 3,8 p. cent pour la deuxième humidité. Elle entraîne une légère baisse du taux de matières azotées totales du produit d'environ un demi-point.

Dans les trois essais, la formulation des aliments ne comptant que du grain seul est constante : 74,0 p. cent de maïs, 22,4 p. cent de soja et 3,6 p. cent de C.M.V. Un rapport de 2,60 g de lysine/ 1 000 Kcal d'E.D. a été retenu. Le même lot de tourteau de soja à 54,6 p. cent de MAT en p. cent MS a été utilisé.

Dans les régimes contenant de la rafle, il y a substitution pondérale des différents ensilages au maïs grain sur la base d'un même apport de matière sèche. La présence de rafle conduit à une diminution de la concentration énergétique des régimes appliqués.

Le plan de rationnement appliqué à tous les régimes expérimentaux pour une distribution de 13 repas par semaine d'aliment figure au tableau 6.

TABLEAU 6

PLAN DE RATIONNEMENT, APPORTS JOURNALIERS D'ALIMENT, DE MAÏS, DE COMPLÉMENTAIRE (TOURTEAU DE SOJA ET CMV) ET D'ÉNERGIE (1/2 RATION LE DIMANCHE)

Poids vif, kg		20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
Quantités distribuées :																	
	Sexe																
Aliment sec	M	1,25	1,45	1,60	1,80	1,95	2,10	2,25	2,35	2,50	2,65	2,70					
	F	1,25	1,45	1,60	1,80	1,95	2,10	2,25	2,35	2,50	2,65	2,70	2,80	2,85	2,95	3,00	3,05
Maïs sec (74%)		0,93	1,07	1,18	1,33	1,44	1,55	1,67	1,74	1,85	1,96	2,00	2,07	2,11	2,18	2,22	2,26
Compl. (26%)		0,32	0,38	0,42	0,47	0,51	0,55	0,58	0,61	0,65	0,69	0,70	0,73	0,74	0,77	0,78	0,79
E.D., Mcal/j.		4,00	4,65	5,20	5,80	6,40	6,83	7,26	7,69	8,12	8,55	8,79	9,03	9,27	9,51	9,75	9,99

III – RÉSULTATS

1) Essai 2 – Influence du taux de rafle et de l'humidité de récolte

Les résultats d'élevage et d'abattage figurent au tableau 7.

TABLEAU 7
PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET RÉSULTATS D'ABATTAGE
(6 loges de 4 animaux = 24 animaux par traitement)

Traitements	1	2	3	Coefficient de variation résiduel	Probabilité sous Ho (1) Effet traitement
Date de récolte	30.09.81		25.1.82		
Type d'ensilage	Maïs grain	Maïs + rafle	Maïs grain		
Humidité à l'utilisation	38	41	22		
Période de croissance de 24,5 à 60 kg					
Consommation, kg/j (2)	1,82	1,82	1,84	0,9	0,12
Gain moyen quotidien, g	726 a	703 ab	658 b	11,0	< 0,01
Indice de consommation (2)	2,51 a	2,59 a	2,80 b	3,4	< 0,01
Période de finition de 60 kg à l'abattage					
Consommation, kg/j (2)	2,61	2,59	2,60	0,6	0,31
Gain moyen quotidien, g	819 a	799 a	724 b	10,1	< 0,01
Indice de consommation (2)	3,19 a	3,24 a	3,59 b	4,0	< 0,01
Durée totale de l'engraissement					
Poids début essai, kg	24,5	24,5	24,5	1,2	0,50
Poids fin essai, kg	102,8 a	103,0 a	101,0 b	2,7	0,00
Consommation, kg/j (2)	2,23	2,22	2,23	0,5	0,50
Durée, jours	102 a	105 a	111 b	6,6	< 0,01
Gain moyen quotidien, g	773 a	753 a	691 b	8,9	< 0,01
Indice de consommation (2)	2,88 a	2,95 a	3,23 b	3,3	< 0,01
Résultats d'abattage					
Rendement, p. cent (3)	76,9 a	77,0 a	76,0 a	1,2	< 0,01
Jambon + longe, p. cent (4)	44,4	44,8	45,0	2,6	0,14
Bardière + panne, p. cent (4)	9,2	8,9	8,7	10,6	0,50
Pourcentage de muscle (5)	48,3	49,1	50,4	5,5	0,07
Rapport longe/bardière	3,04	3,24	3,32	23,4	0,50
Lard dorsal D + R/2, mm	23,4	22,6	20,7	16,3	0,08
Note de classement (6)	2,21	2,17	2,04		

1, 2, 3, 4, 5 et 6 cf. tableau 1.

Les consommations journalières d'aliment ramenées à 87 p. cent de matière sèche sont identiques à chaque période pour tous les traitements comme le prévoyait le plan de rationnement appliqué.

En période de croissance, jusqu'à 60 kg, les ensilages les plus humides (40 p. cent) procurent les vitesses de croissance les plus élevées : 726 g et 703 g, ainsi que les meilleurs indices de consommation (2,51 et 2,59). L'ensilage réalisé à 24 p. cent d'humidité conduit à une diminution significative de la vitesse de croissance en moyenne de 8 p. cent (658 g) et à une augmentation de l'indice de consommation de 9,8 p. cent (2,80).

En période de finition, les écarts observés en croissance entre les deux taux d'humidité s'accroissent ; la dégradation de la croissance et de l'indice de consommation est de l'ordre de 11 p. cent avec l'ensilage trop sec. Les effets de la présence de rafle ne sont pas significatifs : avec 80 p. cent de la rafle, les performances sont plus faibles de 2 p. cent (différences non significatives).

Sur la durée totale, la meilleure vitesse de croissance est obtenue avec l'ensilage de maïs grain le plus humide (773 g). On observe une différence significative de 10,6 p. cent par rapport à l'ensilage trop sec et mal conservé (691 g). La présence de rafle ne modifie pas significativement les performances (753 g). Les résultats avec les indices de consommation reflètent les phénomènes observés sur la vitesse de croissance. L'ensilage réalisé au taux d'humidité le plus élevé permet la meilleure efficacité alimentaire : 2,88 contre 3,23 (soit une différence de 12,2 p. cent) et la présence de la rafle augmente légèrement l'indice de consommation de 2,4 p. cent dans ce cas (2,95).

A l'abattage, le rendement en carcasse n'est pas modifié par la présence de rafle. Par contre, il est pénalisé de 0,9 point avec l'ensilage de maïs trop sec. Les différences observées sur les morceaux de découpe ne sont pas significatives. Une légère tendance à une meilleure qualité des carcasses est observée avec le traitement 2 à 80 p. cent de rafle, et l'ensilage à un faible taux d'humidité.

En conclusion, dans cet essai, les résultats opposent les deux humidités d'ensilage. Les ensilages à 40 p. cent d'humidité conduisent à un très bon niveau de performances. On constate une dégradation de la valeur alimentaire de l'ensilage de maïs effectué à une humidité de récolte de 24 p. cent ; trop faible pour assurer une bonne conservation du produit. Ceci entraîne des performances réduites de 10,6 p. cent sur la croissance, et de 12,2 p. cent sur l'indice de consommation.

La présence de 80 p. cent de la rafle modifie peu les performances. Malgré tout, on observe une tendance à une dégradation de l'indice de consommation de 2,4 p. cent et une très légère amélioration des carcasses. La modification de l'indice paraît faible par rapport aux résultats de CHAMBOLLE (1973) qui montrait une dégradation de 15 p. cent de l'indice avec l'épi entier sans spathe. Aussi, ces lots de maïs grain avec rafle sont retestés dans l'essai suivant.

2) Essai 3 – Comparaison d'ensilage de maïs grain à 38 p. cent d'humidité avec ou sans rafle à un témoin maïs sec

Les résultats d'élevage et d'abattage figurent au tableau 8.

Les consommations sont très voisines avec tous les traitements, mais tendent à être légèrement inférieures avec la forme sèche.

En période de croissance, les vitesses de croissance sont voisines lorsque le maïs grain est conservé par voie sèche (780 g) ou par voie humide (777 g). Les vitesses de croissance obtenues avec l'ensilage de maïs avec rafle sont inférieures en moyenne de 6,0 p. cent (732 g). Cette différence apparaît significative au seuil P : 0,08. L'efficacité alimentaire est identique avec les régimes à base de maïs grain sec (2,36) et à base de maïs grain humide (2,39). En présence de rafle, l'indice de consommation augmente significativement en moyenne de 6 p. cent (2,53).

En période de finition, l'ensilage de maïs grain conduit aux meilleures vitesses de croissance (850 g). La présence de rafle réduit de 5,2 p. cent la croissance (806 g) ; elle est au même niveau que celle obtenue avec le témoin à base de grain sec (812 g), ce qui s'explique en partie par la légère réduction de consommation déjà signalée avec ce régime. Ces différences apparaissent significatives au seuil P : 0,10. Le meilleur indice de consommation est obtenu avec l'ensilage de maïs grain (3,06). Il est légèrement plus élevé de 3,3 p. cent avec le maïs grain sec (3,16). L'indice augmente significativement de 5,2 p. cent avec l'ensilage maïs comportant 80 % de la rafle (3,22).

TABLEAU 8
PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET RÉSULTATS A L'ABATTAGE
 (8 loges de 4 animaux = 32 animaux par traitement)

Traitements	1	2	3	Coefficient de variation résiduel	Probabilité sous Ho (1) Effet traitement
Type de conservation	Sèche	Humide			
	Maïs grain	Maïs grain	Maïs + rafle		
Humidité du maïs	15,5	38,0	40,0		
Période de croissance de 26,3 à 60 kg					
Consommation, kg/jour (2)	1,84	1,86	1,85	1,0	0,12
Gain moyen quotidien, g	780	777	732	12,4	0,08
Indice de consommation (2)	2,36 a	2,39 a	2,53 b	5,3	0,04
Période de finition de 60 à 103 kg					
Consommation, kg/jour (2)	2,56 a	2,59 b	2,60 b	0,5	< 0,01
Gain moyen quotidien, g	812	850	806	10,4	0,10
Indice de consommation (2)	3,16 ab	3,06 a	3,22 b	3,6	0,04
Durée totale de l'engraissement					
Poids début essai, kg	26,3	26,3	26,2	0,8	0,50
Poids fin essai, kg	103,8	103,1	102,2	2,8	0,09
Consommation, kg/jour (2)	2,24	2,25	2,25	0,6	0,05
Gain moyen quotidien, g	797	814	771	9,3	0,07
Indice de consommation (2)	2,81 a	2,77 a	2,92 b	3,5	0,03
Résultats d'abattage					
Rendement, p. cent (3)	77,3	77,3	77,1	1,4	0,50
Jambon + longe, p. cent (4)	44,2 b	44,5 ab	45,3 a	3,7	0,04
Bardière + panne, p. cent (4)	10,0	9,6	9,3	16,5	0,21
Pourcentage de muscle (5)	48,6 b	49,5 ab	50,9 a	6,4	0,02
Rapport longe/bardière	2,74 b	2,97 ab	3,16 a	21,8	0,04
Lard dorsal D + R/2, mm	24,9 b	23,3 ab	21,5 a	15,6	< 0,01
Note de classement (6)	2,37	2,28	2,06		

1, 2, 3, 4, 5 et 6 cf. tableau 1.

Sur la durée totale, les meilleures vitesses de croissance sont obtenues avec les régimes à base d'ensilage de maïs grain (814 g) et à base de maïs grain sec (797 g). Par rapport à l'ensilage maïs grain, la présence de rafle diminue la vitesse de croissance de 5,3 % (771 g). L'efficacité alimentaire des régimes à base de maïs grain sec et à base de maïs grain humide est très voisine (respectivement 2,81 et 2,77). Elle diminue (2,92) significativement avec l'ensilage de maïs avec rafle de 5,4 p. cent par rapport à l'ensilage sans rafle.

A l'abattage, le rendement carcasse est peu modifié quel que soit le régime. Les animaux recevant les régimes à base d'ensilage de maïs grain et surtout de maïs avec rafle ont les meilleures carcasses. Les plus mauvaises carcasses sont obtenues avec les animaux recevant le régime à base de maïs sec. La note de classement commercial est favorable au régime « maïs + rafle » humide (2,06). Elle augmente avec l'ensilage de maïs grain (2,28) mais surtout avec le régime témoin à base de maïs sec (2,37).

En conclusion, dans cet essai, l'ensilage de maïs grain comportant 80 % de la rafle conduit à des performances de croissance inférieure de 5,3 p. cent et l'indice de consommation est plus élevé de 5,4 p. cent par rapport aux résultats avec l'ensilage de grain seul.

Le rendement carcasse est peu affecté par la présence de rafle. Par contre, la composition corporelle est nettement améliorée.

Il faut signaler le très bon comportement du régime à base de maïs grain humide à 38 p. cent d'humidité, surtout en période de finition. Les performances ne sont pas significativement différentes du témoin sec. L'écart sur la croissance et l'indice s'explique en partie par la consommation plus faible.

3) Essai 4 – Influence de la présence de rafle dans un ensilage à 35 p. cent d'humidité

Les résultats de croissance et d'abattage figurent au tableau 9.

TABLEAU 9
PERFORMANCES D'ÉLEVAGE ET RÉSULTATS D'ABATTAGE
(6 loges de 8 animaux = 48 animaux par traitement)

Traitements	1	2	3	Coefficient de variation résiduel	Probabilité sous Ho (1) Effet traitement
Type d'ensilage	Maïs grain	Maïs + rafle	50 % maïs grain 50 % maïs + rafle		
Humidité à l'utilisation	34,6	36,7	35,6		
Période de croissance de 24,2 kg à 60 kg					
Consommation, kg/jour (2)	1,84	1,86	1,85	0,8	0,22
Gain moyen quotidien, g	748	727	739	8,0	0,22
Indice de consommation (2)	2,46	2,55	2,50	3,4	0,20
Période de finition de 60 kg à 102,5 kg					
Consommation, kg/jour (2)	2,60	2,60	2,59	1,0	0,50
Gain moyen quotidien, g	841 a	764 b	792 b	9,7	0,01
Indice de consommation (2)	3,09 a	3,40 b	3,27 b	1,8	0,03
Durée totale de l'engraissement					
Poids début essai, kg	24,2	24,2	24,2	0,9	0,50
Poids fin essai, kg	103,2	102,0	102,5	2,1	0,07
Consommation, kg/jour (2)	2,23	2,25	2,24	0,5	0,38
Durée, jours	100 a	105 c	103 b	6,6	0,01
Gain moyen quotidien, g	795 a	745 c	766 b	7,1	0,01
Indice de consommation (2)	2,81 a	3,02 c	2,93 b	2,0	0,01
Résultats d'abattage					
Rendement, p. cent (3)	77,4 a	76,6 b	76,9 ab	1,1	0,02
Jambon + longe, p. cent (4)	44,4	44,9	44,7	3,4	0,26
Bardière + panne, p. cent (4)	9,4	8,9	9,5	18,6	0,19
Pourcentage de muscle (5)	48,2	49,1	48,9	8,2	0,50
Rapport longe/bardière	3,00	3,27	3,09	24,7	0,21
Lard dorsal D + R/2, mm	24,7	23,5	24,1	19,0	0,50
Note de classement (6)	2,35	2,21	2,29		

1, 2, 3, 4, 5 et 6 cf. tableau 1.

Les mêmes consommations moyennes journalières sont observées avec tous les traitements, selon le plan d'alimentation choisis.

En période de croissance, les performances ont tendance à se classer selon la proportion de rafle dans les régimes ($P : 0,20$). Les différences entre les extrêmes sont de 2,8 p. cent sur la croissance et de 3,7 p. cent sur l'indice de consommation.

En période de finition, on observe également la même hiérarchie des régimes. Cependant, les performances permises par les régimes à base de maïs grain seul diffèrent significativement de celles obtenues avec ceux contenant de la rafle.

Sur la durée totale de l'essai, la hiérarchie des trois régimes est significative. Les meilleures vitesses de croissance sont obtenues avec l'ensilage de maïs grain (795 g). Par rapport à ce régime, l'ensilage de « maïs + 80 rafle » diminue la vitesse de croissance de 6,3 p. cent (745 g). Le mélange, en proportions égales, de ces deux ensilages conduit à des vitesses de croissance intermédiaire (766 g, soit 3,6 p. cent de moins que le grain seul). Le meilleur indice de consommation est obtenu avec l'ensilage de maïs grain (2,81). Par rapport à ce type d'ensilage, l'efficacité alimentaire diminue significativement de 7,5 p. cent avec l'ensilage « maïs + 80 rafle » (3,02) et de 4,3 p. cent avec le mélange des deux ensilages (2,93).

A l'abattage, le meilleur rendement carcasse est obtenu avec l'ensilage de maïs grain (77,4 p. cent). Le rendement diminue significativement avec l'ensilage « maïs + 80 rafle » de 0,8 points (76,6 p. cent). Avec le mélange de ces deux ensilages, on obtient un rendement intermédiaire aux précédents.

Bien que les différences observées ne soient pas significatives, notons que les animaux recevant l'ensilage « maïs + 80 rafle » ont la meilleure composition corporelle et celles des animaux nourris avec le mélange des deux ensilages est intermédiaire.

En conclusion, l'ensilage de maïs grain permet les meilleures performances d'élevage. Avec l'ensilage « maïs + 80 rafle », la vitesse de croissance diminue de 6,3 p. cent et l'indice de consommation augmente de 7,5 p. cent. Avec le mélange des deux ensilages maïs grain et « maïs grain + 80 rafle », les résultats sont intermédiaires. Le meilleur rendement carcasse est influencé également par la variation du taux de cellulose des rations et l'écart extrême est de 0,8 point.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Influence de l'humidité de récolte du maïs

L'utilisation de maïs humide ensilé récolté à 41 ou 37 p. cent d'humidité par rapport au témoin sec assure des performances de croissance et d'efficacité alimentaire très voisines. Les caractéristiques des carcasses ne sont pas significativement différentes. On peut donc conclure à l'équivalence de la valeur alimentaire de la matière sèche des maïs grain sec ou ensilé humide. Ceci s'explique par le fait que la migration des réserves de la tige vers le grain était terminée dans les deux cas.

Une récolte du maïs à 24 p. cent d'humidité ne peut s'envisager pour une conservation par voie humide en ensilage. Des pertes importantes dues à une mauvaise fermentation de l'ensilage se produisent. Un échauffement de la masse réduit considérablement sa valeur alimentaire. Les performances observées ont été plus faibles de 12 p. cent par rapport à un maïs à 38 p. cent d'humidité.

Influence de la présence de 80 p. cent de la rafle (Corn-Cob-Mix)

La présence de 80 p. cent de la rafle a été étudiée à deux humidités de récolte du maïs, 39 et 35 p. cent ; le taux de rafle récupéré était chaque fois d'au-moins 80 p. cent de la totalité de la rafle de l'épi. Dans le premier cas, le taux de cellulose brute (WEENDE) était de 4,5 p. cent de la matière sèche et dans le deuxième cas de 3,8 p. cent.

Ces ensilages de « maïs + 80 rafle » ont été distribués à des porcs de 25 à 105 kg. La comparaison était toujours effectuée par rapport à un ensilage de maïs grain seul de même humidité. La substitution du maïs grain humide seul par du « grain + 80 rafle » se faisait sur la base d'un même apport de matière sèche. Ainsi la rafle dilue donc l'énergie des régimes. En moyenne, par rapport au témoin renfermant l'équivalent de 74 p. cent de maïs sec, les régimes C.C.M. contenaient environ 64 p. cent de maïs et 10 p. cent de rafle.

Dans les trois essais la substitution pondérale de maïs avec 80 p. cent de la rafle à du maïs seul entraîne des baisses de croissance des porcs et par voie de conséquence détériore l'indice de consommation.

Cependant, les baisses de performances sont sensiblement différentes d'un essai à l'autre : 2,5 p. cent dans le deuxième essai, 5,4 et 7,5 p. cent dans les troisième et quatrième. La qualité des carcasses est toujours améliorée, ce qui est à mettre en relation avec la dilution énergétique du maïs par la rafle, et la croissance plus lente des animaux. Le rendement de carcasse n'a été affecté par la présence de rafle que dans un essai sur trois. Dans cet essai, la différence atteint 0,8 point.

La valeur alimentaire du maïs ensilé avec 80 p. cent de la rafle se situe donc au vu de ces résultats entre 90 et 97 p. cent de la valeur du maïs grain seul sur la base de la matière sèche. Ces résultats paraissent plus favorables que ne le laissent prévoir les premiers résultats de digestibilité effectués par EECKHOUT (1982) avec le même type de produit et les travaux en lots de CHAMBOLLE (1973) utilisant l'épi entier sans spathe. Des travaux complémentaires sont en cours pour vérifier ces résultats qui montrent une assez bonne valorisation de la rafle, notamment dans le cas où l'humidité de récolte est élevée.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements à la Société CEDMA-CLASS et au service Culture de l'A.G.P.M. qui ont effectué la récolte des lots de maïs.

BIBLIOGRAPHIE

- CHAMBOLLE M., FÉVRIER C., RETTAGLIATI J., OUDIN M., 1973. Journées Rech. Porcine en France, 5, 69-74.
- EECKHOUT W., 1982. Digestibility and Energy Value of different forms of maize silages for pigs. Journées Européennes du Maïs, Louvain-la-Neuve, 1982.
- FÉVRIER C., AUMAITRE A., SALMON-LEGAGNEUR E., 1971. Journées Rech. Porcine en France, 3, 137-148.
- FÉVRIER C., BOURDON D., CHAMBOLLE M., 1972. Journées Rech. Porcine en France, 4, 135-142.
- GAYE A., 1971. Journées Rech. Porcine en France, 4, 143-147.
- KERMOAL J.P., L'AOT M., LOSSEC J.P., 1971. Journées Rech. Porcine en France, 3, 133-136.
- PAHMEYER H.L., STEINHOFF B., 1980. Corn-Cob-Mix in der Schweinemast. Herausgegeben von der Landwirtschaftskammer Westf-Lippe, 76 p.
- R.N.E.D. Porc, I.T.P., A.G.P.M., 1982. Le maïs grain ensilé humide pour le porc, 67 p., I.T.P. éd. Paris.