

VALEUR D'UTILISATION DU MAÏS GRAIN INERTÉ POUR L'ALIMENTATION DES PORCELETS DE 9 À 25 KG

Influence de l'humidité à la récolte

J. CASTAING, D. CAMBEILH, R. COUDURE

A.G.P.M., 122 boulevard Tourasse, 64000 PAU

Avec la collaboration technique du personnel de la Station expérimentale AGPM de MONTARDON (64)

INTRODUCTION

L'utilisation de maïs grain humide broyé et ensilé à des taux d'humidité variant de 33 à 37 %, par le porcelet entre 9 et 25 kg de poids vif, comparativement au maïs grain sec, permet d'assurer des performances de croissance et d'efficacité alimentaire identiques (CASTAING et al., 1985 ; CASTAING et al., 1987).

Ces résultats obtenus sur un grand nombre d'animaux permettent de confirmer l'équivalence de la valeur alimentaire de la matière sèche de maïs grain conservé sous forme sèche ou humide en ensilage.

Parallèlement à la conservation du maïs grain humide broyé et ensilé, la conservation du maïs grain humide entier dans des silos tours étanches par auto-inertage suscite chez les éleveurs de porcs un intérêt grandissant. Dans ce processus la respiration des grains consomme l'oxygène présent entre les grains et lui substitue du gaz carbonique. Ensuite, l'anaérobiose du milieu stoppe le développement des moisissures, seules les bactéries lactiques se développent parfois.

Les références sur ce mode de conservation du maïs grain et la valeur d'utilisation pour les porcs sont peu nombreuses. RICHARD-MOLARD, 1987, souligne l'importance de l'herméticité du silo et signale une activité fermentaire d'autant plus intense que l'humidité du grain à la récolte est élevée. Pour l'alimentation des porcs charcutiers (CASTAING et al., 1988) le maïs grain inerté entraîne une amélioration des performances par rapport à un aliment à base de maïs grain sec distribué en farine, sans apport d'eau dans l'auge au moment du repas.

Dans le même cadre de recherche, l'utilisation du maïs inerté pour l'alimentation des porcelets de 9 à 25 kg est étudiée. L'effet de l'humidité du maïs à la récolte est contrôlé.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Deux essais ont été réalisés, selon les mêmes modalités, à la

Station expérimentale de l'A.G.P.M. à MONTARDON (Pyrénées-Atlantiques). Le premier essai, suite à la récolte de maïs de l'automne 1986, a été conduit de mars à juillet 1987, le second de février à mai 1988 suite à la récolte de l'automne 1987.

1.1. Présentation des essais (tableau 1)

Ces deux essais ont pour but d'étudier d'une part la valeur d'utilisation des deux modes de conservation du maïs humide, ensilage ou inertage, et d'autre part de rechercher l'effet de l'humidité de récolte du maïs dans le cas d'une conservation par inertage.

TABLEAU 1
SCHÉMA EXPÉRIMENTAL

Traitements	I	II	III
Conservation du Maïs	Sec		
Essai 1 Humidité, %	Témoin 15	Ensilé "38" 38	Inerté "36" 36
Essai 2 Humidité, %	Témoin 15	Inerté "30" 30	Inerté "37" 37

Dans l'essai 1, nous avons comparé à un aliment témoin à base de maïs sec un aliment à base de maïs grain humide broyé et ensilé d'une part et un aliment à base de maïs grain humide conservé entier par inertage d'autre part.

Dans l'essai 2, par rapport à l'aliment à base de maïs sec, nous avons comparé deux aliments à base de maïs grain humide inerté, à 30 % d'humidité et à 37 % d'humidité.

1.2. Animaux et conduite d'élevage

Les porcelets sont de race Large White. Ils sont issus du troupeau expérimental de truies, conduit en sept bandes de 24 truies, avec un sevrage le jeudi toutes les trois semaines à 28 jours d'âge des porcelets à un poids moyen de 7,0 kg.

La même conduite d'élevage est appliquée à toutes les bandes. Les porcelets après sevrage sont élevés par loge de 6 ou 7 dans des salles de post-sevrage, de type flat-deck sur caillebotis fil. Après une période d'adaptation de 11 jours ils reçoivent les aliments expérimentaux pendant 28 jours, durée de l'expérience.

1.3. Conduite expérimentale et contrôles

Le dispositif expérimental retenu est celui des blocs complets. A chaque bande, des blocs individuels de trois porcelets de caractéristiques voisines (poids au sevrage, âge, parenté) sont constitués puis répartis en 8 groupes de poids. Un groupe de poids correspond à 3 loges consécutives qui reçoivent l'un des trois aliments expérimentaux.

Les porcelets sont pesés individuellement au début de l'essai, c'est-à-dire 11 jours après le sevrage, au 14^{ème} jour d'essai et à la fin de l'essai au 28^{ème} jour. Les consommations d'aliment sont contrôlées à la loge. L'unité expérimentale est la loge.

Chaque essai a été réalisé avec 5 bandes consécutives, soit respectivement 840 et 792 porcelets, répartis en 40 loges par traitement.

2. FACTEURS ETUDIÉS

2.1. Les lots de maïs grain

Les lots de maïs grain de variétés tardives proviennent de cultures adjacentes à la Station expérimentale de l'A.G.P.M..

2.1.1. Maïs grain ensilé

Pour l'essai 1, la récolte du maïs pour l'ensilage a été réalisée le 26 septembre 1986 à une humidité de 38,5 %. Sitôt récolté, le maïs a été broyé avec un broyeur "Skiold-BM4" équipé d'une grille à trous ronds de 14 mm et stocké dans un silo couloir.

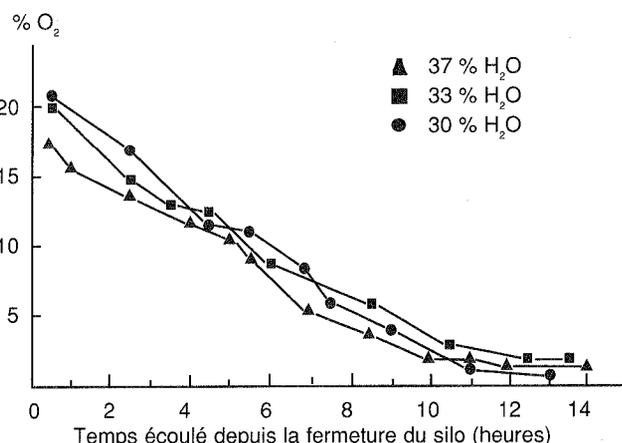
2.1.2. Maïs grain inerté

Pour l'essai 1 la récolte du maïs grain en vue de l'inertage s'est déroulée après le chantier d'ensilage. L'humidité du grain était de 35,7 %. Le remplissage du silo tour, Boythorpe, d'une capacité de 100 m³ s'est effectué au même rythme que la récolte. Parallèlement la quantité de maïs sec nécessaire pour l'aliment témoin est séchée artificiellement en séchoir fermier.

Pour l'essai 2 le maïs grain a été récolté tout d'abord le 1^{er} octobre 1987 à une humidité du grain de 37,0 %, puis un mois plus tard, le 4 novembre 1987, à une humidité de 30,0 %.

La teneur en oxygène a été contrôlée au cours du remplissage des silos et pendant les 24 heures suivantes. Elle diminue de façon quasi linéaire (figure 1) quelle que soit l'humidité du grain, pour tendre vers zéro dix heures après la fermeture des silos. Parallèlement, la teneur en gaz carbonique augmente, comme déjà observé (CASTAING et al., 1988).

FIGURE 1
DIMINUTION DE LA TENEUR EN OXYGENE
dans le maïs grain humide
conservé entier par auto-inertage
en silo tour étanche



Les résultats moyens de 4 analyses fermentaires (tableau 2) font ressortir une teneur en acide lactique nettement plus élevée pour une humidité de 37,0 %. On observe également une teneur en alcool éthylique supérieure.

TABLEAU 2
RÉSULTATS MOYENS D'ANALYSES FERMENTAIRES DU MAÏS GRAIN INERTÉ

Taux d'Humidité du Maïs Inerte	pH	Acides, g/kg MS				Alcool, g/kg MS		
		Acétique	Butyrique	Lactique	Propionique	Méthyllique	Propionique	Ethylique
30 %	5,3	2,6	0,2	2,2	0,3	absence	0,1	1,9
37 %	4,8	1,2	0,4	11,0	0,1	absence	absence	7,9

La teneur en matières azotées totales des lots de maïs est en moyenne de 102 g MAT/kg MS dans l'essai 1 et de 96 g MAT/kg MS dans l'essai 2. Leur valeur énergétique a été retenue à

3 950 kcal d'Energie Digestible/kg M.S. (tables I.T.P. - I.T.C.F. - A.G.P.M., 1988)

2.2. Les aliments expérimentaux

2.2.1. Formulation

La formule des aliments expérimentaux est établie avec des lots de maïs en l'état (tableau 3) pour un rapport lysine/Energie Digestible de 3,6 g/1 000 kcal.

TABLEAU 3
COMPOSITION (%) DES ALIMENTS EXPÉRIMENTAUX ET
CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES À L'ANALYSE

Traitements	I	II	III
Conservation du maïs	Sec	Humide	
Essai 1	Sec	Ensilé "38"	Inerté "36"
Maïs	58,3	65,9	64,6
Tourteau de Soja (1)	37,4	30,6	31,8
C.M.V.	4,3	3,5	3,6
Matière Sèche (g/kg)	856	700	726
M.A.T. (g/kg MS)	244	252	254
Essai 2	Sec	Inerté "30"	Inerté "37"
Maïs	59,0	63,0	66,0
Tourteau de Soja (2)	36,7	33,1	30,4
C.M.V.	4,3	3,9	3,6
Matière Sèche (g/kg)	869	766	716
M.A.T. (g/kg MS)	251	244	254

(1) M.A.T. : 498 g/kg MS E.D. : 3 980 kcal/kg MS

(2) M.A.T. : 515 g/kg MS E.D. : 3 980 kcal/kg MS

À l'analyse (15 échantillons par aliment), les teneurs en matière sèche des aliments varient en relation avec l'humidité des lots de maïs. Les teneurs en matières azotées, très voisines pour l'ensemble des aliments des deux essais, sont conformes à celles attendues (250 g MAT/kg MS). L'équilibre lysine/énergie digestible est respecté.

2.2.2. Préparation

Les aliments à base de maïs sec, préparés à l'avance, sont fabriqués en broyant le maïs et le tourteau de soja à la grille de 3 mm d'un broyeur "Gondard T 56". Le maïs grain inerté est broyé après chaque dessilage avec un broyeur "COMIA FAO" de 12 CV équipé d'une grille à trous ronds de 5 mm.

Les aliments à base de maïs humide sont préparés pour 3 à 4 jours, en associant dans une mélangeuse horizontale le maïs et son complémentaire. Dans l'essai 1 le complémentaire se compose de 89,7 % de tourteau de soja broyé à la grille de 3 mm et 10,3 % de C.M.V.. Dans l'essai 2 il se compose de 89,5 % de tourteau de soja et 10,5 % de C.M.V.. Les aliments humides préparés sont immédiatement stockés en sacs plastiques étanches de 30 kg correctement fermés pour éviter le contact avec l'air.

2.2.3. Distribution

Les aliments témoins à base de maïs grain sec sont distribués à volonté au nourrisseur.

Les aliments humides sont distribués trois fois par jour pour assurer une alimentation à volonté tout en évitant l'accumulation d'aliment dans le fond des nourrisseurs. Les sacs sont aussitôt refermés après chaque distribution.

2.2.4. Granulométrie des aliments

La granulométrie moyenne des aliments (tableau 4) tend à être plus fine avec le maïs inerté, 0,26 à 0,29 mm contre 0,31 à 0,35 mm avec le maïs sec ou le maïs humide broyé à la récolte. Le pourcentage de fraction fine est légèrement supérieur mais, l'on observe également un pourcentage de fraction grossière plus important. On peut penser qu'au moment du broyage la partie farineuse du grain humide est correctement broyée, mais l'enveloppe souple passe facilement au travers des trous.

TABLEAU 4
RÉSULTATS DE CONTRÔLE DE
GRANULOMÉTRIE DES ALIMENTS

Traitements	I	II	III
Conservation du maïs	Sec	Humide	
Essai 1	Sec	Ensilé "38"	Inerté "36"
Diamètre moyen des particules, mm	0,34	0,35	0,29
% fraction			
. fine < 0,50 mm	46	47	54
. grossière > 1,60 mm	7	14	11
Essai 2	Sec	Inerté "30"	Inerté "37"
Diamètre moyen des particules, mm	0,31	0,27	0,26
% fraction			
. fine < 0,50 mm	53	55	58
. grossière > 1,60 mm	4	11	10

3. RÉSULTATS ZOOTECHNIQUES

Les résultats moyens de consommation, de croissance et d'indice de consommation sont présentés par essai au tableau 5 (essai 1) et au tableau 6 (essai 2). Les représentations graphiques des résultats observés pour chacune des cinq bandes de chaque essai sont présentées aux figures 2 et 3.

3.1. Essai 1 : Maïs grain sec - Maïs grain ensilé - Maïs grain inerté

Sur l'ensemble des cinq bandes les résultats moyens ne sont pas significativement différents.

3.1.1. Consommation à 870 g M.S.

Dès le début de l'essai les aliments à base de maïs humide sont bien acceptés par le porcelet.

À l'analyse par bande, sur la durée totale de l'essai, on a observé des écarts entre régimes. Relativement au maïs sec, le maïs ensilé est moins consommé dans deux bandes (-6,0 et -2,4 %) et le maïs inerté dans une bande (-3,0 %). Mais, en

TABLEAU 5
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DE L'ESSAI 1

Traitements	I	II	III	Moyenne	C.V. % (1)	Probabilité sous Ho (2)		
	Sec	Ensilé "38"	Inerté "36"			Traitement	Bande	Bande x Trait.
Première période de 14 jours								
Gain moyen quotidien, g	494	480	492	489	7,6	NS	<0,01	0,07
Consommation à 870 g MS, kg								
. par porcelet par jour	0,813	0,788	0,807	0,803	6,2	0,23	<0,01	0,14
. par kg de gain de poids	1,66	1,65	1,65	1,65	5,2	NS	<0,01	0,28
Deuxième période de 14 jours								
Gain moyen quotidien, g	593	608	588	596	6,6	NS	<0,01	<0,01
Consommation à 870 g MS, kg								
. par porcelet par jour	1,179	1,179	1,190	1,183	5,7	NS	<0,01	0,10
. par kg de gain de poids	2,00	1,95	2,03	1,99	7,3	0,18	0,02	0,14
Début à fin d'expérience								
Poids début essai, kg	10,1	10,1	10,1	10,1	3,3	NS	<0,01	NS
Poids fin essai, kg	25,2	25,2	25,1	25,2	3,5	NS	<0,01	0,27
Gain moyen quotidien, g	544	545	540	543	4,8	NS	<0,01	0,08
Consommation à 870 g MS, kg								
. par porcelet par jour	0,997	0,985	1,000	0,994	5,2	NS	<0,01	0,19
. par kg de gain de poids	1,84	1,81	1,85	1,83	4,4	0,20	<0,01	0,19

(1) C.V. : Coefficient de variation résiduel. - (2) Ho : Hypothèse d'égalité des moyennes.

TABLEAU 6
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES PORCELETS DE L'ESSAI 2

Traitements	I	II	III	Moyenne	C.V. % (1)	Probabilité sous Ho (2)		
	Sec	Inerté "30"	Inerté "37"			Traitement	Bande	Bande x Trait.
Première période de 14 jours								
Gain moyen quotidien, g	450	459	444	451	8,9	0,36	0,07	0,29
Consommation à 870 g MS, kg								
. par porcelet par jour	0,787a	0,785a	0,749b	0,774	6,9	<0,01	<0,01	0,19
. par kg de gain de poids	1,75b	1,70a	1,69a	1,72	6,0	0,02	0,06	0,05
Deuxième période de 14 jours								
Gain moyen quotidien, g	628	661	643	644	8,5	0,13	0,03	0,23
Consommation à 870 g MS, kg								
. par porcelet par jour	1,218a	1,239ab	1,192b	1,216	6,1	0,02	0,04	0,38
. par kg de gain de poids	1,94b	1,89ab	1,86a	1,90	6,1	<0,01	<0,01	NS
Début à fin d'expérience								
Poids début essai, kg	10,0	10,0	10,0	10,0	3,3	NS	<0,01	NS
Poids fin essai, kg	25,1	25,6	25,2	25,3	3,9	0,18	<0,01	0,24
Gain moyen quotidien, g	538b	558a	542b	546	5,4	0,05	0,01	0,28
Consommation à 870 g MS, kg								
. par porcelet par jour	1,000b	1,010b	0,968a	0,993	5,2	<0,01	0,11	0,28
. par kg de gain de poids	1,86b	1,81a	1,79a	1,82	4,6	<0,01	<0,01	NS

(1) C.V. : Coefficient de variation résiduel.

(2) Ho : Hypothèse d'égalité des moyennes.

Les moyennes affectées d'une lettre d'exposant différente sont significativement différentes au seuil de probabilité $P = 0,05$ (test de Newman et Keuls).

FIGURE 2
RÉSULTATS PAR BANDE DE L'ESSAI 1

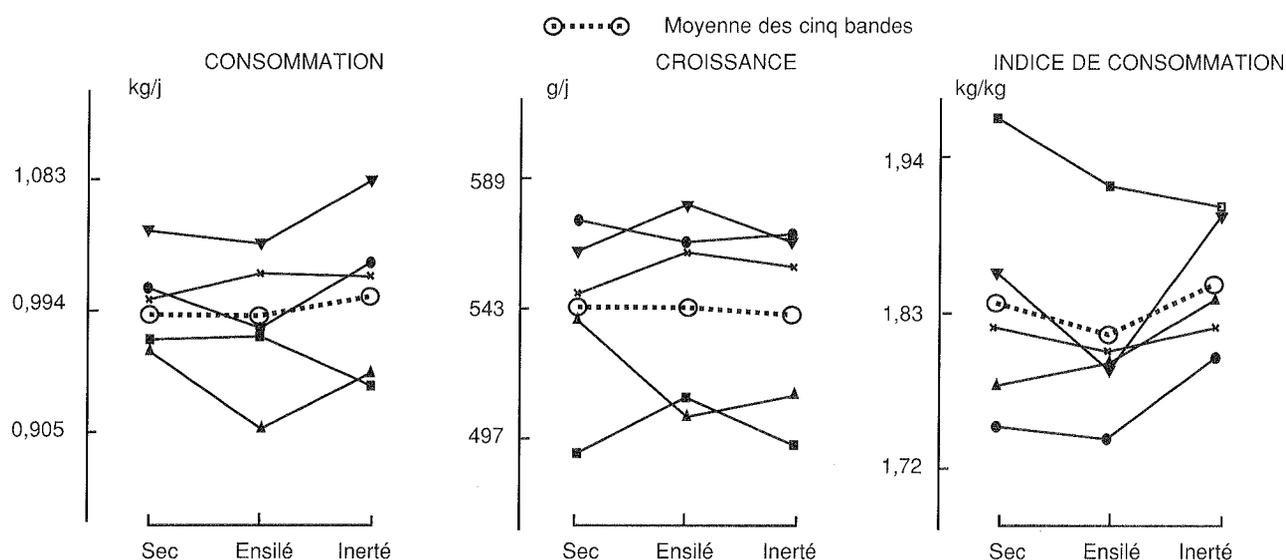
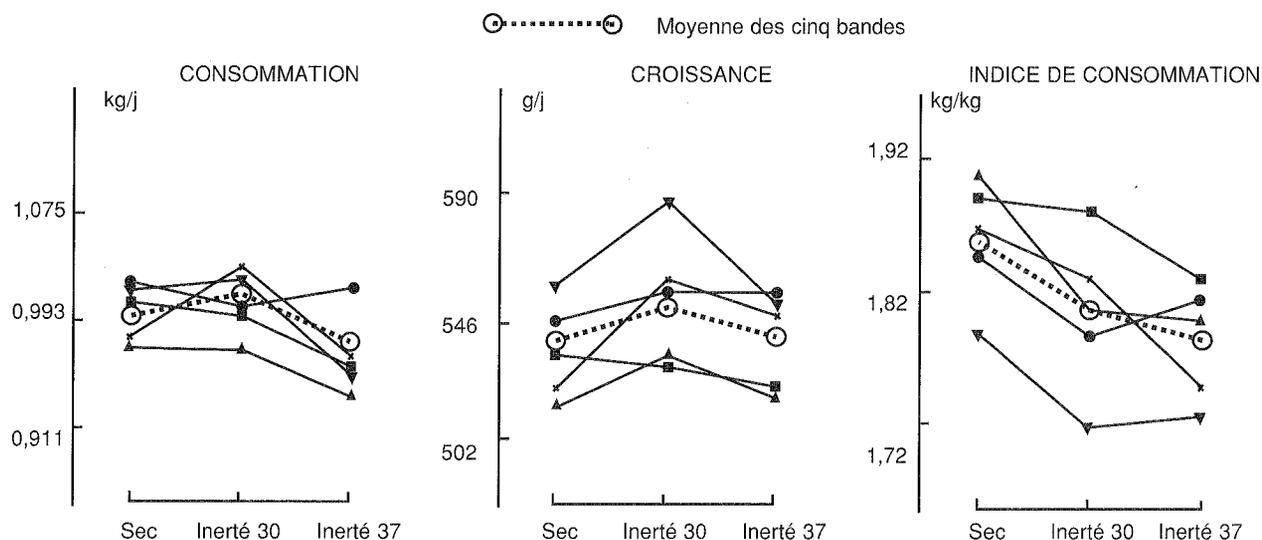


FIGURE 3
RÉSULTATS PAR BANDE DE L'ESSAI 2



moyenne, par rapport au maïs grain sec, le maïs ensilé ou inerté est aussi bien consommé (0,994 kg/porcelet/jour en moyenne).

3.1.2. Croissance

La vitesse de croissance est en moyenne identique quel que soit le mode de conservation du maïs. Avec les formes humides elle tend à être supérieure dans quatre bandes, mais elle est, sans raison explicative, inférieure de 6,1 % dans une bande.

3.1.3. Indice de consommation

Par rapport au maïs sec, l'indice de consommation tend à être inférieur avec le maïs humide ensilé, 1,81 contre 1,84. Il est identique avec l'utilisation du maïs humide inerté (1,85). A l'analyse par bande les écarts plus ou moins importants sont notés en faveur du maïs ensilé relativement au maïs sec.

3.2. Essai 2 : Maïs grain sec - Maïs grain inerté à 30 ou 37 % d'humidité

Sur l'ensemble des cinq bandes les résultats sont significativement supérieurs avec le maïs inerté.

3.2.1. Consommation à 870 g M.S.

Par rapport au maïs "sec", l'aliment à base de maïs inerté "30" est consommé au même niveau, respectivement 1,000 et 1,010 kg/porcelet/jour. L'aliment à base de maïs inerté "37" est significativement moins consommé de 3,2 % (0,968 kg/jour). Ce résultat s'observe pour chacune des cinq bandes.

3.2.2. Croissance

Au seuil de probabilité $P = 0,05$, la meilleure vitesse de croissance est obtenue avec le maïs inerté "30" (558 g/jour).

Elle est supérieure de 3,3 % à celle obtenue avec le maïs "sec" ou le maïs inerté "37", respectivement 538 et 542 g/jour.

3.2.3. Indice de consommation

Compte tenu des niveaux de consommation et de la vitesse de croissance correspondante, les indices de consommation avec les aliments à base de maïs inerté "30" et "37" sont très voisins, respectivement 1,81 et 1,79. Ils sont significativement améliorés de 3,3 % relativement à celui obtenu avec le maïs "sec" (1,86).

DISCUSSION - CONCLUSION

Ces deux essais avaient pour but d'étudier la valeur d'utilisation du maïs grain humide conservé par inertage pour l'alimentation des porcelets. La comparaison s'est effectuée par rapport au maïs sec et au maïs grain humide broyé et ensilé. L'effet de l'humidité a été recherché pour l'inertage.

Les résultats du premier essai ont montré un léger effet bénéfique de l'utilisation du maïs grain ensilé. Il se dégage une meilleure efficacité alimentaire de l'aliment à base de maïs ensilé. Ce résultat rejoint les travaux précédents (CASTAING et al., 1987) qui faisaient apparaître en moyenne une meilleure croissance des porcelets en relation avec le niveau de consommation légèrement amélioré. Dans cet essai, l'utilisation

du maïs inerté conduit aux mêmes performances que le maïs sec.

Dans le deuxième essai, l'utilisation du maïs inerté à 30 p.cent d'humidité ou 37 p.cent d'humidité a conduit à une meilleure efficacité alimentaire que le maïs sec. Toutefois à 37 p.cent d'humidité on observe une légère sous consommation qui limite le gain de poids. L'activité fermentaire plus intense observée dans le cas d'une humidité du grain élevée est peut être le facteur limitant l'appétence.

Par ailleurs, la conduite de ces deux essais montre la possibilité de conserver plusieurs jours des aliments humides jusqu'à 29 % d'humidité. Sitôt préparés les aliments stockés dans des sacs plastiques étanches et utilisés dans la semaine se conservent à température ambiante dès lors que l'on assure la fermeture des sacs entre deux distributions.

En conclusion, ces travaux confirment la bonne valeur alimentaire du maïs grain conservé humide, ensilé ou inerté pour l'alimentation des porcelets jusqu'à 25 kg. Sur le plan pratique, il est possible d'assurer une alimentation à volonté des porcelets en multipliant le nombre de distribution à partir d'une fabrication journalière ou d'un stockage étanche à l'air pour plusieurs jours. Pour une conservation par auto-inertage, une humidité élevée supérieure à 37 % du grain à la récolte n'est pas à rechercher ; l'auto-inertage à une humidité de 30 % convient.

BIBLIOGRAPHIE

- CASTAING J., COUDURE R., FEKETE J., 1985. Journées Rech. Porcine en France, **17**, 441-450.
- CASTAING J., COUDURE R., FEKETE J., 1987. Journées Rech. Porcine en France, **19**, 311-318.
- CASTAING J., COUDURE R., GROSJEAN F., 1988. Journées Rech. Porcine en France, **20**, 391-396.
- RICHARD-MOLARD D., 1987. Wet grains storage under modified atmospheres, I.N.R.A. 46 p.