

A 7910

LES BLES RICHES EN PROTEINES OBTENTION, COMPOSITION ET UTILISATION PAR LE PORC CHARCUTIER

BOUARD J.P. (1), CASTAING J. (2), LEUILLET M. (1), TIRILLY J.Y. (1)

*(1) Institut Technique des Céréales et des Fourrages - 8, avenue du Président Wilson, 75116 Paris Cedex
(2) Association Générale des Producteurs de Maïs - 1, place S. de Lestapis, 64000 Pau*

Le blé constitue pour le porc charcutier une source amyliacée d'excellente valeur ne présentant pas de limite physiologique à son usage (CASTAING et LEUILLET, 1973). Par ailleurs, dans des rations formulées exclusivement à base de blé courant, la céréale fournit déjà 50 % des protéines et 30 % de la lysine ; aussi, l'emploi de lots plus riches en matières azotées devrait conduire à une économie accrue de tourteau de soja.

Peu de travaux hormis ceux de BRETTE et LOUGNON (1969) ont eu pour objet d'alimenter des porcs avec du blé à haute teneur en azote. Le lot utilisé par les auteurs appartenait à la variété de printemps « Sonora 64 » et titrait 200 g de protéine par kg de matière sèche. Les résultats positifs obtenus nous ont incité à développer une recherche (*) en vue de préciser les conditions d'obtention de blés riches en protéines avec les variétés d'hiver les plus productives notamment celles étant impanifiables ou de médiocre valeur boulangère. Parallèlement, certains des lots ont servi à des essais sur animaux : ceux concernant les porcs charcutiers seront rapportés ici.

I — OBTENTION DE LOTS DE BLE RICHE EN PROTEINES

La teneur en protéine des blés présente une variabilité assez forte, les valeurs moyennes d'une année ou d'une région dépassant parfois assez largement les indications figurant dans des tables de composition alimentaire (DEMARQUILLY et al., 1978 ; A.E.C., 1978).

La variabilité d'origine génotypique est utilisée par la sélection afin d'obtenir des variétés à haute valeur nutritionnelle ; c'est une voie sans doute assez longue (ROUSSET, 1978). Une autre possibilité consiste à exploiter les variations des conditions de milieu ou à les provoquer. A titre d'illustration nous donnerons des exemples observés lors des dernières enquêtes annuelles sur la « qualité des blés » puis nous rapporterons quelques résultats obtenus à l'I.T.C.F. dans le cadre d'un enrichissement provoqué par la fumure azotée.

1) — L'enquête annuelle « qualité des blés »

L'enquête porte chaque année sur près de 40 départements fournissant 85 % de la collecte nationale de blé tendre. Environ 1500 échantillons élémentaires sont analysés notamment pour la teneur en protéines. Nous avons rapporté au graphique 1 la répartition pour 6 départements de la teneur en protéines des échantillons élémentaires des variétés Maris-Huntsman et Champlein en 1976 et 1977.

On observe une variabilité élevée : pour la variété Maris-Huntsman, en 1976 et 1977, respectivement 58 % et 33 % des lots avaient une teneur supérieure à 11 % de matières azotées brutes. Ces proportions atteignent 75 % et 92 % pour la variété Champlein. Ces caractéristiques intéressantes peuvent-elles être exploitées par les utilisateurs ?

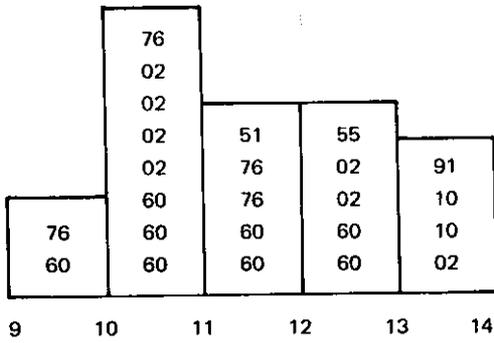
2) — Les lots destinés aux essais sur porcs

Les lots de blé ont été « préparés » pendant trois campagnes consécutives par le Service des Etudes Agronomiques de l'I.T.C.F. dans la région de Boigneville (Essonne). Nous appellerons N le lot témoin, R le lot enrichi par voie culturale, T la fumure azotée témoin et U l'unité d'azote. Les résultats agronomiques sont rapportés au tableau 1.

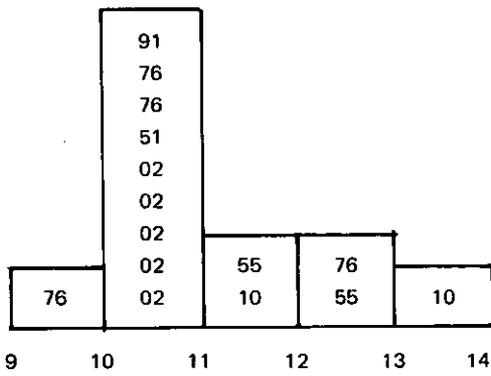
(*) Contrat D.G.R.S.T. TAA 75 70353

GRAPHIQUE 1 :

TENEUR EN PROTEINES (N x 6,25) A 13 % D'HUMIDITE DES ECHANTILLONS ELEMENTAIRES DE 2 VARIETES DE 6 DEPARTEMENTS (AISNE, AUBE, MARNE, MEUSE, SEINE-MARITIME, ESSONNE)

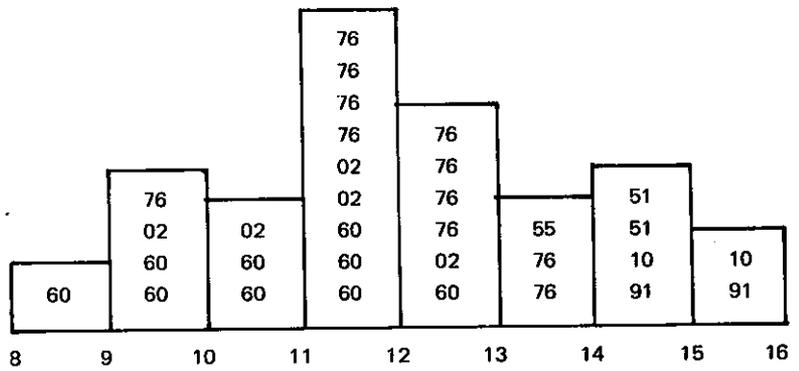


1976 — MARIS-HUNTMAN



1977 — MARIS-HUNTMAN

1976 — CHAMPLEIN



1977 — CHAMPLEIN

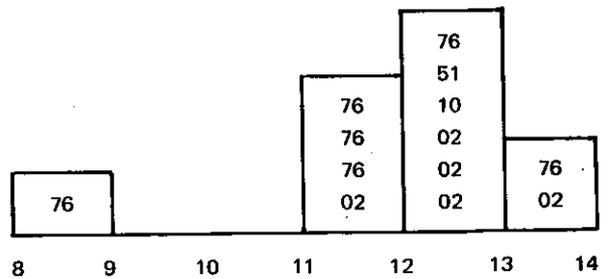


TABLEAU 1
RESULTATS AGRONOMIQUES

Variétés en 1973 - 74	COURTOT N	COURTOT R	CAPITOLE N	CAPITOLE T
Fumure azotée	T	T + 90 U	T	T + 90 U
Rendement q. MS/ha	42,4	52,1	40,9	45,7
M.A.B. % MS	12,8	17,1	11,8	15,7
Protéines/ha (kg)	543	891	483	717
Variétés en 1974 - 75	MARIS-HUNT. N	MARIS-HUNT. R	TALENT N	TALENT R
Fumure azotée	T	T + 80 U	T	T + 80 U
Rendement q. MS/ha	44,9	52,6	41,3	55,7
M.A.B. % MS	11,0	14,7	11,3	15,0
Protéines/ha (kg)	494	773	467	836
Variétés en 1975 - 76	TALENT N		TALENT R	
Fumure azotée	T		T + 80 U	
Rendement q. MS/ha	33,4		33,4	
M.A.B. % MS	15,5		17,4	
Protéines/ha (kg)	518		581	

Dans les trois cas que nous avons présentés, une fumure azotée supplémentaire (de l'ordre de 80 unités d'azote par hectare) a induit un accroissement de la teneur en protéines du blé compris entre 1,6 et 4,1 points. Ceci confirme en « vraie grandeur » les résultats obtenus antérieurement par COIC, 1963.

L'accroissement de rendement consécutif au traitement azoté s'est produit deux années sur trois : il représente 12 à 35 % de la valeur des lots témoins pour les campagnes 1973-74 et 1974-75, la production de protéines à l'hectare étant améliorée de 70 à 79 %. Ces résultats agronomiques doivent toutefois être replacés dans le contexte d'une série d'essais réalisés dans différentes régions de 1974 à 1977. D'après LANGLET, 1978, si les deux années 1974 et 1975 s'étaient montrées assez prometteuses (gain de 2 kg de protéines par kg d'azote supplémentaire), 1976 et 1977 le sont beaucoup moins (gain = 0,5 kg de protéines par kg d'azote supplémentaire) : l'augmentation de la production de protéines par la fumure azotée est donc une technique encore incertaine et dépend notamment du stade d'application à partir du moment où la fumure azotée n'est plus un facteur limitant du rendement en grain.

II — COMPOSITION DES BLES

Deux questions principales se posent lors de l'emploi de blés riches en protéines : ont-ils la même valeur énergétique que les blés courants ? Comment évolue leur composition en acides aminés ?

Des analyses que nous avons effectuées en 1977, il ressort que l'ensemble amidon + protéines du blé présente une variabilité moindre que celle de chacun des constituants ; ceci permet de dire que l'enrichissement d'un grain en protéines se fait, pour l'essentiel, au détriment de l'amidon et inversement. Ce résultat confirme l'analyse des corrélations entre caractéristiques analytiques de 435 échantillons de grains de blé (SAUVANT, 1976) où la corrélation entre matières azotées totales et extractif non azoté atteint - 0,803. Dans l'hypothèse où deux lots différencieraient de 3 points de protéines, l'énergie brute calculée à partir de la composition chimique à l'aide de la formule et des corrections proposées par SCHIERMANN et al. (1971) se traduit par un écart de 1,1 % au profit du lot le plus riche. Nous considérerons donc provisoirement que la valeur en énergie brute, digestible, métabolisable, ou nette est indépendante de la teneur en protéines des blés.

En ce qui concerne les teneurs des 18 acides aminés habituellement dosés, des résultats d'analyse portant sur un grand nombre d'échantillons ont permis à MOSSE et BAUDET (1978) de proposer, avec une approximation acceptable en particulier pour la lysine, des équations de prédiction en fonction de la teneur en protéines des grains. Il apparaît donc préférable, avec les variétés connues, d'utiliser l'équation de prédiction plutôt que de recourir à l'analyse de la lysine seule, ceci dans la mesure où la détermination de la teneur en azote est convenable ; ainsi, dans la matière sèche du grain on a :

$$\% \text{ lysine} = \% \text{ matières azotées brutes (N} \times 6,25) \times 0,019 + 0,118$$

Cela signifie que le pourcentage de lysine de la matière sèche du grain s'accroît de 0,019 point (soit 6 % environ) lorsque la teneur en protéine de la matière sèche augmente de 1 point (soit 10 % environ). Une évolution de même ampleur a été observée sur quelques analyses effectuées à l'I.T.C.F. en 1976 et 1977 lors de l'enquête « qualité des blés ».

Dans les expériences relatées ci-dessous, en cas d'écart entre le résultat du dosage de lysine et la valeur estimée, nous avons considéré cette dernière comme la plus probable.

III. — ESSAIS SUR PORCS CHARCUTIERS

Trois essais ont été réalisés avec les différentes lots dont nous avons décrit la préparation.

Premier essai

Ce premier essai a eu pour motivation principale de vérifier si le comportement des porcs était comparable selon que les rations sont à base de blé « normal » ou « riche en protéines ».

Cet essai s'est déroulé de janvier à avril 1975 dans la porcherie en loges individuelles de Vendôme (S.E.A.P.* — I.T.C.F.) et a concerné la période finition. Il a fait l'objet du compte rendu I.T.C.F. — S.E.A.P. CAA 21.

La composition des régimes expérimentaux et les principaux résultats zootechniques sont rassemblés au tableau 2.

Les régimes expérimentaux ont été formulés à partir des teneurs en lysine des matières premières : le dosage de lysine très probablement erroné, ayant indiqué une même teneur pour les deux lots Capitole, l'apport de tourteau de soja n'a pas été modifié pour les aliments correspondants ; compte tenu de ce que nous savons aujourd'hui de la teneur en lysine des blés, il est très vraisemblable que le lot IV était plus riche en lysine que les trois autres.

En outre, les aliments avec les lots enrichis sont mieux pourvus en matières azotées que les autres : 17,6 % contre 14,8 et 15,5 %.

Les résultats ont été calculés sur 11 blocs complets de 4 mâles castrés et 4 femelles (88 animaux au total). Ils sont présentés au tableau 2.

Pendant la période de préengraissement (28-55 kg) en alimentation à volonté, le gain moyen quotidien a été de 640 g et l'indice de consommation de 3,19.

Pendant la période de finition, en ce qui concerne les croissances, on constate sans l'expliquer que les mâles castrés ont des résultats un peu supérieurs aux femelles avec la variété Courtôt et un peu inférieurs avec la variété Capitole. La même évolution se retrouve avec les indices de consommation.

Par contre, pour chacune des variétés, il n'y a aucune différence de performances que le lot de blé soit « normal » ou « enrichi ».

En ce qui concerne le rendement, il n'y a pas d'effet régime. On observe pour les autres critères (% jambon + longe, % bardière + panne, lard $\frac{R+D}{2}$) un effet sexe classique, les femelles étant plus grasses que les mâles castrés. On note également que les porcs recevant les régimes à base de blés riches ont un peu plus de morceaux nobles : la différence atteignant la signification statistique sur le critère % jambon + longe.

* Société d'Etude pour l'Alimentation du Porc

TABLEAU 2
COMPOSITION DES ALIMENTS EXPERIMENTAUX ET PRINCIPAUX RESULTATS ZOOTECHNIQUES
AVEC 11 MALES CASTRES ET 11 FEMELLES PAR TRAITEMENT (ESSAI 1)

RÉGIMES	COURTOT N	COURTOT R	CAPITOLE N	CAPITOLE R	C.V. % et (p.p.d.s.)	Signification statistique
Composition centésimale						
Blé	85	87	84	84		
Tourteau de soja 50	12	10	13	13		
C.M.V.	3	3	3	3		
Composition chimique						
M.A.B. % (analyse)	15,5	17,6	14,8	17,6		
Lysine % (estimation)	0,62	0,63	0,63	0,69		
Résultats						
Poids initial (kg)	54,9	55,0	54,7	54,5	3,1	N.S.
Poids final (kg)	99,5	99,5	99,9	99,6	1,2	N.S.
Gain moyen quotidien (g)	671	665	648	669	7,5	S x R
M.C.	681	683	642	661		
F.	660	647	653	678		
Consommation (1) (kg)	2,36	2,35	2,35	2,35	1,5	N.S.
I.C. (1) (kg/kg)	3,53	3,55	3,64	3,53	7,0	S x R
M.C.	3,49	3,46	3,65	3,61		
F.	3,57	3,63	3,64	3,45		
Rendement	75,9	75,9	76,4	76,0	1,7	N.S.
J + L % (2)	51,8ab	52,4b	51,6a	52,6c	3,0 (0,7)	R*
B + P % (2)	15,6	15,4	16,1	15,5	9,2	N.S.
Lard $\frac{R + D}{2}$ (mm)	25,6	26,0	27,0	25,4	13,0	N.S.
Classement C.E.E. %						
I	9	5	4	5		
II	51	64	28	64		
III	31	22	50	22		
IV	9	9	18	9		

(1) A 13 % d'humidité

(2) En % de la carcasse chaude sans tête

Deuxième essai

Dans ce deuxième essai nous avons cherché à valoriser la protéine des blés riches en effectuant une supplémentation au moyen de lysine industrielle.

Cet essai s'est déroulé de novembre 1975 à février 1976 dans la porcherie à loges individuelles de Vendôme et a concerné la période de finition. Il a fait l'objet du compte rendu I.T.C.F. — S.E.A.P. CAA 27.

La composition des régimes expérimentaux et les principaux résultats zootechniques sont rassemblés au tableau 3.

Les régimes ont été formulés de façon à présenter la même teneur en protéines. Pour qu'ils présentent également la même teneur en lysine une supplémentation a été opérée avec les blés riches. Les porcs sont rationnés à 2,40 kg d'aliment par jour soit environ 7800 Kcal d'énergie digestible. L'économie de tourteau de soja a été importante, respectivement de 48 % avec le lot Maris-Huntsman riche et 54 % avec le lot Talent riche.

Les résultats ont été calculés sur 12 blocs complets de 4 mâles castrés et 4 femelles.

Pendant la période de préengraissement (29-59 kg) en alimentation à volonté, le gain moyen quotidien a été de 174 g et l'indice de consommation de 2,94.

Pendant la période expérimentale, on obtient des résultats très voisins de croissance et d'efficacité alimentaire avec les 4 traitements sans observer d'interaction sexe x variété.

Sur les critères de carcasse, il n'y a aucune différence significative entre traitements ; par contre les différences classiques entre sexes ont été observées.

TABLEAU 3
COMPOSITION DES ALIMENTS EXPERIMENTAUX ET PRINCIPAUX RESULTATS ZOOTECHNIQUES
AVEC 12 MALES CASTRES ET 12 FEMELLES PAR TRAITEMENT (ESSAI 2)

RÉGIMES	MARIS- HUNTSMAN N	MARIS- HUNTSMAN R	TALENT N	TALENT R	C.V. % et (p.p.d.s.)	Signification statistique
Composition centésimale						
Blé	82	89	82,5	90		
Tourteau de soja 50	14,5	7,5	14,0	6,5		
L. Lysine HCL	—	0,16	—	0,18		
C.M.V.	3,5	3,5	3,5	3,5		
Composition chimique						
M.A.B. % (analyse)	14,9	14,8	14,7	14,8		
Lysine % (estimation)	0,68	0,67	0,71	0,66		
Résultats						
Poids initial (kg)	58,1	58,0	58,1	58,1	4,4	N.S.
Poids final (kg)	100,8	100,0	100,3	100,4	1,5	N.S.
Gain moyen quotidien (g)	623	604	618	629	10,7	N.S.
Consommation (1) (kg)	2,40	2,36	2,40	2,39	0,5	N.S.
I.C. (1) (kg/kg)	3,90	3,95	3,84	3,94	11,0	N.S.
Rendement	82,1	82,1	81,9	82,7	1,5	N.S.
J + L % (2)	50,8	50,0	50,0	49,8	3,0	N.S.
B + P % (2)	14,3	15,4	14,9	15,0	9,6	N.S.
Lard $\frac{R + D}{2}$ (mm)	25,9	27,4	27,0	27,2	11,7	N.S.
Classement C.E.E. %						
I	8	—	—	8		
II	67	54	46	46		
III	13	33	29	29		
IV	12	13	25	17		

(1) Cf tableau 2

(2) En % de la carcasse chaude avec tête

Troisième essai

Profitant de la richesse en protéine particulièrement importante d'un lot de variété Talent produit en juillet 1976 (17,4 % MS) nous avons voulu réaliser une économie maximum de tourteau de soja au moyen de lysine.

Cet essai s'est déroulé de janvier à mai 1977 dans la porcherie à loges collectives et alimentation individuelle du Centre Expérimental I.T.C.F.—A.G.P.M. de Montardon et a concerné la période de croissance-finition. Il a fait l'objet du compte rendu I.T.C.F.—A.G.P.M. CMC 18.

La composition des régimes expérimentaux et les principaux résultats zoo-techniques sont rassemblés au tableau 4.

Dans cet essai seul le lot enrichi en protéines de variété Talent produit en 1976 a été employé.

Trois régimes ont été formulés de manière à présenter des niveaux azotés différents (lots 1, 2 et 4 avec 19,6 — 18,2 et 16,4 % de M.A.B.). Trois autres régimes ayant des teneurs azotées respectivement de 18,5 — 16,5 et 14,5 % ont été supplémentés par de la lysine de synthèse (lots 3, 5 et 6) de manière à présenter une teneur en lysine identique à celle du régime témoin (0,84 %).

Les aliments sont distribués selon un plan de rationnement progressif et continu avec un plafond différencié pour les mâles castrés et les femelles, respectivement 2,40 et 2,60 kg par jour.

Les résultats ont été calculés sur 72 animaux et portent sur la période de 28 à 100 kg vif.

La comparaison des régimes I, II et IV permet de situer l'influence du taux azoté sur les performances : celles-ci sont dégradées lorsqu'on passe de 19,6 à 18,2 puis 16,4 % de matières azotées brutes et atteignent les valeurs de 705, 677 et 614 g par jour. Il en est de même pour les indices de consommation qui évoluent de 3,03 à 3,19 puis 3,41.

La comparaison par rapport au témoin I des régimes isolysines III, V et VI permet d'apprécier l'effet de la supplémentation en lysine qui atteint respectivement 0,20 — 0,40 et 0,60 % sous forme de monochlorhydrate. Les régimes III et V conduisent aux mêmes performances de croissance et sont aussi efficaces (709 et 704 par rapport à 705 g par jour ; 3,08 et 3,07 par rapport à 3,03 kg/kg). Le régime VI, par contre, est légèrement pénalisé avec 671 g par jour de croissance et un indice de consommation de 3,20. On peut rappeler que l'aliment ne comporte que du blé, de la lysine et le C.M.V.

TABLEAU 4
COMPOSITION DES ALIMENTS EXPERIMENTAUX ET PRINCIPAUX RESULTATS ZOOTECHNIQUES
AVEC 6 MALES CASTRES ET 6 FEMELLES PAR TRAITEMENT (ESSAI 3)

RÉGIMES	I	II	III	IV	V	VI	C.V. % et (p.p.d.s.)	Signification statistique
Composition estimale								
Blé riche	77,9	83,9	83,7	89,9	89,9	95,3		
Tourteau de soja 50	18	12	12	6	6	—		
L. Lysine HCL	—	—	0,20	—	0,40	0,60		
C.M.V.	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1		
Composition chimique								
M.A.B. % (analyse)	19,6	18,2	18,6	16,4	16,9	15,4		
Lysine % (estimation)	0,84	0,69	0,84	0,53	0,84	0,84		
Résultats								
Poids initial (kg)	31,4	31,1	31,6	31,1	31,5	31,3	5,7	N.S.
Poids final (kg)	101,3	100,3	100,5	98,6	100,5	99,8	2,9	N.S.
Gain moyen quotidien (g)	705ab	677b	709a	614c	704ab	671b	6,1 (34)	R**
Consommation (1) (kg)	2,13	2,15	2,17	2,09	2,15	2,14	2,6	
I.C. (1) (kg/kg)	3,03a	3,19b	3,08ab	3,41c	3,07ab	3,20b	5,8 (0,15)	R**
Rendement	73,6	73,9	73,6	73,6	73,8	73,4	2,3	N.S.
J + L % (2)	49,5a	48,6a	49,1a	47,3b	49,5a	48,6a	2,7 (1,1)	R**
B + P % (2)	9,5	9,5	10,6	9,8	9,6	10,2	15,3	N.S.
Lard $\frac{R + D}{2}$ (mm)	23,0	23,8	23,7	21,9	23,3	23,4	16,3	N.S.
Classement C.E.E. %								
I	—	—	—	—	—	—		
II	92	84	84	50	92	92		
III	8	8	16	50	8	8		
IV	—	8	—	—	—	—		

(1) Cf tableau 2

(2) % carcasse sans tête avec découpe du Sud-Ouest

La teneur en thréonine estimée à 0,41 % du régime VI est sans doute limitante notamment pendant la période de croissance (pour le blé : % Thréonine = % matières azotées brutes x 0,0232 + 0,086 d'après MOSSE et BAUDET).

Pour le rendement de carcasse et les critères de « gras » (% bardière + panne et lard $\frac{R + D}{2}$) on n'observe aucune différence significative entre traitement. Seul le régime IV caractérisé par les taux de protéine et de lysine les plus bas présente un pourcentage de jambon + longe et un classement commercial fortement affecté.

CONCLUSION GENERALE

L'obtention de blés riches en protéines est liée à différents facteurs agronomiques : sol, fumure, variété, climat, etc... L'un d'eux : la fumure azotée peut dans certaines conditions provoquer une augmentation de la teneur en azote du grain ; cependant les taux d'acides aminés indispensables s'accroissent dans une moindre proportion. Cela conduit soit à gaspiller une partie de ces matières azotées lorsque la formulation est effectuée seulement avec la lysine des matières premières (expérience 1), soit à utiliser de la lysine industrielle pour valoriser les fortes teneurs en protéines des blés (expériences 2 et 3).

- Dans le premier essai, la seule prise en compte de la lysine pour la formulation n'a pas conduit à une économie de tourteau de soja, mais a montré que ce type de blé permet d'obtenir les mêmes performances zootechniques que les blés plus classiques (G.M.Q., I.C.) et de plus, la qualité des carcasses s'est trouvée améliorée par l'augmentation de la teneur en matières azotées des aliments.
- Dans les deux autres essais, l'emploi de lysine de synthèse a permis d'économiser du tourteau de soja et ce d'autant plus que le blé est plus riche en protéines ; la lysine apparaît donc bien comme l'acide aminé limitant primaire. Dans le troisième essai, réalisé avec un blé particulièrement riche, on a même utilisé un régime exclusivement céréaliier complété par de la lysine et un C.M.V. Les résultats zootechniques obtenus sont très valables (gain moyen quotidien de 671 g et indice de consommation de 3,20 kg d'aliment par kg de gain). Sans aller jusqu'à un tel cas limite, cette série d'expérience démontre clairement la possibilité de valoriser la richesse en protéine du blé et l'épargne de tourteau de soja qui en découle.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient leur collègue G. PHILIPPEAU, du Service Informatique et Statistique de l'I.T.C.F., pour son concours dans l'exploitation des données numériques.

BIBLIOGRAPHIE

- A.E.C., 1978 ; Alimentation animale, document n° 4
- BRETTE A., LOUGNON J., 1969 ; Etude des possibilités d'alimentation du porc charcutier femelle avec une céréale (blé Sonora) à taux azoté élevé ; compte rendu de fin de contrat d'une recherche financée par la D.G.R.S.T., novembre 1969
- COÏC Y., 1963 ; FAUCONNEAU G., PION R., BUSSON S., LESAINTE Christiane, LABONNE Françoise, 1963 ; Influence de l'alimentation minérale sur la composition des protides des graines de céréales (blé et orge) ; Ann. Physio. Végétale, 5, 4, 281-292
- DEMARQUILLY C., ANDRIEU J., SAUVANT D., 1978 ; Tableaux de la valeur nutritive des aliments en alimentation des ruminants. I.N.R.A. Edition, 519-555
- I.T.C.F., 1978 ; Perspectives Agricoles, spécial qualité des blés, supplément au n° 12 de février 1978
- I.T.C.F.-A.G.P.M., 1977 ; Compte rendu d'essai CMC 18
- I.T.C.F.-S.E.A.P., 1975 ; Compte rendu d'essai CAA 21
- I.T.C.F.-S.E.A.P., 1976 ; Compte rendu d'essai CAA 27
- LANGLET B., LEUILLET M., 1978 ; Etude des possibilités d'enrichissement des blés en protéines et de leur intérêt pour l'utilisation animale. Compte rendu de fin de contrat financé par la D.G.R.S.T., mars 1978
- LEUILLET M., CASTAING J., 1973 ; Substitution du blé au maïs dans un régime de type maïs-soja chez le porc en croissance-finition. J. Recherche Porcine en France, 59-62
- MOSSE J., BAUDET J., 1978 ; Communication personnelle, I.N.R.A. Versailles
- ROUSSET M., 1978 ; Le blé fourrager : création de variétés de blé à haute valeur nutritionnelle, B.T.I., 327, 77-90
- SAUVANT D., 1976 ; 1 st Int. Symp. feed Composition, animal nutrient requirements and computerization of diets. Logan UTAH U.S.A.
- SCHIEMANN R., NEHRING K., HOFFMANN L., JENTSCH W., CHUDY A., 1971 ; In « Energetische Futterbewertung und Energienormen ». Berlin VEB, Deutscher Landwirtschafts Verlag.