

## EFFET DU GLYCÉROL ALIMENTAIRE SUR LA QUALITÉ DE LA VIANDE DE PORC ET LE RENDEMENT TECHNOLOGIQUE DU JAMBON CUIT

*P. CERNEAU (1), J. MOUROT (2), Corinne PEYRONNET (3)*

*(1) SANDERS -17 Quai de l'industrie, 91120 Athis Mons  
(2) I.N.R.A., Station de Recherches Porcines - 35590 Saint Gilles  
(3) ONIDOL - 12 Avenue George V, 75008 Paris*

*avec la collaboration de J.P. GUIRAUD (1) , A. MOUNIER (2) et S. ROLLAND (2)*

Une première étude présentée aux JRP 93 a montré le possible intérêt de l'introduction de 5% de GLYCÉROL dans l'alimentation du porc en engraissement sur la diminution des pertes en eau de la viande. Toutefois, la génétique (race Large White) et les conditions d'élevage (loge individuelle) ne permettaient pas d'extrapoler ces résultats à la réalité des élevages. Dans ce but, 264 porcs (schéma France Hybrides) élevés en loges collectives de 11 animaux (Station Expérimentale de SOURCHES - SANDERS) ont reçu à partir de 80 kg un aliment contenant 5% de GLYCÉROL en substitution de 5% d'amidon de maïs. Outre les performances de croissance, des mesures de qualités de la viande (pH, réflectance, transformation du jambon en jambon de Paris, lipides totaux et composition en acides gras) ont été effectuées après l'abattage des porcs à 110 kg.

Les performances de croissance ne sont pas modifiées par le traitement. Les valeurs du pH ultime augmentent (limite de signification) et un effet notable est mis en évidence sur le rendement de cuisson du jambon ( $P < 0,05$ ) qui augmente de l'ordre de 2 % avec l'introduction du GLYCÉROL alimentaire.

Avec le régime apportant du GLYCÉROL, la teneur en lipides totaux du tissu adipeux sous-cutané du jambon n'est pas modifiée alors que la teneur en acide linoléique diminue significativement ( $P < 0,001$ ) ainsi que le coefficient d'insaturation ( $P < 0,001$ ).

Cette étude confirme les résultats précédents, ce qui met en évidence l'intérêt de l'utilisation du GLYCÉROL dans l'alimentation porcine. Il sera donc nécessaire à terme de trouver un compromis sur la valorisation économique du GLYCÉROL au sein de l'ensemble de la filière.

### **Effect of glycerol in pig feeds on the meat quality and the cooking yield of meat into Paris ham.**

A study which was presented at the JRP in 1993 showed that the incorporation of 5% of glycerol in the feeds of fattening pigs might have a positive impact on the meat water losses. However, genetics (Large White breed) and raising conditions (individual boxes) do not allow to extrapolate from these results to all the pig farms. Therefore, 264 pigs from the France Hybrides genetic scheme were reared in collective boxes of 11 animals at the experimental station of SANDERS in Sourches. When they reached the weight of 80kg, they got a diet where glycerol had be substituted to maize starch at a rate of 5%.

We measured the growth data and then slaughtered the pigs at 110kg and analysed meat quality (pH, colour, processing of meat into Paris ham, total lipids, fatty acid contents). Growth results are not altered by the treatment. The final pH values increased and one can notice an impact of the glycerol on the cooking yield of the ham, which increase by about 2%. With the glycerol diet, the total lipid content of the ham underskin fatty tissue is not altered while the linoleic acid content and the insaturation rate decrease significantly.

These study confirms the precedent results, which reveals how interesting is the glycerol use in the pig feeding. It will be therefore necessary to find a compromize on the economic value of the glycerol through all the pig production organisation.

## INTRODUCTION

La production de diester à partir de l'huile de colza permet d'obtenir des quantités de GLYCÉROL de l'ordre de 10 à 15 % de la masse initiale. La fabrication et l'utilisation de ce biocarburant restent liées à des décisions politiques et, à un degré moindre, à la valorisation des coproduits. Dans ce cadre, l'utilisation du GLYCÉROL en alimentation animale a été envisagée.

Une première série de travaux présentée lors des Journées de la Recherche Porcine 1993 (MOUROT et al., 1993) a montré que l'introduction de GLYCÉROL, chez le porc Large-White (35 - 102 kg), à raison de 5 % en remplacement d'une fraction glucidique équivalente ne modifiait pas les performances de croissance ni la composition tissulaire de la carcasse. Un effet notable a été mis en évidence sur la diminution des pertes en eau au ressuage et lors de la cuisson de la viande.

D'autres études réalisées à la Station de Recherches Porcines (INRA Saint-Gilles) ont montré que la distribution de l'aliment renfermant le GLYCÉROL semblait suffisante dans le dernier quart de la période d'engraissement pour obtenir des effets significatifs sur le rendement de transformation du jambon de Paris (données en cours de publication).

Le but de ce travail est d'étudier l'effet du GLYCÉROL sur des porcs croisés élevés en cases collectives dans des conditions semblables à celles du «terrain». Les jambons ont été transformés par des ateliers industriels afin de valider les résultats expérimentaux obtenus lors des études précédentes. Ce travail est le résultat d'une collaboration entre la Firme Service SANDERS, l'INRA et l'ONIDOL.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'essai est conduit à SOURCHES (Sarthe), Centre Expérimental de SANDERS au cours de l'automne 1992. Les 264 animaux de l'étude sont entrés en bâtiment d'engraissement à l'âge de 70 jours environ. Le poids vif en début d'essai est de 29,5 kg.

### 1.1. Animaux

Les animaux sont issus du schéma génétique de France-Hybrides, à savoir un croisement entre une truie Landrace x Large-White et un verrat synthétique. Ils sont élevés en cases collectives de 11 porcs sur caillebotis partiel. Un sexage des animaux à l'entrée en essai permet de répartir les 24 loges du bâtiment en 6 cases de femelles et 6 cases de mâles castrés pour chacun des deux traitements expérimentaux. Chaque type sexuel est scindé en trois classes de poids (légers, moyens, lourds).

### 1.2. Régimes

Les régimes expérimentaux sont formulés afin d'obtenir 2085 kcal d'EN/kg brut d'aliment avec 0,88 % de lysine totale et 17 % de protéines (tableau 1) à base de maïs, de pois, de tourteau de soja et de son de blé. Ils sont équilibrés au niveau des oligo-éléments et des vitamines par rapport aux besoins des animaux. L'aliment «TÉMOIN» a été distribué à l'ensemble des animaux de l'entrée en essai jusqu'au 65ème jour d'engraissement, soit un poids proche de 80 kg. À partir du

66ème jour, les 132 animaux du traitement 1, ont continué à être alimentés avec le régime «TÉMOIN» alors que les 132 porcs du traitement 2 ont reçu un aliment contenant 5 % de GLYCÉROL alimentaire en substitution de 5 % d'amidon de maïs. La concentration énergétique est supposée équivalente, donnée qui demande à être vérifiée. L'aliment est granulé (diamètre: 4,5mm, taux de compression : 11,5) et contient 4 % de mélasse de betteraves. Malgré l'incorporation dans la masse du GLYCÉROL sous forme liquide (solution à 80 %), la tenue des granulés est satisfaisante.

Tableau 1 - Composition des aliments en % de la matière sèche

Aliment	Témoïn	«Glycérol»
<b>Protéines Brutes</b>	20,1	19,7
<b>Matières Grasses</b>	3,9	4,1
<b>Cellulose Brute</b>	6,1	6,0
<b>Matières Minérales</b>	6,4	6,5
<b>Amidon</b>	41,0	41,9
<b>Sucres</b>	6,9	6,9
<b>NDF</b>	16,9	16,5
<b>ADF</b>	8,0	8,1
<b>Lignine</b>	1,6	1,6

### 1.3. Abattage et mesures de la qualité de la viande

Les porcs ont été abattus par lots de 60 animaux en quatre abattages, espacés chacun de 7 jours environ à un poids moyen de 112,5 kg ( $\pm 5,2$  kg). Après un jeûne de 18 heures les animaux sont transportés à l'abattoir (Abattoirs Industriels de la Manche) et restent 3 heures en bouverie avec douchage avant d'être abattus. Les valeurs de pourcentage de muscle sont obtenues avec un Fat O' Meater. Environ 45 à 60 minutes après l'abattage, le pH45 est mesuré au niveau de l'adducteur et du demi membraneux. 24 heures après abattage, en chambre froide (température de la viande à coeur: 6°C) sur les carcasses pendues, les valeurs de pH au niveau de l'adducteur et du demi membraneux sont également mesurées à l'aide d'une sonde INGOLD XEROLYT. En salle de découpe (environ 26/28 heures après abattage), la couleur de chaque jambon est estimée par réflectance avec un réflectomètre (RETROLUX) au niveau du muscle long vaste. L'appareil est étalonné à 0 (noir) et 100 (gris clair).

Sur tous les jambons gauches des premier et dernier abattages, ainsi que les jambons gauches uniquement des deuxième et troisième abattages, une tranche au niveau du demi membraneux a été prélevée afin de réaliser à SOURCHES des tests de pertes en eau selon la méthode de HÖNIGEL (1987).

Lors des deuxième et troisième abattages, les jambons gauches des mâles castrés ont été envoyés chez un salaisonier afin d'être transformés, dans les conditions industrielles, en Jambon de Paris. En parallèle, les jambons droits ont été dirigés vers le Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et de la Conserve des Viandes (CTSCCV) pour une transformation semi-industrielle en jambon cuit et une détermination des rendements de fabrication. Au total 60 jambons ont donc subi un traitement technologique chez un salaisonier industriel et 60 autres au CTSCCV.

#### 1.4. Dosages des lipides totaux et composition en acides gras

Les dosages ont lieu sur des échantillons de gras sous-cutanés de jambon prélevés sur tous les jambons à l'exception de ceux transformés en jambons cuits. Les lipides totaux sont extraits dans les tissus adipeux, à froid après broyage dans une solution de méthanol-chloroforme 1/2 selon la technique de FOLCH et al. (1957). Après extraction, les lipides totaux sont conservés dans des piluliers, à -20° C, après balayage du contenu par un courant d'azote afin de réduire les risques d'oxydation, principalement l'altération de l'acide linoléique.

La composition en acides gras est déterminée par chromato-

graphie gazeuse capillaire après méthylation au BF<sub>3</sub> (MORRISON et al., 1964) sur colonne de phase carbowax. La température du four est isotherme à 180° C, celle de l'injecteur est à 210° C et celle du détecteur à 220° C. Le gaz vecteur est de l'hydrogène. A partir de cette composition, le coefficient d'insaturation est calculé (GIRARD et al., 1988).

#### 1.5. Analyses statistiques.

Les performances de croissance ainsi que les teneurs en lipides totaux et en acides gras ont subi une analyse de variance (SAS, 1989) avec comme variables explicatives le traitement, le sexe, l'interaction traitement\*sexe (avec en covariable le poids initial d'entrée en essai pour les performances de croissance). Aucune donnée n'a été éliminée.

Tableau 2 - Effet du glycérol alimentaire sur les performances de croissance et composition tissulaire

Aliment	Témoïn	Glycérol	Etr	Signification statistique		
				GLY	SEX	GLY*SEX
<b>Nombre d'animaux</b>	125	129				
<b>Période globale (0-Abattage)</b>						
Gain moyen quotidien g/j	823,0	808,9	86,4	ns	P<0,001	P<0,05
Indice de consommation	2,81	2,82	0,4	ns	P<0,01	ns
Consommation par jour g	2312	2281	124	P<0,10	P<0,001	P<0,01
I.C. normalisé 25-105 kg	2,70	2,70	0,42	ns	P<0,05	ns
<b>Période 55-90 jours</b>						
Gain moyen quotidien g/j	943,1	907,8	140,4	P<0,05	ns	P<0,01
Indice de consommation	2,96	3,01	1,48	ns	ns	ns
Consommation par jour g	2791	2732	144	P<0,1	P<0,001	P<0,001
<b>Poids de carcasse kg</b>	88,87	88,43	4,2	ns	ns	ns
<b>Rendement de carcasse %</b>	78,77	78,57	1,6	ns	P<0,05	ns
<b>Muscle %</b>	55,64	56,24	2,8	P<0,1	P<0,001	ns

Etr : Ecart type résiduel

GLY\*SEX : Interaction Glycérol\*Sexe

GLY : Effet Glycérol

ns : Non Significatif

SEX : Effet Sexe

## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Performances de croissance.

Durant la période 56-88 jours, les animaux recevant l'aliment témoin (tableau 2) ont tendance à consommer plus que ceux recevant l'aliment expérimental (2,79 vs 2,73 kg) bien que cette tendance ne soit pas significative. De même les animaux témoins ont des croissances significativement (P<0,05) supérieures à celles du traitement GLYCÉROL (943 vs 908 g/j). Pour un même poids d'entrée en essai de 29,5 kg, cela entraîne un écart de près de 2 kg de poids vif après 88 jours d'engraissement. L'impact du GLYCÉROL sur l'indice de consommation n'est pas significatif sur cette période 56-88 jours.

Sur l'ensemble de l'engraissement (29,5 à 112,5 kg), la consommation est légèrement plus faible pour le traitement GLYCÉROL (2312 vs 2281 g/j ; P<0,10), mais sans différence significative. L'indice de consommation et la croissance des animaux sont équivalents entre les traitements. Ceci se traduit

par des indices de consommation normalisés 25-105 kg (COLIN et QUERNE, 1991) strictement identiques de 2,70. Ces résultats sont conformes à ceux présentés par MOURROT et al. (1993) sur porcs et à ceux d'autres travaux sur rats ou poules qui ne mettaient pas en évidence d'effet significatif de l'incorporation de GLYCÉROL sur les performances zootechniques (LIN et al., 1976; NARAYAN et Mc MULLEN, 1979).

Des différences significatives sont apparues entre les deux types sexuels (femelles et mâles castrés) puisque la consommation des femelles a été de 220 g inférieure à celles des mâles castrés (P<0,001) de même que la croissance (836 vs 795 g/j respectivement pour les mâles et les femelles; P<0,001). L'interaction parfois significative entre le GLYCÉROL et le sexe est difficilement explicable.

### 2.2. Performances d'abattage

D'un poids de 88,6 kg de moyenne ( $\pm$ 4,2 kg), les carcasses ne présentent pas de différence entre les deux traitements quant à leur rendement ou leur poids (tableau 2). Par contre,

le pourcentage de muscle obtenu avec le traitement GLYCÉROL est plus élevé que celui obtenu avec le traitement témoin. Cette observation n'est pas significative ( $P < 0,10$ ). Elle est en accord avec les essais de MOUROT et al. (1993) qui n'avaient montré aucun effet du GLYCÉROL sur la composition de la carcasse. Toutefois, ceci va un peu à l'encontre des qualités lipogènes souvent attribuées au GLYCÉROL (CRYER

et BARTLEY, 1973; CARMONA et FREEDLAND, 1989).

D'un point de vue zootechnique, il semble donc tout à fait possible d'introduire 5 % de GLYCÉROL alimentaire dans les régimes porc engrais de 80 à 100 kg sans dégradation des performances de croissance et avec des résultats constants à l'abattage.

**Tableau 3** - Effet du glycérol alimentaire sur les valeurs de pH et la couleur du jambon cru

Aliment	Témoin	Glycérol	Etr	Signification statistique		
				GLY	SEX	GLY*SEX
<b>pH 45 minutes</b>						
Adducteur	5,93	5,98	0,25	ns	ns	ns
Demi membraneux	5,96	6,00	0,3	$P < 0,05$	ns	ns
<b>pH 24 heures</b>						
Adducteur	5,66	5,71	0,23	$P < 0,1$	ns	ns
Demi membraneux	5,50	5,53	0,12	$P < 0,1$	ns	ns
<b>Couleur long vaste (réflectance)</b>	55,2	54,6	5,7	ns	ns	ns

Etr : Ecart type résiduel

SEX : Effet Sexe

ns : Non Significatif

GLY : Effet Glycérol

GLY\*SEX : Interaction Glycérol\*Sexe

### 2.3. Mesures de la qualité de la viande

Le pH à 45 minutes (tableau 3) au niveau de l'adducteur n'a pas été influencé par l'introduction de GLYCÉROL dans les régimes. Par contre, au niveau du demi membraneux une amélioration du pH de 0,04 point a été relevée ( $P < 0,05$ ). Après 24 heures de ressuage en chambre froide, les pH du traitement GLYCÉROL ont tendance à être plus élevés que ceux du traitement témoin. Cette différence en faveur des animaux du traitement 2 n'est toutefois pas significative ( $P < 0,10$ ).

La mesure de la couleur de la viande par réflectométrie n'a pas mis en évidence de différence entre les deux traitements.

Ces résultats sont cohérents avec ceux de MOUROT et al. (1993).

### 2.4. Mesures des rendements de cuisson du jambon.

L'appréciation des pertes d'eau de la viande (escalope de demi membraneux) au ressuage estimée par la méthode

HÖNIKEL (1987) montre une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les deux traitements, 3,47 % et 2,92 % respectivement pour les traitements témoin et GLYCÉROL. De même le rendement à la cuisson suivant la technique HÖNIKEL met en évidence une différence de 1,40 % ( $P < 0,05$ ) en faveur du traitement GLYCÉROL (tableau 4). Ces résultats semblent donc traduire une augmentation du pouvoir de rétention d'eau du demi membraneux comme ceci a été démontré in vitro (LACROIX et CASTAIGNE, 1983). In vivo, les essais de MOUROT et al. (1993) dans des conditions expérimentales montraient une différence de 5,45 % de rendement de cuisson entre des porcs nourris avec un aliment témoin par rapport à un régime à 5 % de GLYCÉROL et ceci en faveur de ce dernier.

Les autres résultats portent sur les mesures semi-industrielles du rendement de cuisson du jambon saumuré par le CTSCCV et en conditions totalement industrielles par le salaisonier. Pour des raisons de secret industriel, les rendements individuels de cuisson de jambon ne nous ont été fournis qu'en valeur globale et relative pour chaque traitement.

**Tableau 4** - Effet du glycérol alimentaire sur les rendements de cuisson du jambon par rapport au Témoin (témoin = 100)

Aliment	Témoin	Glycérol	Etr	Signification statistique		
				GLY	SEX	GLY*SEX
<b>Rendement de cuisson</b>						
Méthode Hönikel (1987)	100,00	101,40	3,38	$P < 0,05$	ns	ns
Rendement CTSCCV	100,00	101,87	0,30	$P < 0,05$	nd	nd
Rendement industriel	100,00	101,10	nd	nd	nd	nd

Etr : Ecart type résiduel

GLY\*SEX : Interaction Glycérol\*Sexe

ns : Non Significatif

SEX : Effet Sexe

nd : Non Déterminé

Le rendement de cuisson du jambon 3D (désossé, dégraissé et découenné) mesuré après saumurage par le CTSCCV est de 77,4 % pour les jambons du traitement témoin et de 78,9 % pour les jambons du traitement GLYCÉROL, soit une amélioration de 1,9 % ( $P < 0,05$ ). De même la transformation en jambon de Qualité Supérieure par le salaisonier a permis d'observer une différence de 1,1 % sur le rendement de cuisson en faveur également du traitement GLYCÉROL.

Ainsi globalement, tant au niveau de l'appréciation expérimentale, que de l'appréciation semi-industrielle et industrielle, cette étude permet de conclure à une amélioration modérée, mais certaine de l'ordre de 1 à 2 % du rendement de cuisson après distribution entre 80 et 110 kg d'un régime renfermant 5 % de GLYCÉROL, soit une consommation de 5 à 7 kg de GLYCÉROL alimentaire par porc.

**Tableau 5** - Effet du glycérol alimentaire sur la teneur en lipides totaux (en % du poids frais de tissu) et la composition en acides gras (% des lipides totaux) du tissu adipeux sous cutané du jambon

Aliment	Témoin	Glycérol	Etr	Signification statistique	
				GLY	SEX
<b>Lipides totaux</b>					
Totalité des porcs	71,19	70,79	4,93	ns	$P < 0,03$
dont mâles castrés	70,09	70,47			
dont femelles	72,21	71,08			
<b>Acides gras</b>					
C14:0	1,39	1,47	0,25	ns	ns
C16:0	24,72	25,40	1,61	$P < 0,002$	$P < 0,001$
C16:1	3,21	3,12	0,55	ns	ns
C18:0	9,36	9,63	1,41	ns	ns
C18:1	47,71	47,96	2,42	ns	ns
C18:2	13,01	11,91	1,66	$P < 0,001$	$P < 0,001$
C18:3	0,58	0,47	0,07	$P < 0,001$	$P < 0,02$
Cœf I	1,22	1,20	0,01	$P < 0,001$	$P < 0,001$

Etr : Ecart type résiduel      SEX : Effet Sexe  
GLY : Effet Glycérol      ns : Non Significatif

## 2.5. Teneurs en lipides totaux et composition en acides gras

La teneur en lipides totaux (LT) des tissus adipeux sous-cutanés du jambon diminue avec l'apport de GLYCÉROL alimentaire, mais cette variation n'est pas significative (tableau 5).

Il existe un effet du sexe sur les teneurs en lipides des animaux avec une valeur plus élevée pour les femelles que pour les mâles castrés ( $P < 0,03$ ). En ce qui concerne l'effet du GLYCÉROL, pour les porcs mâles castrés, nous n'observons aucune variation entre les animaux alors que pour les femelles la variation semble plus importante (près de 1 % de LT en plus pour les porcs témoins) ; il n'existe cependant pas d'interaction entre l'apport de GLYCÉROL dans le régime et le sexe.

Ces résultats s'opposent partiellement à ceux obtenus chez le porc (MOUROT et al., 1993), le rat (CLARK et al., 1974; GIMENEZ et al., 1985) ou les oiseaux (LIN et al. 1976; ROSEBROUGH et al. 1980) et qui montraient une augmentation des teneurs en lipides déposés. En ce qui concerne le porc, la différence de type génétique entre les deux études (Large-White vs France-Hybrides) et de localisations des tissus adipeux (sous-cutané dorsal vs sous-cutané du jambon) peuvent expliquer ces observations. Par rapport aux autres espèces, les différences peuvent provenir de la localisation de la synthèse des lipides et/ou de l'utilisation tissulaire du GLYCÉROL. En effet, la lipogénèse est essentielle-

ment hépatique pour le rat et les oiseaux alors qu'elle est prépondérante dans les tissus adipeux pour le porc. Or l'utilisation du GLYCÉROL est essentiellement hépatique (TAO et al, 1983) et très peu métabolisé dans le tissu adipeux (HERRERA et LAMAS, 1970). Ceci peut donc expliquer l'effet lipogénique du GLYCÉROL observé chez certaines espèces et pas chez le porc.

Sous l'effet du GLYCÉROL alimentaire, on observe une diminution significative de la teneur en acide linoléique ( $P < 0,001$ ) et une augmentation de la teneur en acide palmitique ( $P < 0,002$ ). En raison de la baisse de la quantité des acides gras en C18:2 et C18:3, nous observons une diminution du coefficient d'insaturation des acides gras déposés dans les tissus ( $P < 0,001$ ), quel que soit le sexe (tableau 5). Ces résultats confirment les premières observations faites par MOUROT et al. (1993) chez le porc Large-White. Le GLYCÉROL a donc un effet significatif sur la qualité lipidique de la viande en diminuant les risques d'oxydation des lipides grâce à un degré d'insaturation des acides gras moins élevé.

## CONCLUSION

Cette étude réalisée dans des conditions d'élevage proche du terrain confirme les résultats obtenus chez le Large-White dans des conditions expérimentales en cases individuelles. Le GLYCÉROL peut être utilisé dans l'alimentation porcine à la dose 5 % durant la période de finition. Les performances de croissance et la composition tissulaire ne sont pas modifiées

par rapport à un régime témoin alors que les pertes de ressuage et les pertes en eau à la cuisson sont significativement diminuées de même que les rendements de transformation en Jambon de Paris sont significativement améliorés. Le niveau d'insaturation des acides gras est diminué, ce qui entraîne une amélioration technologique des lipides en diminuant les risques d'oxydation lors de la conservation.

Globalement, le GLYCÉROL alimentaire améliore les quali-

tés technologiques du maigre et du gras. Son utilisation dans l'alimentation peut donc être une solution pour aider à améliorer la qualité de la viande de porc. La valorisation de cette amélioration devra être intégrée par l'ensemble de la filière, de l'éleveur au transformateur. Le coût de l'incorporation du GLYCÉROL devra donc être raisonné en fonction de ces paramètres, tout en sachant que la disponibilité du GLYCÉROL reste liée à des décisions politiques concernant la fabrication industrielle de diester.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CARMONA A., FREEDLAND R. A., 1989. *Arc. Biochem. Biophys.*, 271, 130-138.
- CLARK D. G., ROGNSTAD R., KATZ J., 1974. *J. Biol. Chem.*, 249, 2028-2036.
- COLINS., QUERNÉ M., 1991. *Journées Rech. Porcine en France*, 23, 255-266.
- CRYER A., BARTLEY W., 1973. *Int. J. Biochem.*, 4, 293-308.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G.H., 1957. *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.
- GIMENEZ M. S., OLIVEROS DE FURLON L., CARRASCO DE CLEMENTI, M., 1985. *Nutr. Rep. Int.*, 32, 757-763.
- GIRARD J.P., BOUT J., SALORT D., 1988. *Journées Rech. Porcine en France*, 20, 257-270.
- HERRERA E., LAMAS L., 1970. *Biochem. J.*, 120, 433-434.
- HONIKEL G., 1987. In: «Evaluation and control of meat quality in pigs.» P.V. Tarrant, G. Monin Eds., Martinus Nijhoff Publishers, 129-142.
- LACROIX C., CASTAIGNE F., 1983. *Lebens. Wiss. Technol.*, 16, 129-134.
- LIN M. H., ROMSOS D. R., LEVEILLE G.A., 1976. *J. Nutr.*, 106, 1668-1677.
- MORRISON W.R., SMITH L.M., 1964. *J. Lipid Res.* 5, 600-608.
- MOUROT J., AUMAITRE A., MOUNIER A., PEINIAU P., FRANCOIS A., PEYRONNET C., JAMET J.P., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 29-36.
- NARAYAN K. A. et Mc MULLEN J. J., 1979. *J. Nutr.*, 109, 1836-1846.
- ROSEBROUGH, R. W., GEIS E., JAMES P., OTA H., WHITEHEAD J., 1980. *Poultry Science*, 59, 1485-1492.
- SAS, 1989. *SAS User's Guide, Statistics*. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- TAO R. C., KELLEY R. E., YOSHIMURA N.N., BENJAMIN F., 1983. *J. Parenteral Enteral Nutr.*, 7, 479-488.