

Cv75-2

PRODUCTION DES VIANDES DE PORCS MÂLES ENTIERS OU CASTRÉS CHEZ LES TYPES PIÉTRAIN OU LANDRACE BELGE

B. DESMOULIN et M. BONNEAU *

I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs, 78350 Jouy-en-Josas

L'engraissement des porcs mâles entiers n'étant pas autorisé pour la production des viandes porcines, la castration limite l'impact final de l'effort de sélection exercé sur les lignées mâles : la réduction de rétention azotée très importante chez les castrats Landrace Belge (ECKHOUT et al., 1971) et la diminution du rendement en viandes maigres très marquée chez le castrat Piétrain (BEKAERT et al., 1974) sont inégales selon les types génétiques. Alors que les races Hypermusclées sont très utilisées dans les schémas de croisement, cette variabilité de la réponse à la castration reste peu explorée (DESMOULIN, 1974).

L'emploi des viandes de porcs mâles entiers, indépendamment des possibilités offertes par la technologie des transformations, nécessite impérativement le contrôle des défauts sexuels. Les stocks élevés d'androsténone dans la graisse et les odeurs anormales de chauffage des tissus gras correspondent à des odeurs sexuelles lors de la cuisson des viandes. Les défauts prononcés peuvent concerner 15 p. 100 des mâles en race Large White (DESMOULIN, DUMONT et al., 1971-1973) ou 20 p. 100 des mâles chez les races Hypermusclées (CASTEELS et al., 1974). Cette variabilité de la fréquence des risques sexuels présentés par les viandes mâles peut être précisée en affinant les méthodes d'analyses sensorielles (BONNEAU et DESMOULIN, 1975) et en contrôlant le dépôt des stéroïdes sexuels (BONNEAU et al., 1979).

Cette étude comparative des porcs mâles entiers ou castrés des races hypermusclées a pour objectif de mieux connaître :

- d'une part les influences négatives de la castration sur les performances, notamment sur le rendement de carcasse en viandes maigres.
- d'autre part, l'importance de la dépréciation des viandes de porcs mâles entiers en fonction des défauts d'odeurs sexuelles présentés pour une utilisation bouchère en "porc frais".

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dispositif expérimental

72 porcs mâles issus des élevages en race pure de Piétrain (PP) ou de Landrace Belge (LB) sont répartis en couples de mêmes portées : l'un des mâles est castré vers 18-20 kg à 8-9 semaines dans son élevage d'origine. L'engraissement à partir de 25 kg et 90 jours d'âge est pratiqué en loge individuelle et en alimentation à volonté. Pour les mâles entiers, un régime contenant 19 % de protéines et 1,05 % de lysine est utilisé jusqu'à l'abattage. Pour les mâles castrés un régime contenant 15,5 % de protéines et 0,76 % de lysine est distribué après 50 kg de poids vif. Ces régimes à base d'orge-soja sont granulés et renferment 3.100 Kcal ED/Kg d'aliment.

Les abattages sont effectués à un stade léger (90 kg) ou à un stade lourd (100-110 kg) afin d'étudier l'évolution des caractéristiques corporelles selon une méthodologie décrite antérieurement (DESMOULIN et POMMERET, 1975).

Composition des graisses et propriétés sensorielles

La composition en acides gras du tissu gras dorsal est analysée selon une méthodologie décrite par PASCAL et DESMOULIN (1973).

La teneur en Androsténone des graisses dorsales est dosée selon la méthode mise au point par CLAUS (1974). Le dosage radioimmunologique (BONNEAU et al., 1979) est réalisé en utilisant un antisérum spécifique fourni par le Dr CLAUS et de l'Androsténone tritiée fournie par SYNTHEX Research (Californie).

Les épreuves olfactives décrites par BONNEAU et DESMOULIN (1975) sont réalisées par un jury de Laboratoire après le chauffage au fer à souder (150° C) des tissus gras sur la carcasse, puis au cours de la cuisson de rôtis ou de côtelettes.

* Collaboration technique : Mrs CONSEIL G., CHALIER R., PEINIAU P.H., GRANSART P. (I.T.P.)
Stagiaires : LEYRIS J.M. (ENITA - BORDEAUX), DECHANET J.C. (ENITA - DIJON)

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1 / Performances zootechniques et coût de production (Tableau 1)

• La vitesse de croissance est inférieure de 21 % chez les Piétrains. Elle n'est pas différente intra-race chez les porcs mâles entiers ou castrés : en alimentation à volonté, les castrats compensent par une augmentation d'appétit, de 12 % en moyenne, leur moins bonne utilisation des aliments. Cette compensation est plus marquée chez les Piétrains (+ 18 %) dont l'appétit est plus limité.

TABLEAU 1
PERFORMANCES D'ENGRAISSEMENT SELON LA RACE ET APRÈS CASTRATION

RACES Types sexuels	LANDRACE BELGE (LB)		PIÉTRAIN (PP)		EFFETS	
	Entiers (E)	Castrés (C)	Entiers (E)	Castrés (C)	Race	Castration
Consommation Kg/j						
27 – 50 Kg	1,80	1,91	1,57	1,70	***	**
50 – Abattage	2,52	2,83	2,14	2,57	***	***
27 – Abattage	2,30	2,57	1,96	2,31	***	***
Vitesse de croissance (g/j)						
27 – 50 Kg	719	739	604	636	***	NS
50 – Abattage	780	766	568	611	***	NS
27 – Abattage	760	748	572	613	***	NS
Indice de consommation (Kg)						
27 – 50 Kg	2,50	2,70	2,64	2,74	NS	NS
50 – Abattage	3,32	3,80	3,85	4,25	**	**
27 – Abattage	3,03	3,55	3,47	3,79	**	***

Différence significative ** P < 0,01 *** P < 0,001.

En fonction du poids vif : Y (kg), l'ajustement linéaire des courbes de consommation d'aliments : Q (kg/jour) est proposé sous la forme suivante pour les 4 types de porcs :

Piétrain	♂ → . Q = 0.0154 Y + 0.9473 ; R = 0.668
	♂ → . Q = 0.0229 Y + 0.7997 ; R = 0.778
Landrace Belge	♂ → . Q = 0.0194 Y + 0.9939 ; R = 0.786
	♂ → . Q = 0.0244 Y + 0.9157 ; R = 0.805

La différence de pentes des droites de régression caractérise, intra-race, les compensations d'appétit après la castration. Dans le cas du mâle entier Piétrain la corrélation est moins étroite car la consommation relativement au poids vif fléchit après 65 kg et 155 jours d'âge.

• L'efficacité alimentaire est supérieure de 10 % chez le Landrace Belge ; elle est réduite de 13 % après la castration ; mais cette réduction est plus marquée chez le Landrace Belge (— 17 %) dont l'intensité de croissance est la plus forte.

Ces différences d'amplitudes de la réponse à la castration sont plus importantes que celles observées par BEKAERT et al., (1974). Pour chacun des critères de production relatifs au niveau de consommation et à l'efficacité nutritionnelle, tout se passe comme si la castration limitait les écarts observés chez les mâles entiers des deux races.

2 / Qualité des carcasses (tableau 2) et composition corporelle (Tableau 3)

Les rendements à l'abattage (poids net/poids vif), plus élevés de 2,0 % en race Piétrain, sont inférieurs de 1,5 % chez les mâles entiers.

Les carcasses de type Piétrain plus courtes de 8 cm sont plus compactes que celles du Landrace Belge. Après la castration, l'augmentation de compacité résulte d'une couverture graisseuse plus fortement accrue chez le Piétrain (+ 8,1 cm²), que chez le Landrace Belge (+ 5,2 cm²).

TABLEAU 2
RENDEMENT D'ABATTAGE ET APPRÉCIATION DES CARCASSES

RACES Types sexuels	LANDRACE BELGE (LB)		(PIETRAIN (PP))		EFFETS	
	Mâles	Castrés	Mâles	Castrés	Race	Castration
Poids net (Kg)	79,6	78,8	76,4	79,2	NS	NS
% rend. carcasse	78,7	80,3	80,7	82,1	**	*
Longueur totale (cm)	96,5	94,8	88,9	85,5	**	NS
Épaisseur de lard (mm)						
– Rein (fente)	15,6	23,3	9,9	20,9	**	**
– 13ème côte (6,5 cm)	13,8	20,2	9,7	18,6	*	***
Surfaces (13ème côte) (cm ²)						
– ϕ gras	16,0	21,2	11,8	19,9	*	***
– ϕ long dorsal	42,8	38,1	44,1	42,0	*	**
Rapport Longe/Bardière	3,98	2,71	5,16	2,95	**	**

Différence significative ** P < 0,01 *** P < 0,001.

Chez ce dernier, la réduction des surfaces musculaires sous-jacentes est plus marquée (– 4,7 cm²) que chez le Piétrain (– 2,1 cm²). Les différences de conformation relatives aux types génétiques sont donc modifiées par la castration. Pour l'appréciation des carcasses, les mesures linéaires utilisées comme index de conformation manquent de fiabilité (DESMOULIN, 1978) ; elles correspondent en particulier à différentes variations de la composition corporelle chez les entiers et chez les castrats.

Le rapport LONGE/BARDIÈRE, plus élevé de 21 % en race Piétrain, est supérieur de 61 % chez les porcs mâles entiers. Les conséquences de la castration selon le type génétique sont par la suite rapportées aux différences de composition anatomique établies à chacun des stades d'abattage.

La castration entraîne une réduction de l'importance de tous les compartiments riches en protéines : muscles, os et peaux. Les différences de composition corporelle dépendent toutefois selon la race des stades d'abattage considérés.

Au stade léger (90 kg) la réduction de musculature (– 7 points) et l'augmentation d'adiposité (+ 10 points) sont très comparables chez les mâles castrés des 2 races.

Par contre, aux stades lourds, la réduction de qualité des carcasses après la castration est beaucoup plus marquée chez le Piétrain : la teneur en graisses est accrue de 15 points comparativement à l'augmentation de 6,6 points chez le castrat Landrace Belge.

La castration affecte plus fortement les mâles de type Piétrain. Pour ces derniers la croissance musculaire apparaît plus prolongée que celle des mâles Landrace Belge. Les potentialités génétiques extériorisées chez les mâles entiers sont réduites au stade léger, voire totalement masquées aux stades lourds, par suite de ces conséquences inégales de la castration.

Comparativement aux résultats obtenus antérieurement chez les femelles (DESMOULIN et POMMERET, 1975), l'évolution de la composition corporelle des mâles est très distincte. La croissance musculaire est plus prolongée chez la femelle Landrace Belge. Cette connaissance des différences de précocité du développement tissulaire selon le sexe et après la castration des mâles est fondamentale pour le choix du poids d'abattage optimal des différents types de porcs. Il convient par ailleurs de souligner ici les limites de l'application réelle des efforts de sélection pour une production utilisant des porcs mâles castrés aux stades lourds.

TABEAU 3
INFLUENCE DU STADE D'ABATTAGE SUR LA COMPOSITION ANATOMIQUE DES CARCASSES

RACES		LANDRACE BELGE (LB)		PIETRAIN (PP)		EFFET RACE		EFFET CASTRATION	
		Entiers (E)	Castrés (C)	Entiers (E)	Castrés (C)	E	C	LB	PP
Poids net	I	71,2	72,6	72,2	71,5				
	H	87,3	87,4	82,6	85,7				
% muscles	I	62,2	53,4	64,3	58,0	*	NS	***	***
	H	58,6	52,9	63,3	52,5				
	S	NS	NS	NS	*				
% graisses	I	19,5	29,4	17,4	27,1	*	NS	***	***
	H	25,1	31,7	19,2	34,2				
	S	*	NS	NS	**				
% os	I	10,1	9,0	9,5	8,0	NS	**	***	***
	H	9,4	8,3	9,4	7,6				
	S	NS	NS	NS	*				
% peaux	I	5,0	4,0	5,1	3,5	NS	**	***	***
	H	4,4	3,7	4,5	3,3				
	S	NS	NS	NS	NS				

I : Stade léger

H : Stade lourd

(S) : signification des différences entre stade

3 / Qualités de la musculature et aptitude à l'emploi des viandes (Tableau 4)

Les valeurs de pH 45 minutes du Long dorsal sont plus faibles chez les Piétrain et non différentes intra-race chez les mâles ou les castrats. Pour 77 % des Piétrain et 34 % des Landrace Belge, le pH 45 minutes est égal ou inférieur au pH 24 heures. Cette évolution caractéristique des viandes exsudatives (CHARPENTIER et GOUTEFONGEA, 1963) affecte les qualités de la musculature et limite surtout l'emploi de ces viandes en transformation (GOUTEFONGEA, GIRARD et JACQUET, 1978). D'après les résultats de CASTEELS et al., 1974 ; le pouvoir de rétention d'eau des viandes est plus faible chez les mâles Piétrain que chez les Landrace Belge. Dans le cas des femelles, l'acceptabilité et notamment la tendreté des viandes de type Piétrain a fait par ailleurs l'objet de sérieuses critiques (DUMONT, 1974). D'après nos résultats, les valeurs faibles de pH musculaire, atteintes très rapidement post-mortem, sont associées ($r = + 0,40$) aux degrés de musculature plus élevés des carcasses.

TABEAU 4
VALEURS DE pH DU MUSCLE LONG DORSAL : 45 MM ET 24 H. APRÈS ABATTAGE

RACES	LANDRACE BELGE		PIETRAIN		EFFETS	
	Mâles	Castrés	Mâles	Castrés	Race	Castration
pH 45 mn	5,78	5,86	5,45	5,50	*	NS
pH 24 h.	5,66	5,55	5,63	5,53	NS	NS
Fréquence (%) pH 45 ≤ pH 24 h.	43	25	88	67	**	NS

4 / Teneurs en Androsténone et Composition des graisses (Tableau 5)

Les valeurs moyennes de la teneur en androsténone des graisses dorsales des mâles entiers observées chez les Landrace Belge (0,61 ppm) et chez les Piétrain (1,75 ppm) sont significativement différentes ($P < 0,01$). Les variations individuelles intra-race sont cependant très élevées puisque le coefficient de variation est de 56 % chez les Landrace Belge et de 68 % chez les Piétrain.

Le niveau de stockage de 1 ppm est généralement jugé critique pour la perception nette des défauts d'odeurs sexuelles. La fréquence des concentrations en Androsténone supérieures à 1 ppm chez les Landrace Belge (13 % des porcs) est comparable à celle rapportée par CLAUS (1977) chez les animaux Landrace Allemand (22 %) et légèrement inférieure à celle indiquée par MALMFORS et LUNDSTRÖM (1977, communication personnelle) chez les Landrace Suédois (31 %). Par contre les mâles entiers Piétrain constituent une population très distincte présentant des concentrations en stéroïdes très élevées (73 % des animaux au dessus de 1 ppm).

Les différences de composition en acides gras des graisses en fonction du tissu, du type sexuel et de la race sont rapportées au tableau 5.

Le degré d'insaturation des graisses ne diffère pas significativement entre races, on observe cependant une augmentation de la teneur en acide linoléique ($P < 0,001$) et une diminution de celle en acide oléique ($P < 0,01$) chez les Piétrain. Comparativement aux Large White, WOOD (1973) obtient des teneurs plus élevées en acide oléique chez les Piétrain.

TABLEAU 5
COMPOSITION EN ACIDES GRAS DES GRAISSES (EN % DES ACIDES GRAS TOTAUX)

GRAISSES	GRAISSES DORSALES		GRAISSES PÉRIRÉNALES		EFFETS SIGNIFICATIFS (2)	INTERACTIONS SIGNIFICATIVES (2)				
	Type sexuel									
	Entiers	Castrés	Entiers	Castrés						
Race	LB	PP	LB	PP						
Acide oléique C18:1	44,8	40,9	46,5	45,9	38,2	30,6	40,7	36,9	T *** S ** R **	
Acide linoléique C18:2	11,0	15,1	8,8	9,7	11,1	18,2	7,8	8,6	S *** R ***	R X S ***
Insaturés/saturés (1)	1,39	1,43	1,39	1,39	1,04	1,03	1,02	0,91	T ***	

(1) Insaturés/saturés = (C16:1 + C18:1 + C18:2) / (C14:0 + C16:0 + C18:0)

(2) T = tissu, S = type sexuel, R = race, ** = $P < 0,01$ *** = $P < 0,001$ LB = Landrace Belge PP = Piétrain

Le degré d'insaturation des graisses des mâles entiers ne diffère pas significativement de celui des graisses de castrats. En effet, en accord avec les résultats de MALMFORS et al., (1978), l'augmentation de la teneur en acide linoléique ($P < 0,001$) chez les mâles entiers est compensé par la diminution de la concentration en acide oléique ($P < 0,01$). Une liaison significative ($r = + 0,79$; $P < 0,01$) est mise en évidence entre la teneur en Androsténone et le degré d'insaturation des graisses. Selon MALMFORS et ANDRESEN (1975), les liaisons entre la teneur en Androsténone et la composition en acide gras sont faibles et non significatives chez les porcs mâles dont les conditions nutritionnelles ont été diversifiées.

5 / Fréquence et intensité des défauts d'odeurs sexuelles

Les corrélations établies entre la teneur en Androsténone des graisses dorsales et la notation de l'intensité des odeurs sexuelles varient de + 0,34 ($P < 0,10$) à + 0,57 ($P < 0,01$) selon les juges et selon les tests olfactifs considérés. Ces liaisons peu étroites indiquent que la teneur en Androsténone ne suffit pas à expliquer l'ensemble des défauts d'odeurs sexuelles.

La fréquence des avis d'odeurs sexuelles légères ou prononcées pour les deux types sexuels est rapportée au Tableau 6 en fonction de la race et du stade d'abattage.

Dans le cas des mâles entiers Landrace Belge, la fréquence des défauts sexuels prononcés est relativement faible au stade léger (4 à 10 % des avis) mais elle augmente de façon significative au stade lourd (10 à 35 % des avis).

Dans le cas des mâles entiers Piétrain, la fréquence des défauts sexuels (légers ou prononcés) est très élevée au stade léger comme au stade lourd. La répartition des avis entre défauts mineurs ou prononcés est cependant différente selon les stades.

Chez les mâles entiers et chez les castrés, la fréquence des avis d'odeurs désagréables non sexuelles est comparable (9 à 15 % lors du chauffage des graisses dorsales au fer, 5 à 8 % au cours de la cuisson des viandes).

Comparativement aux types Large White et Landrace plus généralement étudiés (DESMOULIN et RHODES, 1975) les porcs mâles de type Piétrain présentent des risques sexuels très importants. Ceci est à mettre en relation avec les niveaux de stockage d'Androsténone très élevés pour la majorité des individus étudiés.

TABLEAU 6

FRÉQUENCE DES NOTATIONS D'ODEURS SEXUELLES EN FONCTION DU TYPE SEXUEL, DE LA RACE ET DU STADE D'ABATTAGE
(en % du nombre total d'avis par lot)

TESTS				GRAISSES DORSALES AU FER			RÔTIS			CÔTELETTES		
Types sexuels	Races	Stades d'abattage (kg)	Nombre moyen d'avis par test	Odeur sexuelle Δ			Odeur sexuelle Δ			Odeur sexuelle Δ		
				légère (*)	prononcée (**)	(1)	légère (*)	prononcée (**)	(1)	légère (*)	prononcée (**)	(1)
MALES	LB	90	51	(*) 32	(**) 4	a	(*) 20	(**) 8	a	(*) 30	(**) 10	a
		110	51	34	18	bc	25	10	a	30	35	b
ENTIERS	PP	90	55	34	28	b	33	26	b	21	59	c
		100	40	50	11	c	37	36	c	46	34	d
MALES CASTRÉS			196	4	1	d	2	1	d	4	2	e

(1) Lorsque Δ deux lots sont affectés sur une même colonne d'une même lettre, les répartitions des avis entre les 3 classes (non sexuelle, sexuelle légère, sexuelle prononcée) ne diffèrent pas significativement au seuil 5 %.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les conséquences de la castration des porcs mâles ont été comparées chez les Piétrain et les Landrace Belge, races dites Hypermusclées mais d'intensité de croissance fort différente.

Sur le plan quantitatif, l'obtention d'un rendement élevé en viandes maigres reste associé chez le Piétrain mâle à une forte réduction d'appétit et chez le Landrace Belge à une efficacité nutritionnelle très élevée. Après la castration, la compensation d'appétit est plus forte chez le Piétrain, l'efficacité alimentaire étant plus réduite chez le Landrace Belge. Lors de l'abattage aux stades lourds, les différences de composition corporelle sont nivelées chez les castrats. L'amplitude de la réponse à la castration étant différente selon les races, l'impact réel de la sélection apparaît très limité.

Sur le plan qualitatif, les défauts de musculature très marqués chez le type Piétrain sont conservés intra-race après la castration. Ils peuvent être cumulés avec les défauts d'odeurs sexuelles qui sont liés chez les mâles entiers aux stockages élevés d'Androsténone dans les tissus gras. Sur ce point, les caractéristiques tissulaires des deux types génétiques ont été nettement différenciés : les risques sexuels sont très élevés en race Piétrain et concernent la majorité des mâles dès les stades légers (90 kg). Par contre, ils ne concernent qu'une minorité des porcs Landrace Belge essentiellement aux stades lourds (110 kg).

L'opportunité du maintien de la castration en race Piétrain est justifiée par les risques sexuels très élevés qui peuvent être associés aux caractéristiques de précocité sexuelle. Le poids optimal d'abattage pouvant être lié aux différences de précocité du développement tissulaire après la castration, les critères de sélection doivent tenir compte à terme des différences d'aptitude à l'emploi des carcasses et des viandes.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement les éleveurs du Nord, Pas de Calais : Messieurs CANNESSON, DAVION, DECAESTECKER, DELASSUS, EVRAERE, HENNETTE, LARUE, MATTON, VASSEUR et VITTU qui ont apporté leur concours à la réalisation de cette étude. Celle-ci a bénéficié d'un financement complémentaire dans le cadre de l'Action Thématique Programmée "Tissus Adipeux" - Code I.N.R.A. 65.532.

BIBLIOGRAPHIE

- BEKAERT H., CASTEELS M., BECKHOUT W., BUYSSE F., 1974
L'aptitude des verrats à la production de viande : Engraissement et qualités de la carcasse.
Revue de l'Agriculture, (1) 135-167.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., 1975 - Comparaison des méthodes d'estimation des défauts d'odeurs sexuelles des viandes de porcs mâles entiers ou castrés de type Landrace Belge ou Piétrain.
Journées Rech. Porcine en France, 7, 215-223, ITP éd. PARIS.
- BONNEAU M., DESMOULIN B., DUMONT B.L., 1979 - Qualités organoleptiques des viandes de porcs mâles entiers ou castrés : composition des graisses et odeurs sexuelles chez les races Hypermusclées
Ann. Zootech., (In press).
- CASTEELS M., ECKHOUT W., BEKAERT H., BUYSSE F., 1974 - L'aptitude des verrats à la production de la viande : odeur et goût de la viande.
Revue de l'Agriculture, (1), 168-189.
- CHARPENTIER J., GOUTEFONGEA R., 1963 - Comportement électrophorétique des protéines sarco-plasmiques du muscle de porc normal et exsudatif.
Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys., 3, 381-389.
- CLAUS R., 1974 - Dosage radioimmunologique du 5 α -androst-16-ene-3-one, stéroïde responsable de l'odeur de verrat, dans le tissu adipeux des porcs.
C.R. Acad. Sci. Paris 278, 299-302.
- CLAUS R., 1977 - Pheromone bei Säugetieren unter besonder Berücksichtigung des Ebergeruchstoffes und seiner Beziehung zu anderen Hodensteroiden. Thèse de l'Université de Technique de Munich.
- DESMOULIN B., DUMONT B.L., JACQUET B., 1971 - Le porc mâle de race Large White : aptitudes à la production de viande. **Journées Rech. Porcine en France**, 3, 187-196, ITP éd., PARIS.
- DESMOULIN B., DUMONT B.L., PASCAL G., 1973 - Qualité des carcasses et des viandes de porcs mâles entiers de 120 et 140 kg : addition de BTH aux régimes maïs-soja.
Journées Rech. Porcine en France, 5, 201-209. ITP éd. PARIS.
- DESMOULIN B., 1974 - Les aptitudes zootechniques des jeunes porcs mâles : aspects biochimiques et organoleptiques des défauts des viandes porcines.
Wld. Rev. anim. Prod., X, (3), 66-83.
- DESMOULIN B., 1978 - Etudes sur la composition corporelle du porc : application scientifiques et techniques.
Journées Rech. Porcine en France, 10, 211-234, ITP éd. PARIS.
- DESMOULIN B., POMMERET P., 1975 - Evolution de la composition anatomique des porcs femelles des types Landrace Français, Landrace Belge ou Piétrain.
Journées Rech. Porcine en France, 7, 179-194, ITP éd. PARIS.
- DESMOULIN B., RHODES D.N., 1975 - La production et l'utilisation des viandes de porcs mâles entiers. **Bull. Tech. Inf.**, 298, 266-276, ITP éd. PARIS.
- DUMONT B.L., 1974 - Propriétés sensorielles et qualités technologiques de la viande de trois races (Landrace Belge, Landrace Français et Piétrain).
Journées Rech. Porcine en France, 6, 233-239, ITP éd. PARIS.
- ECKHOUT W., BEKAERT H., CASTEELS M., 1971a - Essais comparatifs de digestibilité et de bilans azotés chez les verrats et les mâles châtrés de race Porc Belge. **Revue de l'Agriculture**, 24, 41-58.
- ECKHOUT W., BEKAERT H., CASTEELS M., 1971b - Essais comparatifs de digestibilité et de bilans azotés chez les verrats et les mâles châtrés de race Piétrain. **Revue de l'Agriculture**, 24, 1363-1384.
- GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., JACQUET B., 1978 - Caractéristiques de la viande de porc de transformation. **Journées Rech. Porcine en France**, 10, 235-248, ITP éd. PARIS.

- PASCAL G., DESMOULIN B., 1973 - Caractéristiques des graisses de porcs ayant reçu des régimes additionnés de BHT. 19^e réunion des chercheurs en viandes. Paris 929-946.
- MALMFORS B., ANDRESEN O., 1975 - Relationship between boar taint intensity and concentration of 5 α -androst-16 \Rightarrow ne-3-one in boar peripheral plasma and back fat. Act. Agric. Scand. **25**, 92-96.
- MALMFORS B., LUNDSTRÖM K., HANSSON I., 1978 - Fatty acid composition of porcine back fat muscle lipids as affected by sex, weight and anatomical location. Sweed. J. Agric. Res. **8**, 25-38.
- WOOD J.D., 1973 - The fatty acid composition of back fat from Piétrain and Large White pigs. Anim. Prod. **17**, 281-285.