

Cv 7801

## ETUDES SUR LA COMPOSITION CORPORELLE DU PORC APPLICATIONS SCIENTIFIQUES OU TECHNIQUES

B. DESMOULIN

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs - INRA - 78350 Jouy-en-Josas*

Parallèlement aux aptitudes à l'emploi des viandes comme matière première de transformation, la qualité des productions résulte d'abord des différences de composition corporelle. Au stade d'abattage, celles-ci dépendent de deux séries de facteurs :

- les caractères héréditaires des "types de porcs" sont liés à l'espèce, à la race et aux types sexuels.
- les influences du milieu d'élevage résultent au sens large du mode d'alimentation, de l'activité physique voire même de l'état de santé "des porcs" dans leurs environnements ; la pratique de la castration précoce du porc mâle appartient à ce second sous-ensemble de facteurs.

Aux stades antérieurs à celui de l'exploitation des carcasses pour leur utilisation bouchère, de multiples interactions influencent les variations de composition corporelle ; elles sont marquées par les étapes physiologiques successives : naissance, sevrage, période de puberté, qui accompagnent la formation des tissus de croissance. Cette connaissance de la croissance tissulaire reste fondamentale pour l'ensemble des recherches appliquées aux choix de productions.

— Chez la truie reproductrice, les processus de formation des tissus durant la gestation et de mobilisation des réserves corporelles au cours de la lactation peuvent déterminer les choix nutritionnels liés au cycle de reproduction et de sevrage des porcelets (ELSLEY et al., 1976), voire même la sélection sur les qualités maternelles.

— Le porcelet soumis par la suite à des sevrages précoces et une alimentation très intensive ne fournit pas toujours des carcasses ayant à l'abattage la composition recherchée (H. NIELSEN, 1976). Par ailleurs, selon les races, l'obtention de carcasses maigres n'est pas toujours compatible avec le maintien des qualités optimales de la viande (L. BUCHTER et al., 1971 ; CHARPENTIER et al., 1971 ; DUMONT, 1974).

L'orientation des choix de production, en vue d'adapter le produit à la demande croissante de consommation des viandes porcines (+ 1,8 % en 1976) comporte ainsi plusieurs objectifs quantitatifs et qualitatifs.

— Pour obtenir les types de carcasses ayant à un certain poids la composition corporelle recherchée, il convient de contrôler au cours des processus de croissance, le développement relatif des différents tissus de la carcasse. A cet effet, la mise au point des méthodes d'étude de la composition corporelle est nécessaire.

— La demande des utilisateurs des carcasses concerne en définitive la notion plus complexe d'aptitude à l'emploi (ZERT, 1970). Au-delà de l'élaboration du système de codification des carcasses suivant le rendement en viandes maigres (grille CEE), l'aptitude à l'emploi recouvre en particulier la connaissance des critiques formulées sur la qualité des viandes ; les défauts de la musculature, les propriétés sensorielles anormales des graisses, doivent à cet égard être considérés comme un ensemble de caractères qualitatifs non-indépendants des caractères quantitatifs de la composition tissulaire de la carcasse (DUMONT, 1976) ; la décision de castrer le porc mâle sans utiliser son potentiel de production de viandes maigres indique bien cette interdépendance.

Dans une première partie, nous examinerons les limites des différentes méthodes d'études appliquées à la connaissance des relations de composition corporelle du porc. Par la suite, nous rapporterons les principaux résultats de travaux susceptibles de fournir aux utilisateurs des carcasses des informations objectives sur la qualité des produits : codification CEE et applications aux systèmes de production. Les relations qui s'établissent entre la qualité des carcasses et les qualités de la viande seront enfin proposées comme éléments de décision pour de nouvelles orientations des choix de production.

## I - LES METHODES D'ETUDE DE LA COMPOSITION CORPORELLE

L'étude de la composition corporelle répond à des motivations très diverses. Le mode d'expression des résultats correspond ainsi aux différentes méthodes utilisées.

● Pour l'animal après abattage, deux séries de résultats sont proposées :

- a) Le pourcentage du poids du corps en ses divers organes et en tissus qui composent la carcasse traduit les relations organisées de la composition anatomique. Cette notion est primordiale pour traduire le rendement d'utilisation de l'animal de boucherie : poids net, utilisation diversifiée des pièces de découpe.
- b) Le pourcentage du poids du corps en ses divers constituants chimiques : eau, protéines, lipides et minéraux s'applique par ailleurs à la masse corporelle indifférenciée après l'homogénéisation des divers tissus. Cette approche analytique est surtout proposée pour établir le bilan net d'utilisation des apports énergétiques (KIELANOWSKI et KOTARBINSKA' 1974; KIELANOWSKI, 1975).

● Pour l'animal avant abattage, l'évaluation de composition corporelle se doit d'abord de respecter les fonctions vitales. De ce fait, elle résulte de l'étude biochimique de l'activité fonctionnelle des organes et tissus par l'emploi des indicateurs du métabolisme ou de l'état physiologique. Cette approche est utilisée pour la connaissance des modifications tissulaires qui conditionnent ultérieurement les propriétés structurelles et les qualités organoleptiques des viandes.

En vue d'obtenir des informations quantitatives et qualitatives sur la composition du corps, les limites des différentes méthodes d'études doivent être d'abord précisées.

### A - Les méthodes chimiques

L'homogénéisation du corps entier ou de la carcasse seule est très utilisée chez les petites espèces animales (rats, poulets, lapins) : la détermination de la teneur en eau, protéines, lipides et minéraux est effectuée sur des quantités aliquotes après la lyophilisation des échantillons.

Cette méthode d'analyse directe a fait l'objet de nombreux travaux appliqués à la connaissance des variations de la composition du porcelet au cours de la période post-natale (MANNERS et Mc CREA., 1963; BROOKS et al., 1964 ; ELSLEY, 1964 ; STRUNZ et MEYER., 1965-1967) ; les résultats des tableaux 1a et 1b fournissent les informations suivantes : chez le porc, qui est à la naissance, dépourvu de réserves graisseuses (1 à 1,4 % de lipides), la phase la plus intense des dépôts lipidiques durant toute la croissance est celle des premiers jours de la vie post-natale (10 % de lipides après 6 jours - 15 % de lipides après 12 jours).

TABLEAU 1

VARIATION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE CORPORELLE DU PORCELET  
(1a) : BROOKS et al. 1964 (1b) ELSLEY 1964

1 a

AGE (JOURS)	POIDS* NET (kg)	% LIPIDES	% PROTEINES	% EAU
naissance	1,1	1,4	11,7	74,5
6	2,0	9,7	14,2	71,1
12	3,4	15,3	15,0	66,2
18	3,8	13,7	15,5	66,2
24	8,0	17,3	15,0	63,5
30	12,0	18,4	13,8	63,8

\* Poids net après traitement externe des carcasses (BROOKS et al. 1964).

1 b

AGE (JOURS)	POIDS* VIF VIDE (kg)	% LIPIDES	% PROTEINES	% EAU
naissance	1,0	1,4	11,0	81,1
21	5,3	14,2	14,4	68,6
56	16,2	14,6	14,6	67,8
70	24,2	15,0	15,1	66,6

\* Poids de l'animal saigné (ELSLEY, 1964)

La composition chimique reste ensuite relativement stable jusqu'à 10 semaines d'âge pendant la période de mise en place de l'adaptation fonctionnelle (digestion, activité enzymatique) au sevrage et à l'alimentation du jeune âge. Les augmentations ultérieures des dépôts lipidiques situent entre 28 et 33 p. 100 de lipides la composition

des carcasses, de poids net compris entre 70 et 90 kg à 180-200 jours d'âge (OSLAGE 1962-1966 ; WENIGER, 1967 ; JUST NIELSEN et PEDERSEN, 1975). La répartition des constituants chimiques totaux dans les fractions anatomiques indique au tableau 2a les limites d'utilisation de l'analyse chimique pour caractériser l'utilisation bouchère de l'animal. La fraction "viande maigre" représente ainsi selon JUST et al. (1975) : 55,3 p. 100 des protéines totales, près de 30 p. 100 des lipides totaux et 38,7 p. 100 de l'énergie stockée. A la suite du traitement externe des carcasses sur la chaîne d'abattage (élimination des poils) de l'éviscération et du douchage de la cavité abdominale, la notion finale de composition chimique corporelle est très confuse. Lorsque l'évolution de la teneur en viandes maigres est comparée à celle de la teneur en protéines tableau 2b, la signification des bilans nets d'utilisation des protéines alimentaires apparaît imprécise. En outre les teneurs en protéines des muscles et de l'os (20 à 22 p. 100) sont très voisines. De la même façon, le bilan d'utilisation nette des constituants énergétiques des rations alimentaires (céréales, tourteaux et farines animales) reste très indifférencié par rapport à la répartition des composantes énergétiques des dépôts de croissance (muscles, graisses, os et peaux). L'analyse chimique des aliments et des dépôts corporels de croissance permet d'établir des relations peu étroites entre les niveaux d'ingestion et les conséquences de la digestion, de l'absorption et métabolisation des nutriments : ceci limite fortement la signification des bilans d'utilisation nette des apports alimentaires (cf. rapport de HENRY et ETIENNE).

TABLEAU 2a  
REPARTITION DES CONSTITUANTS CHIMIQUES TOTAUX (%)  
DANS LES DIFFERENTS COMPOSANTS ANATOMIQUES CORPORELS  
(JUST, NIELSEN et PEDERSEN, 1975)

TISSUS CORPORELS CONSTITUANTS CHIMIQUES TOTAUX	VIANDES MAIGRES *	GRAISSES EXTERNES	PEAUX	OS	VISCERES ∞ SANG-POILS
Protéines	55,3	4,3	9,3	16,0	15,3
Lipides	29,8	48,7	5,4	9,8	6,3
Energie nette	38,7	33,6	6,5	11,6	9,6

\* Incluant les graisses intra-musculaires.

TABLEAU 2b  
VARIATIONS RELATIVES DE LA TENEUR EN VIANDES MAIGRES  
ET DES CONSTITUANTS CHIMIQUES DU POIDS NET DE CARCASSES  
(JUST, NIELSEN et PEDERSEN, 1975)

POIDS NET (kg)	"SEXES"	60	70	80	90	100	Δ (100 - 60)
% viandes maigres	♀	60,3	58,6	57,3	56,2	55,4	- 4,9
	♂	58,3	56,2	54,7	53,6	52,7	- 5,6
% de protéines	♀	16,7	16,4	16,2	16,0	15,8	- 0,9
	♂	15,8	15,5	15,2	15,1	14,9	- 0,9
% de lipides	♀	26,5	28,2	29,4	30,3	31,1	+ 4,6
	♂	29,4	31,1	32,4	33,5	34,3	+ 4,9

♀: Femelles

♂: Mâles castrés.

L'utilisation des indicateurs de composition corporelle in vivo fait par ailleurs l'objet de nombreux travaux : ceux-ci sont basés sur l'étude des espaces de diffusion de substances chimiques "naturelles ou marquées qui peuvent se superposer à l'importance des compartiments chimiques corporels". L'analyse chimique permet d'établir la courbe d'élimination des substances non-métabolisées ; elle a été en particulier appliquée chez le porc à la connaissance de la teneur en eau corporelle très liée à la teneur en lipides ( $r = -0,98$ ) : l'utilisation de l'eau tritiée  $D_2O$ , qui présente le plus d'analogie avec l'eau corporelle, permet la prédiction de l'adiposité avec des variations résiduelles de 6 % pour le poids de graisses dissécables et de 6,7 % pour le poids des lipides corporels (HOUSEMAN et al., 1973).

Par ailleurs, l'estimation indirecte de la masse maigre par le marquage au potassium (K40) a été proposée en établissant toutefois des équations de prédiction différentes pour chaque stade de croissance ; STANT, MARTIN et KESSLER, 1969, montrent en effet que la proportion du potassium total retrouvée dans les muscles et les graisses augmente avec le poids d'abattage. Alors que l'os présente une concentration en K relativement stable à des stades précoces, la teneur en potassium de la carcasse entière diminue au cours de la vie. **La précision des méthodes d'évaluation de la composition corporelle in vivo reste dans tous les cas, limitée par l'hétérogénéité des espaces de diffusion des substances dans des tissus anatomiques bien différenciés.**

## B - Les méthodes biochimiques

Le dosage des composantes sanguines indicatrices des productions hormonales et de l'intensité du métabolisme tissulaire, fait l'objet des méthodes d'études biochimiques (ALLEN, 1976). L'activité des tissus adipeux ou des tissus musculaires prélevés par biopsies *in vivo* peut en outre permettre la connaissance prévisionnelle des caractéristiques tissulaires plus qualitatives.

L'importance de la masse maigre est en corrélation avec les mesures de la créatinine plasmatique ( $r = +0.33$ ) ou urinaire ( $r = +0.65$ ) (SAFFLE et al., 1958). Par ailleurs, les défauts marqués de la musculature sont corrélatifs des mesures de l'activité de divers métabolites sanguins, notamment de la créatine phosphokinase (RICHTER et al., 1973, ADDIS et al., 1974). A des niveaux plus élaborés, la différenciation des types génétiques est caractérisée par des composantes sanguines de l'activité thyroïdienne (MONIN et CHARPENTIER, 1969-1970). Les mesures biochimiques sont en outre très complémentaires de la réponse aux tests plus ou moins drastiques de susceptibilité des porcs aux stress (MONIN, OLLIVIER, SELIER, 1976). Les applications intéressent en particulier la sélection sur la qualité des viandes (OLLIVIER et POTIER, 1975 OLLIVIER 1976). L'objectif général est de conserver les types de porcs "équilibrés" dont le niveau élevé de la musculature reste compatible avec l'obtention de viandes non-défectueuses après l'abattage.

L'état d'engraissement du porc et son évolution ultérieure peuvent par ailleurs être caractérisés par la composition en acides gras et par la mesure de l'activité métabolique des tissus prélevés par biopsies sous-cutanées. La teneur en certains acides gras, tel que l'acide linoléique C18: 2 non synthétisé par le porc, subit des évolutions très différentes selon les types génétiques (PASCAL et al., 1975). En outre, le rapport acides gras saturés/acides gras insaturés joue un rôle primordial dans la consistance des graisses pour l'emploi technologique (LEA et al., 1970). A un niveau plus élaboré, le dosage dans les tissus adipeux des résidus d'additifs alimentaires (PASCAL et DESMOULIN, 1973) ou des métabolites d'origine sexuelles (PATTERSON, 1968 ; CLAUS, 1974), intéresse à la fois la qualité hygiénique et les propriétés sensorielles de la viande. **La réduction de l'état d'engraissement n'est pas un fin en soi, lorsqu'elle s'accompagne de défauts qualitatifs des tissus gras.**

L'emploi des mesures biochimiques appliquées à la prévision des caractéristiques tissulaires (MONIN 1976), qui dépendent *in vivo* de l'état physiologique des porcs, doit être développé pour la sélection porcine. Les limites des applications résultent de difficultés techniques (biopsies ect). De plus, les tests réalisés précocement à 25-30 kg ne sont pas toujours fiables pour les stades ultérieurs du développement (80-85 kg). Chez le porc, la période d'installation de la puberté, qui coïncide avec celle de la préparation aux stades d'abattage, influence notamment les composantes physiologiques étudiées.

## C - Les méthodes physiques

L'étude de la composition corporelle de l'animal vivant et de sa carcasse après l'abattage fait surtout appel aux méthodes d'études physiques indirectes (HARRINGTON G., 1958 ; DUMONT L., 1958).

● **Chez l'animal vivant**, les seules mesures physiques ayant reçu des applications importantes sont celles de l'appréciation des épaisseurs de lard par introduction de réglette (HAZEL et KLINE, 1952) et par utilisation de l'écho ultra-sonore (DUMONT, 1957).

La radiographie du profil des dépôts gras dans le plan sagittal de l'animal (DUMONT et FEVRIER, 1957) permettait simultanément de choisir les principaux sites de mesure : Reins, dos et cou. A un niveau de technologie plus avancée, l'utilisation de la différence de perméabilité des tissus aux ultra-sons permet de suivre sur un écran cathodique le tracé des surfaces musculaires et grasseuses dans le plan transversal de l'animal vivant (KSA-Instrument - STAUN, 1975).

● Chez l'animal abattu, l'étude directe de l'importance et de la répartition des tissus corporels procède de la séparation physique des 6 composants anatomiques : Peaux dégraissées, muscles parés et individualisés, gras de couverture "externe", gras inter-musculaire "interne", os grattés, aponévroses et glandes diverses. La méthode de dissection, longue et délicate, apparaît plus ou moins simplifiée, dans de nombreuses études. A cet égard, l'analyse de composition chimique des tissus après dissection permet sur les tableaux 3a et 3b de comparer les méthodes utilisées pour l'établissement du rendement en viandes maigres : la teneur en lipides des muscles non séparés des graisses internes dans la méthode danoise (12 p. 100) est élevée : inversement la teneur en protéines des graisses intermusculaires ou internes, séparées dans la méthode Française selon la référence CEE est élevée après la dissection anatomique complète.

TABLEAU 3

CONSTITUANTS CHIMIQUES DES COMPOSANTES TISSULAIRES DE LA CARCASSE TOTALE  
SELON LES METHODES DE DISSECTION UTILISEES

Tableau 3a : DISSECTION PARTIELLE : METHODE DANOISE (JUST, NIELSEN et PEDESEN, 1975)

CONSTITUANTS COMPOSANTS	% EAU	% LIPIDES	% PROTEINES	% CENDRES
Viandes maigres (muscles + gras interne) . .	69,7	11,80	19,19	0,99
Gras externe . . . . .	19,8	74,60	5,53	0,24
Os . . . . .	47,5	13,86	19,95	17,95
Peaux . . . . .	57,2	17,33	26,27	0,60

Tableau 3b : DISSECTION ANATOMIQUE : METHODE FRANCAISE (DESMOULIN - non publié)

CONSTITUANTS COMPOSANTS	% EAU	% LIPIDES	% PROTEINES	% CENDRES
Muscles . . . . .	72,7	5,80	20,58	1,08
Gras externes . . . . .	16,4	71,67	4,89	0,07
Gras interne . . . . .	38,2	51,15	10,87	0,50
Os . . . . .	43,0	12,93	19,32	22,32
Peaux . . . . .	43,4	16,87	41,75	0,67

— Les relations de composition tissulaire, initialement étudiées par MESLE et al. 1959 au niveau du jambon, devaient être établies pour l'ensemble des autres fractions de la découpe des carcasses.

— Cette connaissance du poids total et de la répartition des grands composants anatomiques : muscles, graisses et os est nécessaire pour établir la signification et la précision des mesures proposées pour estimer la teneur en viandes maigres. A cet égard, les méthodes indirectes d'appréciation des carcasses doivent être classées en deux catégories distinctes :

- a) Les méthodes descriptives correspondent aux mesures linéaires d'épaisseur de gras ou de muscles, aux mesures des surfaces tissulaires sur des sections pratiquées à différents niveaux de la carcasse (BLENDL, 1969 - DUMONT et DESMOULIN 1972). Celles-ci sont par ailleurs complétées par le relevé des profils curvilinéaires de la région dorso-lombaire des différents types de carcasse (DUMONT, LEGRAS et VERGE, 1970 - DUMONT, ROY, 1973-1974) en vue d'apprécier la forme et les volumes particuliers relatifs à la conformation. Les limites des méthodes descriptives sont les suivantes : chaque mesure concerne d'abord une composante tissulaire particulière (gras ou maigre) et les informations ponctuelles qui doivent être multipliées, ne sont pas toujours synthétisées. L'application des résultats obtenus sur un type de carcasse (races ou sexes) n'est pas toujours généralisable aux autres échantillons et à des poids différents : équations de régressions notamment. Ces méthodes permettent essentiellement de rechercher les sites de mesures les plus représentatifs de la variation moyenne d'adiposité ou de développement musculaire des divers types de carcasses.

b) **Les méthodes indirectes plus élaborées** sont celles qui utilisent dans leur principe même la variation de propriétés physiques des différents tissus corporels. La différence de conductivité électrique des tissus permet ainsi de mesurer des épaisseurs de gras et de maigres sans sectionner les carcasses (KSA-Instruments). La différence de densité des tissus permet l'appréciation indirecte du rendement en viande maigre des carcasses et pièces de découpe (BROWN et al., 1971 ; PRICE et al., 1957 ; ADAMS et SMITH, 1964 ; DESMOULIN et al., 1970-1976). Les informations obtenues par les méthodes beaucoup plus indépendantes de la nature des échantillons présentent des applications scientifiques plus générales : leur limite, d'utilisation, qui résulte souvent des progrès lents de l'engineering, ne sont pas encore suffisamment explorées : en vue de réduire le nombre des enregistrements en augmentant l'homogénéité et la fiabilité des classifications, il convient de retenir les mesures physiques les plus synthétiques des relations de composition tissulaire.

Cette présentation générale des diverses méthodes appliquées à la connaissance des caractères quantitatifs et qualitatifs de composition corporelle conduit à dégager deux conclusions préliminaires.

- chaque méthode utilisée visant des objectifs particuliers, les applications zootechniques ne sont pas toujours immédiates : l'appréciation *in vivo* reste en outre très imprécise.
- les limites de chacune des méthodes pour la connaissance précise des types de production (porcs - carcasses et viandes) font appel à la complémentarité des travaux des différentes disciplines concernées.

## II - ETUDES ET RECHERCHES SUR LES REFERENCES DE COMPOSITION DES CARCASSES

Dans le cadre des journées de la recherche porcine, les travaux relatifs au thème d'étude "carcasses et viandes" répondent à deux séries de préoccupations complémentaires des auteurs :

- La connaissance de la composition corporelle par les méthodes d'études physiques et chimiques est en particulier appliquée à l'établissement des références techniques de codification des carcasses. Dans tous les systèmes existants (grille Canadienne, grille U.S.A., grille CEE) l'objectif est de proposer l'application de mesures simples qui permettront d'apprécier la teneur en "muscles" ou "viandes maigres directement utilisables pour la consommation".
- La connaissance des conditions d'emploi des carcasses et des viandes permet d'autre part de considérer les limites d'exploitations des types de production en fonction des propriétés sensorielles et des qualités technologiques.

### A - Mesures et appréciation de la composition des carcasses

La méthode de dissection anatomique, selon MESLE et al., 1959, devait être appliquée aux différentes fractions de découpe : JAMBON, "REIN" ou LONGE + BARDIERE non séparées, POITRINE, HACHAGE et JAMBONNEAU (DESMOULIN 1969 - 1977). Les recherches développées à l'I.N.R.A. en collaboration avec l'I.T.P. permettent la connaissance précise des variations de composition tissulaire des divers types de porcs (DESMOULIN et POMMERET 1974-1975) ; les méthodes de codification du rendement en viandes maigres de la carcasse et des pièces de découpe sont ensuite proposées pour des applications plus générales (DESMOULIN, GRANDSART et al., 1976-1977).

Parallèlement à ces travaux analytiques, les études développées en abattoir concernent les possibilités d'application des méthodes de mesure plus fiables pour apprécier la qualité des carcasses (DESMOULIN, GONDOUIN et POMMERET, 1973). L'appréciation commerciale des carcasses en France (HAMELIN et DESMOULIN, 1975) est en particulier étudiée dans le cadre des applications de la codification selon la grille CEE. Sur le plan chronologique, la démarche analytique utilisée fait l'objet des acquisitions suivantes :

- a) *La signification des mesures usuelles d'épaisseur de lard et des critères de découpe des carcasses.*

Après la découpe des carcasses, les proportions du poids net en JAMBON + LONGE (morceaux à dominance musculaire) et en BARDIERE + PANNE (morceaux exclusivement gras) sont généralement utilisées comme références de composition corporelle. Le pourcentage de POITRINE-HACHAGE qui reste à peu près

constant n'est pas utilisable malgré les fortes variations de la composition tissulaire de ces fractions. Les résultats des premiers travaux (DESMOULIN, 1969) permettaient 3 constatations intéressantes la signification des variables utilisées. Les résultats sont rapportés au tableau 4.

**TABLEAU 4**  
COEFFICIENTS DE CORRELATION ENTRE LE POIDS DES FRACTIONS CORPORELLES  
ET LEURS CARACTERISTIQUES TISSULAIRES OU CELLES DE LA CARCASSE TOTALE  
(DESMOULIN, 1969)

POIDS TISSUS	POIDS TOTAL							
	JAMBON	LONGE	POITRINE	HACHAGE	JAMBON- NEAU	BARDIERE	PANNE	EPAIS. LARD
Muscles du morceau . . . . .	+0,75	+0,93	+0,26	+0,44	+0,80	—	—	—
Graisses du morceau . . . . .	-0,20	-0,15	+0,75	+0,51	+0,29	+0,99	1,00	—
Total des muscles de la carcasse . . . . .	+0,59	+0,83	-0,29	+0,23	+0,34	-0,73	-0,81	-0,73
Total des graisses de la carcasse . . . . .	-0,40	-0,77	+0,40	-0,12	-0,36	+0,82	+0,82	+0,81

— L'épaisseur du lard dorsal (moyenne REIN + DOS), comme le poids de bardière ou de panne, permettent l'estimation de la masse adipeuse totale avec une erreur résiduelle de 33 p. 100 ( $r = + 0,81$ ).

— Les poids de JAMBON et de LONGE permettent d'apprécier la masse musculaire totale avec des variations résiduelles de 65 p. 100 ( $r = +0,59$ ) et 31 p. 100 ( $r = +0,83$ ) respectivement : la LONGE SEULE est donc un critère plus fiable que l'ensemble LONGE + JAMBON non paré.

— Le poids des muscles du Jambon et le poids des graisses contenues dans la poitrine sont respectivement les meilleurs indicateurs de la musculature et de l'adiposité totale. Mais, ces éléments représentatifs de la composition tissulaire ne nous sont pas fournis par le poids des fractions hétérogènes : JAMBON ou POITRINE-HACHAGE. A défaut, le rapport LONGE/BARDIERE est proposée pour une meilleure utilisation des résultats de la découpe des carcasses (DESMOULIN et BOURDON, 1971). Dans la pratique des abattoirs, la bardière n'est pas toujours séparée à proximité de la longe en raison du prix très différents des morceaux : le critère LONGE/BARDIERE n'est donc pas très fiable. Les modalités d'application du système de découpe (DESMOULIN, POLINE et MAURY, 1972) peuvent faire varier de 10 p. 100 le pourcentage de bardière reportée sur le poids de LONGE.

Comparativement à ces premiers résultats, le bilan des travaux effectués (DESMOULIN, GRANDART et TASSENCOURT 1976) confirme la signification limitée des critères de poids de découpe avant la séparation LONGE/BARDIERE. Le poids de JAMBON, peu explicatif du poids de muscle du morceau ( $r = +0,75$ ) dans le cas des types gras, apparaît toutefois plus représentatif de la musculature du morceau ( $r = +0,91$ ) dans les échantillons incluant des types très maigres : la fiabilité du poids de jambon varie selon les types de carcasses étudiées ; en définitive, l'explication fournie pour apprécier le poids de la musculature totale ( $r = +0,68$ ) reste limitée (DESMOULIN, GRANDART et TASSENCOURT, 1976).

#### b) L'estimation de la composition tissulaire par les méthodes densimétriques.

A la suite des observations de ADAMS et SMITH (1964) et de JOBLIN (1966), nous avons envisagé une méthodologie nouvelle basée sur la détermination de la densité relative des fractions de découpe après leur immersion dans l'eau. Les valeurs de densité, obtenues initialement sur les tissus de dissection individualisés : muscle (1,07) graisses (0,94) et os (1,30) du jambon, étaient constatées. La densité totale du JAMBON est donc d'autant plus élevée que le rendement en tissus maigres (muscles + os) est plus élevé par rapport aux tissus gras. Les modalités et la précision de la méthode ayant été définies (DESMOULIN, 1970) les applications à l'étude de la composition tissulaire de fractions ont été à l'origine de la présentation des abaques de densité : à la variation de poids de morceau porté en abscisses ( $\pm 10$  p. 100 sur le format) correspondent de très fortes variations du poids après immersion portées en ordonnées ( $\pm 50$  p. 100 sur la composition tissulaire). Les propositions sont alors effectuées en utilisant la variation de densité ( $d = P/P-P'$ ) pour caractériser les différences de composition des fractions de découpe des carcasses :

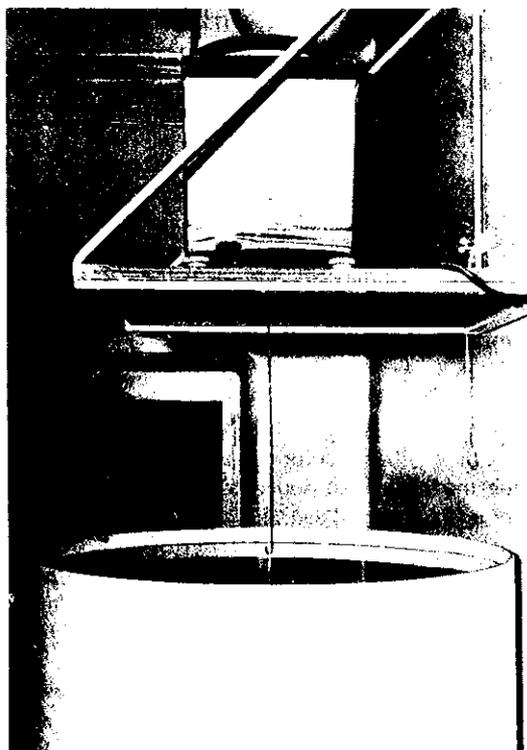


#### DISPOSITIF DE PESEE

- balance de précision ( $\pm 0,5$  g)
- transmission de poussée hydrostatique par crochet rigide (non immergé) et fil de nylon (25 cm)
- temps d'équilibre : 2 mn.

#### INSTALLATION DENSIMETRIQUE

- salle froide (  $7 - 8^{\circ}$  C )
- cuve en chlorure de polyvinyle :  
670 litres,  $\varnothing$  : 70 cm, h : 175 cm
- introduction des pièces de découpe  
(  $\theta = 4^{\circ}$  C )



1/ La région dorso-lombaire (ensemble LONGE-BARDIERE non séparée) présente une densité très proche et très liée ( $r = 0.98$ ) à celle de la carcasse entière : Dans cette fraction, l'augmentation du rendement en viandes maigres de 48 à 65 p. 100, se traduit directement par une augmentation de densité du "REIN" de 1,030 à 1,065. (DESMOULIN et POMMERET, 1974). Pour les porcs de divers types génétiques le rapport muscles/gras de la carcasse totale est lié au rapport Longe/bardière par la relation simple suivante (DESMOULIN, GRANDSART et TASSENCOURT, 1976).

$$\frac{\text{Muscles}}{\text{Graisses}} = -0.18 + 0.82 \frac{\text{LONGE}}{\text{BARDIERE}} ; R = 0.970$$

2/ La densité de la carcasse totale explique en définitive 77 p. 100 de la variation du rapport Muscles/grasses ( $r = 0.88$ ) et 27 p. 100 de la variation du rapport Muscles/os ( $r = +0.52$ ) pour les carcasses de différents sexes et types génétiques, de poids net  $80 \pm 10$  kg. Cette proposition d'évaluation indirecte du développement musculaire permet donc, sans couper la carcasse, de palier l'imprécision des mesures subjectives de conformation (CUTHBERTSON et HARRINGTON, 1971). La notation indépendante de l'état d'adiposité des carcasses pouvant être effectuée initialement : note de gras, la mesure de densité fournit ensuite le rendement musculaire par rapport au gras : note complémentaire de muscles/gras pour l'établissement du rendement final en tissus maigres.

3/ PRICE et al., 1957 ; UUSISALMI, 1971 indiquent que la seule mesure de densité du JAMBON fournit une information objective sur le degré de musculature de la carcasse totale. Les classifications densimétriques établies sur le JAMBON (DESMOULIN, DUMONT, JACQUET, 1971-1973) indiquent que l'augmentation de poids de JAMBON est bien un index de musculature lorsque la densité augmente : une illustration plus générale en est donnée sur le tableau 5a. Mais, la prise de poids liée à une augmentation des teneurs en grasses se traduit bien aussi par une diminution de la densité du JAMBON (DUMONT, ROY et DESMOULIN, 1973). La densité de la POITRINE-HACHAGE apparaît bien au tableau 5b comme un index d'adiposité des carcasses, lorsque le poids et le pourcentage de la région ventrale restent à peu près constant dans les différentes classes CEE (tableau 6a et 6b). Pour la seule fraction POITRINE, plus difficile à disséquer, le seuil de flottaison ( $d = 1.000$ ) correspond à une teneur en lipides de 49 p. 100 du poids de cette fraction. Les états d'obésité pouvant atteindre 59 p. 100 de lipides (DESMOULIN, 1970). La castration des porcs mâles ou femelles entraîne parallèlement une élévation de 32,5 à 43,1 p. 100 de la teneur en lipides des POITRINES de porcs (DESMOULIN, 1973).

TABLEAU 5

CORRESPONDANCES ETABLIES ENTRE LA COMPOSITION TISSULAIRE DES FRACTIONS  
ET LES MESURES DE DENSITE CORPORELLE (N = 145 carcasses)

(DESMOULIN - non publié)

## 5a - JAMBONS

POIDS BRUT (kg)	DENSITE (classes)	% MUSCLES	% GRAISSES	% OS	$\frac{\text{MUSCLES}}{\text{GRAISSES}}$	$\frac{\text{MUSCLES}}{\text{OS}}$
7,9	< 1,050	56	29	8	1,93	6,99
8,1	1,050 - 1,055	60	25	8	2,40	7,49
8,3	1,055 - 1,060	61	24	8	2,53	7,61
8,5	1,060 - 1,065	67	20	8	3,35	8,53
8,3	1,065 - 1,070	69	17	7	4,06	8,45
8,9	> 1,070	72	14	8	5,14	8,62

## 5b - POITRINE-HACHAGES

POIDS BRUT (kg)	DENSITE (classes)	% MUSCLES	% GRAISSES	% OS	$\frac{\text{MUSCLES}}{\text{GRAISSES}}$	$\frac{\text{MUSCLES}}{\text{OS}}$
8,1	< 1,025	40	46	6	0,87	7,15
8,3	1,025 à 1,030	44	40	6	1,10	7,67
8,5	1,030 à 1,035	47	37	6	1,27	7,88
8,1	1,035 à 1,040	50	34	6	1,47	8,33
8,1	1,040 à 1,045	54	29	6	1,86	8,68
8,1	> 1,045	58	25	7	2,32	8,43

**TABLEAU 6a**  
**CODIFICATION CEE : VARIATIONS DES CRITERES DE DECOUPE DES CARCASSES**  
*(DESMOULIN, non publié)*

MESURES		REF. CEE (% muscles)	< 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	> 55
		Effectifs (n) . . . . .	22	37	29	48	9
POIDS	Demi-carcasse découpées (kg) . .		36,3	36,0	35,7	36,3	36,6
	Rein . . . . .		17,1	16,7	16,1	16,3	16,4
	Jambon . . . . .		7,5	7,8	8,1	8,6	9,1
	Poit-Hachage . . . . .		8,2	8,1	8,3	8,3	8,2
	Jambonneau . . . . .		1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
	Panne . . . . .		1,1	1,0	0,8	0,7	0,5
POURCENTAGES	% Rein . . . . .		47,1	46,3	45,1	44,8	44,7
	% Jambon . . . . .		20,8	21,8	22,7	23,6	25,0
	% Poit-hachage . . . . .		22,6	22,6	23,7	22,9	22,4
	% Jambonneau . . . . .		2,9	3,0	3,0	3,0	3,1
	% Panne . . . . .		3,1	2,7	2,2	2,0	1,4
REFERENCES	LONGE (kg) . . . . .		10,1	10,7	11,2	12,0	13,0
	BARDIERE (kg) . . . . .		6,9	5,9	4,9	4,2	3,3
	% LONGE . . . . .		28,0	29,7	31,3	33,1	35,4
	% BARDIERE . . . . .		19,1	16,4	13,6	11,6	9,0
	<u>LONGE</u> <u>BARDIERE</u> . . . . .		1,5	1,8	2,3	2,9	4,0

$$\text{Valeurs de F} = \left( \frac{\text{Variabilité INTER-GROUPE}}{\text{Variabilité INTRA-GROUPE}} \right) \text{ selon les classes CEE pour les différents critères utilisés.}$$

FRACTIONS	REIN	JAMBON	POIT-HACH.	JAMBONNEAU	PANNE	LONGE	BARDIERE
Poids bruts	2,8	27,4	1,0	2,2	21,4	48,5	149,7
% poids net	12,2	66,7	2,6	1,1	24,7	108,9	162,4

Les valeurs de F élevées indiquent le caractère discriminant des différents critères.

Les valeurs < à 2,4 sont non-significatives.

**TABLEAU 6b**  
**CODIFICATION. CEE : VARIATION DE POIDS ET DE LA COMPOSITION TISSULAIRE**  
**DES PIÈCES DE DÉCOUPE**  
*(DESMOULIN, non publié)*

REF. CEE ( % muscles)	< 40	40 - 45	45 - 50	50 - 55	> 55
<b>MESURES</b>					
Effectifs (n) . . . . .	22	37	29	48	9
Poids "REIN" (kg) . . . . .	17,1	16,7	16,1	16,3	16,4
% muscles . . . . .	39,6	44,9	50,9	55,4	62,2
% graisses . . . . .	46,9	39,9	33,4	28,1	21,8
Poids "JAMBON" (kg) . . . . .	7,5	7,8	8,1	8,6	9,1
% muscles . . . . .	55,8	58,5	62,6	67,0	72,9
% graisses . . . . .	29,2	26,6	23,1	19,2	14,3
Poids "POIT-HACH" . . . . .	8,2	8,1	8,3	8,3	8,2
% muscles . . . . .	37,1	42,3	47,2	52,4	58,3
% graisses . . . . .	47,8	41,4	36,4	31,3	25,3
Poids "JAMBONNEAU" . . . . .	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2
% muscles . . . . .	40,0	41,3	44,2	47,1	49,8
% graisses . . . . .	20,5	17,7	15,9	14,4	12,4

Variabilité INTER-GROUPE  
Valeurs de F =  $\left( \frac{\text{Variabilité INTER-GROUPE}}{\text{Variabilité INTRA-GROUPE}} \right)$  selon les classes CEE pour les critères de composition tissulaire.  
Variabilité INTRA-GROUPE

FRACTIONS	REIN	JAMBON	POIT-HACH	JAMBONNEAU
% muscles	414	237	204	27
% graisses	231	128	152	36

Les valeurs de F élevées marquent le caractère discriminant très élevé des différences de composition des fractions par rapport aux résultats de découpe.

**c) La fiabilité des mesures linéaires sur carcasses : les différences de conformation.**

La valeur simple ou combinée des différentes mesures proposées pour caractériser les variations de la conformation des carcasses devait être établie.

a) La compacité de la carcasse résulte à poids constant, de la différence des longueurs et des variations encore très descriptives des volumes caractérisés par les profils dorso-lombaires (DUMONT, LEGRAS et VERGE, 1970). Ces informations objectives présentent les limites suivantes :

- la longueur des carcasses est aussi peu liée à la musculature totale ( $r = + 0,43$ ) qu'à l'adiposité totale ( $r = -0,39$ ) (DESMOULIN, GRANDSART et TASSENCOURT, 1976). Consécutivement à une augmentation de longueur entre 80 et 100 kg de poids vif, l'augmentation de + 32 p. 100 du poids de bardière se traduit par une augmentation faible de l'épaisseur de lard sur la fente des carcasses (+ 7 p. 100) et une augmentation de 15 p. 100, seulement significative sur les épaisseurs latérales à la fente des carcasses (DUMONT et DESMOULIN, 1972).

- sur les sections transversales dorso-lombaires (13<sup>e</sup>-14<sup>e</sup> côte), la surface du muscle long dorsal apparaît comme un index de musculature peu précis chez les types gras ( $r = 0,54$ ) et bien meilleur chez les types maigres

( $r = 0.95$ ) selon DESMOULIN et POMMERET, 1975. Alors que les index de compacité des types très gras et très maigres tendent vers les mêmes valeurs (DE BOER et al., 1975), les mesures linéaires proposées pour apprécier le développement musculaire sous-jacent à l'état d'engraissement sont peu fiables : l'utilisation optimale de 7 mesures d'épaisseurs de gras et de muscles établies par NAVEAU (1977) aboutit à des évaluations variant de 35 à 75 p. 100 du poids de muscles, estimé à l'aide d'une équation proposée par HAMELIN (non publié).

- b) La notation de l'adiposité des carcasses n'est pas équivalente selon les sites de mesure utilisés. A la suite de BUCK et HARRINGTON, 1962, DUMONT et DESMOULIN, 1972, l'utilisation des mesures d'épaisseur de lard prises latéralement à la fente des carcasses est proposée. Sur la fente de carcasses, la somme des mesures au rein et au cou, à l'exclusion de la mesure peu fiable au dos, est proposée pour mieux différencier les états d'engraissement ( $r = + 0.87$ ). Ce résultat confère notamment au système de notation déjà appliqué au Canada (RICHMOND et BERG 1971-1972) une supériorité indiscutable sur le système CEE actuellement basé sur le maxima Rein/dos. DESMOULIN, GRANDSART et VILA 1977, montrent que la fiabilité des mesures latérales (index P1 + P3 à 4 et 8 cm des fentes) résulte de leur plus grande représentativité de la répartition des graisses de couverture : pour les divers types de carcasses, cette répartition des graisses varie selon les races et selon le sexe avec les caractères de conformation ; les limites finales de l'appréciation du poids et de la teneur en graisses totales ( $r = 0.90$ ) sont attribuées à l'indépendance des caractères d'adiposité interne.

## B - Applications à l'amélioration des systèmes de classification

● L'objectif du classement CEE fixé par le règlement communautaire (2507/74) implique la distinction claire de 5 catégories de carcasses suivant la teneur en "muscles rouges dissécables dans les plans transversaux de la carcasse avec tête". Pour adopter cette codification, les références de dissection des pièces de découpe des carcasses sont complétées par celles de la teneur en muscles estimée à 17 p. 100 du poids de la tête (HAMELIN, non publié). Les résultats de dissection de 145 carcasses de différents types génétiques et sexes et de poids net compris entre 70 et 90 kg sont rapportés aux tableaux 6a et 6b en fonction de l'objectif fixé (classes CEE) : la variation du rendement en viandes maigres des pièces de découpe est bien justiciable de l'application des grilles de classification. Nous confirmons par ailleurs la signification imprécise de la plupart des critères de poids de découpe (valeurs de F. très faibles).

● La grille d'adiposité établie en adoptant les références CEE pour les carcasses légères (70-80 kg) ou lourdes (80-90 kg) est proposée en fonction du choix des sites de mesures d'épaisseur de lard. Les résultats établis par la régression des mesures en chaque site suivant la teneur en muscles des carcasses sont rapportés au tableau 7. Le choix des mesures latérales plus fiables que le maxima Rein-dos (référence actuelle) conduit notamment à réduire de 5 à 2, voire seulement 1 mm la progression des limites de classes d'épaisseurs de lard en fonction de l'augmentation de +10 kg du Poids net. Dans la même gamme de poids de carcasses, d'autres études : De BOER et al., 1975 ; HAMELIN et al., 1975 aboutissent aux mêmes conclusions.

TABLEAU 7

EPAISSEUR MOYENNE DU LARD DORSAL (mm) SELON LES SITES DE MESURES  
EN FONCTION DES LIMITES DE CLASSES DE TENEURS DU MUSCLE DE LA GRILLE CEE

(DESMOULIN, GRANDSART et VILA, 1977)

POIDS NET . . . . .	CARCASSE DE 70-89 kg				CARCASSE DE 80-89 kg			
% MUSCLES SITES DE MESURES (mm)	40	45	50	55	40	45	50	55
REIN	30	25	21	16	32	27	22	17
Dos	24	22	20	18	29	26	23	20
Maxi Rein-Dos	30	25	21	18	32	27	23	20
Cou	44	40	35	31	44	40	37	34
P1 (4 cm)	25	21	16	12	26	22	18	14
P3 (8 cm)	27	22	17	11	29	24	19	13

● **Les méthodes actuelles d'application du classement CEE** comportent la codification descriptive des carcasses (EAA, ect) par la combinaison d'une note d'adiposité (E, I, II et III) et d'une note subjective de développement musculaire (AA, A, B ou C). Dans une étude récente de HAMELIN et DESMOULIN 1975, la dissection bouchère de 263 carcasses classées commercialement en abattoir a été réalisée par l'ITP : les résultats situent le classement Français par rapport aux normes techniques de la grille CEE. Le tableau 8 indique (horizontalement) la répartition des carcasses selon la teneur en Muscles pour chaque catégorie commerciale attribuée en abattoir (verticalement). Les classements identiques aux références CEE sur 45 p. 100 des effectifs (valeurs encadrées) font par ailleurs l'objet d'écarts pondérés dans la plupart des catégories, à l'exception des classes III et IV jugées plus sévèrement : la teneur moyenne en muscles des carcasses est située respectivement à 43 p. 100 en classe IV et 46 p. 100 en classe III. Indépendamment des exigences des utilisateurs des carcasses, les catégories commerciales Françaises sont en moyenne jugées avec une sévérité excessive pour 25 p. 100 des effectifs étudiés.

TABLEAU 8

ECARTS AUX REFERENCES CEE DU CLASSEMENT COMMERCIAL DES CARCASSES EN FRANCE

HAMELIN et DESMOULIN, 1975) (n = 263 carcasses)

CLASSES REFERENCES CEE (% muscles)	EAA	IA	II	III	IV	REPARTITION CLASSES CEE
	≥ 55	9	10	2	—	—
50 - 55	4	37	29	8	—	78
45 - 50	—	19	52	23	2	96
40 - 45	—	—	16	17	31	64
≤ 40	—	—	—	—	4	4
Répartition classes commerciales	13	66	99	48	37	263

	Classement abattoir-grille CEE (45 p. 100)
	sur-estimation abattoir (15 p. 100)
	sous-estimation abattoir (40 p. 100)

● **Les confrontations des classements** établis dans différents abattoirs permettent d'harmoniser les conditions d'application de la grille CEE. Ceci fait l'objet de travaux réalisés en collaboration avec ZERT, De BOER (Hollande), SCHON (Allemagne), PEDERSEN (Danemark) et CUTHBERTSON (Royaume-Uni). La concordance des classements Français et Hollandais est ainsi observée sur 65 p. 100 des carcasses avec une bonne homogénéité des classificateurs Français sur plus de 80 p. 100 des effectifs classés (500 carcasses). Le classement Hollandais plus libéral sur 40 p. 100 des effectifs concerne notamment la catégorie IA. La fréquence des notations de type A, jugé B par les classificateurs Français, apparaît à l'origine des écarts non-pondérés. Dans les travaux réalisés par DE BOER, l'utilisation d'un matériel Danois (KSA) qui permet le sondage des épaisseurs de gras et de maigres est testé sur des porcs lourds : les limites des appréciations semblent bien ici résulter de la faible valeur prédictive des mesures ponctuelles d'épaisseurs musculaires ( $r = + 0.5$  à  $0.6$ ) pour apprécier le développement musculaire des carcasses. Par contre, l'emploi des mesures latérales d'épaisseur de lard permet à terme l'harmonisation du système de notation de l'adiposité. L'objectif de l'application des grilles techniques (CEE) concerne bien la mise en place d'une codification précise et plus indépendante de "l'oeil des classificateurs". Une difficulté majeure concerne en effet la diversité des types de carcasses, légères ou lourdes, selon les pays de la CEE. La connaissance des catégories commerciales intéresse ensuite le processus de formation de prix : à ce niveau, il est clair que l'aptitude à l'emploi peut ne pas correspondre à la seule référence de "la teneur en muscles" (ZERT).

### C - Application à l'étude des types de production

● **Au stade commercial** ( $80 \pm 10$  kg de poids net), la variation de composition selon les races et selon les types sexuels est présentée dans les tableaux 9 et 10 pour 145 carcasses disséquées. Les différences

observées sur les critères de découpe ( % du poids net) caractérisent les variations de conformation générale qui apparaissent assez peu associées aux différences de rendement de composition tissulaire ( % de muscles et % de gras). Sur le plan anatomique, la carcasse d'un porc "femelle" de type "Landrace Français" correspondrait à celle d'un type "équilibré" : JAMBON (23 p. 100) POITRINE-HACHAGE (23 p. 100) "REIN" (45 p. 100). Le rendement anatomique de 52-53 p. 100 de muscles dans la carcasse entière et dans la région dorso-lombaire correspond à l'objectif IA de la grille CEE.

TABLEAU 9  
VARIATION DE LA COMPOSITION ANATOMIQUE SELON LES RACES  
(DESMOULIN, non publié)

RACES . . . . .	LW Large-White	LW x Ld Croisés LandracexLW	LdF Landrace Français	LdB Landrace Belge	P.P Piétraïns	TOTAL ECHAN- TILLON	SIGNIFICATION STATISTIQUE
Effectifs (n) . . . . .	46	32	17	26	24	145	
Poids "REIN" . . . . .	16,5	16,3	16,0	16,9	16,5	16,5	NS
% Rein . . . . .	46,2 (b)	45,8 (ab)	44,8 (a)	45,2 (ab)	44,8 (a)	45,5	*
% muscles . . . . .	45,3 (a)	48,2 (a)	53,2 (b)	56,8 (b)	58,2 (bc)	51,0	**
% graisses . . . . .	39,2 (c)	36,2 (bc)	30,6 (ab)	27,8 (a)	26,0 (a)	33,3	**
Poids "JAMBON" . . . . .	7,7 (a)	8,1 (b)	8,3 (b)	8,9 (c)	9,0 (c)	8,3	**
% Jambon . . . . .	21,6 (a)	22,8 (b)	23,2 (b)	23,7 (bc)	24,6 (c)	22,9	**
% muscles . . . . .	59,9 (a)	59,8 (a)	63,8 (b)	69,2 (c)	69,9 (c)	63,7	**
% graisses . . . . .	25,0 (b)	25,6 (b)	22,6 (b)	17,9 (a)	17,3 (a)	22,3	**
Poids "POIT-HACH" . . . . .	8,1	8,2	8,3	8,3	8,4	8,2	NS
% Poit-Hachage . . . . .	22,8	23,0	23,2	22,0	22,9	22,8	NS
% muscles . . . . .	43,4 (a)	44,1 (a)	48,9 (b)	54,2 (c)	54,7 (c)	48,0	**
% graisses . . . . .	40,2 (c)	39,6 (bc)	34,8 (ab)	30,0 (a)	29,1 (a)	35,8	**
Poids "JAMBONNEAU" . . . . .	1,1 (ab)	1,0 (a)	1,1 (ab)	1,2 (b)	1,1 (ab)	1,1	*
% Jambonneau . . . . .	3,1	2,9	3,1	3,1	2,9	3,0	NS
% muscles . . . . .	42,1 (a)	42,1 (a)	45,5 (ab)	48,3 (b)	48,0 (b)	44,6	**
% graisses . . . . .	17,5 (b)	17,5 (b)	15,0 (ab)	13,7 (a)	13,8 (a)	15,9	**

\* Différence seuil 5 % ; \*\* Différence seuil 1 %

TABLEAU 10  
VARIATION DE LA COMPOSITION ANATOMIQUE SELON LES TYPES SEXUELS  
(DESMOULIN, non publié)

SEXES . . . . .	MALES ENTIERS	FEMELLES	CASTRATS	SIGNIFICATION STATISTIQUE
Effectifs (n) . . . . .	25	81	39	
Poids "REIN" . . . . .	16,2	16,4	16,8	NS
(%) . . . . .	45,5 (a)	45,2 (a)	46,2 (b)	*
% muscles . . . . .	54,2 (b)	53,1 (b)	45,1 (a)	**
% graisses . . . . .	28,7 (a)	31,2 (a)	40,4 (b)	**
Poids "JAMBON" . . . . .	8,2 (ab)	8,4 (b)	8,0 (a)	*
(%) . . . . .	23,1 (b)	23,2 (b)	22,0 (a)	*
% muscles . . . . .	67,0 (b)	64,6 (b)	59,2 (a)	**
% graisses . . . . .	18,0 (a)	21,6 (b)	26,3 (c)	**
Poids "POIT-HACH" . . . . .	7,9 (a)	8,3 (b)	8,2 (ab)	*
(%) . . . . .	22,4	23,1	22,6	NS
% muscles . . . . .	53,4 (c)	48,9 (b)	42,9 (a)	**
% graisses . . . . .	59,0 (a)	34,9 (b)	41,6 (c)	**
Poids "JAMBONNEAU" . . . . .	1,2 (b)	1,1 (a)	1,1 (a)	*
(%) . . . . .	3,3 (b)	3,0 (a)	2,9 (a)	**
% muscles . . . . .	45,7 (b)	45,6 (b)	41,6 (a)	*
% graisses . . . . .	14,6 (a)	15,2 (a)	18,0 (b)	**

\* Différence seuil 5 % ; \*\* Différence seuil 1 %

● Aux stades antérieurs à l'exploitation des carcasses, l'évolution de la composition corporelle en fonction de l'âge ou du poids permet d'établir les profils de croissance tissulaire : l'application des travaux de dissection de 90 carcasses de 3 types génétiques a permis ainsi de mieux connaître les phases critiques du développement relatif des graisses et de la musculature entre 40 et 100 kg (DESMOULIN et POMMERET, 1974-1975) ; les résultats qui intéressent l'adaptation des conditions nutritionnelles aux potentialités des types génétiques sont rapportés aux tableaux 11 a et b.

TABLEAU 11a

EVOLUTION DE LA COMPOSITION TISSULAIRE DES CARCASSES DE 3 TYPES DE PORC  
EN FONCTION DES STADES DE CROISSANCE

(DESMOULIN et POMMERET, 1975)

RACES	POIDS VIF	40 kg	60 kg	80 kg	100 kg
L F	% Muscles	60	57	58	53
	% Graisses	21	26	26	30
L B	% Muscles	65	64	62	64
	% Graisses	16	19	22	21
P P	% Muscles	65	70	64	60
	% Graisses	17	14	20	24

— phases critiques du développement

TABLEAU 11b

CONSEQUENCES NUTRITIONNELLES SUR LA COMPOSITION TISSULAIRE DES CARCASSES  
DE 3 TYPES DE PORCS A 100 kg

(DESMOULIN et POMMERET, 1974)

RACES	REGIMES	e n	E n	e N	E N
L F	% Graisses	26,8	32,5	30,2	27,5
	Muscles				
	Gras	2,1	1,6	1,8	2,0
L B	% Graisses	29,4	26,2	20,9	23,0
	Muscles				
	Gras	1,9	2,2	3,0	2,7
P P	% Graisses	27,1	25,5	24,3	24,2
	Muscles				
	Gras	2,1	2,3	2,4	2,5

e : Orge-soja  
E : Maïs-soja

n = 17 p. 100 MAT  
N = 21 p. 100 MAT

Pour des porcs femelles Landrace Français (LF), la teneur en graisses est accrue de 26,8 à 32,5 p. 100 lorsque des rations maïs-soja de teneur azotée normale NRC sont consommées à volonté (11b). L'augmentation précoce de l'adiposité entre 40 et 60 kg est suivie d'une seconde vague de dépôts gras après 80 kg (11a). Pour ce type de porc, les restrictions alimentaires précoces et progressives dès 25-30 kg de poids vif sont justifiées : il s'agit de maîtriser l'excès d'adiposité avant, et non après la mise en place des dépôts (DESMOULIN 1969 à 1973 ; MOAL, GAYE et DESMOULIN, 1972).

Les porcs femelles de races Piétrain ou Landrace Belge présentent en alimentation à volonté une adiposité réduite à l'abattage : 21 à 29 p. 100 de graisses selon les conditions nutritionnelles (11b). La teneur en muscles atteignant 60 à 64 p. 100 du poids net résulte toutefois d'évolutions très distinctes : chez le Landrace Belge, le poids de muscles reste pratiquement isométrique du poids net entre 40 et 100 kg alors que chez le

Piétrain, l'hypermusculature antérieure à 60 kg est suivie de réductions très marquées après 60 kg. Simultanément l'appétit et la vitesse de croissance du Piétrain chutent vers 70-80 kg. Il convient donc d'adapter les normes azotées et énergétiques des rations aux potentialités de la croissance musculaire rapide et plus ou moins prolongée des types génétiques (SELLIER et al., 1974 ; DESMOULIN et POMMERET, 1974). L'observation s'applique à la différenciation des castrats et des femelles selon le niveau génétique des races. Les porcs Landrace Belge sont plus exigeants.

Parallèlement au schéma général proposé par FOWLER 1966, la connaissance des potentialités de production peut résulter de l'étude des différents profils de croissance tissulaire des porcs. LEROY, 1976 souligne de plus l'intérêt des travaux pour la connaissance du métabolisme énergétique et du besoin d'entretien des "types" de porcs.

● Les conséquences variables de la castration des porcs mâles intéressent parallèlement à l'augmentation de 9 à 17 p. 100 des indices de consommation, la réduction de près de 2 classes CEE du rendement en tissus maigres. Les résultats du tableau 12 indiquent les variations selon les races porcines (DESMOULIN et BONNEAU non publiés) : la dépense alimentaire accrue de 24 à 39 kg d'aliments par porc est plus marquée chez le type maigre (Landrace belge) et le type gras (Large White). Ceci correspondrait à des évolutions de composition tissulaire très différentes : Après la castration, l'augmentation d'adiposité des types maigres et la réduction de musculature des types gras sont inégales ; les conséquences sur l'efficacité des productions et les caractéristiques d'utilisation des carcasses peuvent être aussi très différentes. Le niveau des variations d'indice de consommation (DESMOULIN, 1976 ; JUST et al., 1975) peut résulter de la connaissance fondamentale des profils de composition tissulaire selon les types sexuels et selon les stades de croissance. Sur le tableau 12, il convient d'observer que le déficit de viandes maigres dans le cas du type Large-White après la castration des mâles est à l'origine d'un déficit qualitatif important pour le classement national. Par contre, la qualité de carcasse des mâles castrés des races à forte musculature reste luxueuse pour le classement en catégorie IA, voir EAA. Les options de castration (ou non) des porcs mâles, qui doivent être prises en fonction des risques de défauts sexuels des viandes, peuvent tenir compte du niveau de qualité des carcasses après la castration.

TABLEAU 12

CONSEQUENCES DE LA CASTRATION DES PORCS MALES SELON LES RACES PORCINES  
(DESMOULIN et BONNEAU - non publiés)

	SEXE	CONSUMMATION (kg/jour)	G.M.Q. (g/j)	I.C. ALIMENT	ECONOMIE D'ALIMENT (kg)	p. 100 MUSCLE	p. 100 GRAS	GAIN DE MAIGRE (kg)
L White	E	2,5 bc	771 a	3,11 a	- 32	51,7 ab	31,0 b	+ 3,5
	C	2,7 bc	758 a	3,54 b		46,7 b	38,3 c	
L Belge	E	2,3 b	760 a	3,03 a	- 39	61,3 a	20,0 a	+ 5,2
	C	2,6 c	748 a	3,55 b		53,6 ab	31,3 b	
Piétrain	E	2,0 a	572 b	3,47 b	- 24	64,8 a	18,2 a	+ 6,7
	C	2,3 b	613 b	3,79 b		55,5 ab	31,5 b	
Δ (E - C)		- 0,2 *	N S	- 0,4 **	- 32	+ 7,3 *	- 10,6 *	+ 2 classes CEE

E = Mâles entiers

C = Mâles castrés

● La détermination du poids optimal d'abattage pour l'exploitation des races, résulte aussi de cette connaissance analytique de relations de composition tissulaire (HANSON et al., 1975 ; RICHMOND et BERG, 1971-1972) ; la définition des types de carcasses et des conditions de leur production intéresse notamment l'aptitude à produire des carcasses lourdes. Les indications fournies actuellement par les critères de découpe (LEGAULT et GRUAND, 1975 ; BOUARD et LEUILLET, 1975) restent sommaires et doivent être surtout complétées par les études plus technologiques sur l'utilisation des viandes. A ce niveau d'objectifs formulés sur les produits, les études sont en particulier effectuées par DUMONT et ROY, 1975 pour mieux connaître l'organisation morphologique de la musculature du JAMBON. Outre l'aspect fonctionnel de la musculature, la diversité de caractéristiques structurelles est associée aux propriétés physiques ou chimiques des muscles : les conséquences sur la texture, la tendreté et les propriétés sensorielles des viandes peuvent en résulter. En outre, la connaissance de l'aptitude à l'emploi après la transformation du jambon intéresse la tenue de tranche et fait l'objet d'études

histologiques très complètes de O. SCHMITT et al. (1970-1974). Dans les secteurs évoqués, l'application des recherches sur les références de production des carcasses est étendue aux conditions requises d'aptitudes à l'emploi des produits.

### III - RELATIONS ENTRE LA COMPOSITION TISSULAIRE DES CARCASSES ET L'ACCEPTABILITE DES VIANDES

La production d'un porc "équilibré" sur le plan anatomique intéresse le rendement optimal de la carcasse en viandes maigres (type IA). Cet objectif est indissociable des limites évoquées lors de la présentation des méthodes biochimiques appliquées à l'étude des composantes tissulaires : l'augmentation de la musculature des carcasses ou la réduction de leur état d'adiposité ne constituent pas en soi des objectifs. "L'équilibre biologique" des productions résulte en définitive des conséquences sur l'aptitude à l'emploi des viandes porcines.

- L'état de la musculature est souvent caractérisé par les mesures simples de PH, couleur et rétention d'eau (GOUTEFONGEA et al, 1963-1966). Les résultats doivent notamment permettre d'expliquer les variations du rendement technologique au cours de la transformation du JAMBON de PARIS (JACQUET et OLLIVIER, 1971 ; SELIER et al., 1972) où les conséquences des méthodes de conservation des viandes de porcs (GOUTEFONGEA et VALIN, 1970-1971).

- La qualité des tissus gras résulte par ailleurs de leurs propriétés de liaisons avec les tissus maigres au cours des processus de transformation des saucissons secs et des propriétés d'émulsion dans les pâtes fines. Les qualités technologiques sont ici étudiées par GIRARD, 1976.

Au niveau le plus élémentaire du contrôle qualitatif, les viandes de porc consommées en frais pour 1/3 d'entre elles, présentent d'abord des variations importantes de leurs propriétés sensorielles : sapidité, goût. Les pertes d'eau à la cuisson des viandes sont souvent excessives. Lorsque le rendement des carcasses en viandes maigres apparaît parfois contradictoire des qualités organoleptiques souhaitées (RUST et al. 1972), les seuils critiques et les variations de l'acceptabilité des viandes doivent être établies pour orienter les choix de productions. Dans cette optique, nous examinerons l'altération des propriétés sensorielles relativement aux différences de composition des carcasses.

#### A - Critiques d'acceptabilité liées aux propriétés de la musculature

Les carcasses de porcs Landrace danois ont été classées par Lis BUCHTER et P. ZEUTHEN, 1971 en types maigres (18 mm) et en types gras (26 mm) selon l'importance moyenne de la couverture de gras sur la noix de côtelettes. Les qualités organoleptiques des côtelettes grillées ont été jugées par un panel de ménagères plus favorables aux types gras pour la tendreté et l'impression générale sur les viandes. Cette appréciation ayant été indépendante des différences de PH<sub>1</sub> (de 5,5 à 6,7) prise sur le long dorsal, les auteurs indiquent que les propriétés sensorielles des viandes exsudatives de PH<sub>2</sub> = 5,5 ne sont défavorables qu'après la conservation des viandes. L'acceptabilité réduite des viandes de types maigres est surtout attribuée à une moindre teneur en graisses intra-musculaires :  $0,98 \pm 0,28$  chez les types maigres et  $1,42 \pm 0,54$  chez les types gras.

- L'acceptabilité des côtelettes des porcs des types Landrace Belge et Piétrain (45 à 48 p. 100 d'avis défavorables) étant inférieure à celle des types Landrace Français (27 p. 100 de critiques), DUMONT, 1974, montre que le pouvoir de rétention d'eau du long dorsal et la force de cisaillement du muscle ne diffèrent pas pour les 3 races étudiées. Les différences de PH<sub>24h</sub> du muscle comprises entre  $5,57 + 0,10$  chez le Piétrain et  $5,73 \pm 0,19$  chez le Landrace Français constituent une explication limitée de la variation des réponses d'enquêtes d'acceptabilité des viandes. Cette connaissance peut en outre être complétée par l'analyse de composition chimique des muscles de la carcasse totale après la dissection anatomique. Les résultats du tableau 13 qui ne concernent pas seulement les variations de la teneur en gras intra-musculaire (non dissécable) indiquent une augmentation du rapport protéines/lipides des tissus maigres chez les types Landrace Belge et surtout Piétrain. La composition chimique des graisses disséquées est également modifiée (DESMOULIN non publié).

TABLEAU 13

COMPOSITION CHIMIQUE MOYENNE DES MUSCLES ET DES GRAISSES EXTERNES  
APRES LA DISSECTION ANATOMIQUE DE 90 CARCASSES DE PORCS DE 3 TYPES GENETIQUES  
(ENTRE 40 et 100 kg DE POIDS VIF)

(DESMOULIN non publié)

CONSTITUANTS RACES		p. 100 EAU	p. 100 LIPIDES	p. 100 PROTEINES	PROTEINES
					LIPIDES
Muscles	LF	72,7 ± 2,8	5,8 ± 1,2	20,6 ± 2,2	3,69 ± 0,9
	LB	73,7 ± 1,2	5,8 ± 0,9	19,7 ± 1,1	3,81 ± 0,7
	P	73,5 ± 1,4	5,2 ± 1,3	19,9 ± 0,6	4,04 ± 1,1
Graisses	LF	16,4 ± 4,0	71,7 ± 4,7	4,9 ± 1,2	0,07 ± 0,02
	LB	17,9 ± 5,1	69,6 ± 6,6	6,8 ± 2,8	0,09 ± 0,05
	P	20,4 ± 6,6	67,4 ± 8,1	6,6 ± 1,9	0,10 ± 0,05

Landrace Français (LF)      Landrace Belge (LB)      Piétrais (P)

Ces deux exemples montrent d'abord les limites d'utilisation des mesures physico-chimiques appliquées à la connaissance des "qualités de la musculature". L'appréciation des propriétés sensorielles des viandes apparaît notamment assez dépendante de la teneur en gras intra-musculaire non dissécable. L'importance de cette adiposité interne et de développement très tardif par rapport aux autres tissus adipeux est bien négligeable pour l'appréciation de la qualité des carcasses. Les caractères de précocité du développement tissulaire des races et types sexuels peuvent ainsi conditionner des différences faibles mais très importantes pour l'obtention des qualités organoleptiques souhaitées.

## B - Critiques liées aux propriétés des tissus gras

Le degré d'insaturation des graisses, variable selon les types génétiques (PASCAL et al., 1975), détermine les qualités technologiques et peut aussi influencer les propriétés sensorielles associées notamment aux composantes de la flaveur des viandes. Par ailleurs, la qualité hygiénique fait appel au dosage des résidus liposolubles dues à l'emploi des additifs ou des farines animales mal délipidées. En outre les résidus lipophiles du métabolisme des stéroïdes sexuels sont, malgré leur infime quantité, à l'origine de la limitation de "la production et de l'utilisation des viandes de Porcs mâles non-castrés". Nous développerons seulement ce dernier aspect qui intéresse plus particulièrement les choix d'orientation de la production porcine.

Chez certains porcs mâles entiers, les défauts caractérisés d'odeurs sexuelles à la cuisson des viandes mâles résultent du stockage d'androsténone dans les graisses (PATTERSON, 1968). D'origine testiculaire, l'androsténone plasmatique est produite parallèlement à la testostérone ; le stockage, qui est différé dans le tissu gras, présente d'importantes variations : 0,2 à 3 ou 5 µg par g de lipides selon les races et les facteurs d'environnement des jeunes mâles (R. CLAUS 1971-1976, Ø ANDRESEN 1975-1976).

● La présence des femelles à proximité des mâles entraîne une fréquence plus importante des défauts sexuels des viandes de porcs mâles de type Large-White abattus à 170-180 jours d'âge. Les enquêtes d'acceptabilité des rôtis jugés par les consommateurs (en famille) ou par des jury de laboratoire sont très concordantes sur ce point (DESMOULIN et BONNEAU non publiés). L'odeur des graisses chauffées à 150°C sur les carcasses et celle de la cuisson des viandes indiquent que les défauts sexuels concernent 20 à 40 p. 100 des jeunes mâles selon les types de porcs (MALMFORS et al., 1974-1976 ; WALSTRA et al., 1974-1977 ; DESMOULIN et DUMONT et al., 1971-1973; DESMOULIN et RHODES 1975; BONNEAU et al., 1975-1977). A partir de 100-120 jours selon ANDRESEN (1975) de 140-145 jours selon CLAUS (1975), le contrôle prévisionnel des défauts sexuels peut résulter du dosage d'androsténone dans les biopsies de tissus gras : la sélection effectuée récemment par ALSING et al., 1977 sur la teneur en stéroïde à âge fixe aboutit en première génération à un coefficient élevé d'héritabilité ( $h^2 = 0,68 \pm 0,11$ ) sur 46 descendants de 2 lignées. Mais la lignée présentant le moins de risques sexuels présente corrélativement de moins bonnes performances de croissance. En outre, les critères zootechniques simples ne permettent pas de s'assurer le contrôle des défauts.

● Les relations établies entre le stockage d'androsténone et l'état d'engraissement des carcasses sont peu étroites. Selon WISMER-PEDERSEN, 1968 et PER JONSSON, 1974, les porcs mâles ayant des défauts sexuels marqués présentent en moyenne des graisses plus insaturées. La corrélation établie ( $r = + 0.65$ ) n'est pas toutefois sécurisante ; les résultats sont indiqués au tableau 14.

**TABLEAU 14**  
COMPOSITION MOYENNE EN ACIDES GRAS DES GRAISSES DE PORCS MALES ENTIERS  
SELON L'INTENSITE DES DEFAUTS SEXUELS  
(WISMER - PEDERSEN, 1968 - PER JONSSON, 1974)

COMPOSITION EN A.G.	DEFAUTS PRONONCES	ABSENCE DE DEFAUTS
C12	0,19	0,29
C14	0,72	2,02
C16	25,08	28,80
C16 : 1	2,88	3,13
C18	13,58	15,96
C18 : 1	46,62	42,07
C18 : 2	9,94	7,73

( $r = + 0,65$ ) : entre Indice d'iode et défauts sexuels.

● Parallèlement à cette recherche sur le déterminisme du stockage des stéroïdes sexuels dans les graisses, l'intensité optimale de la sélection contre les défauts sexuels peut résulter des réponses fournies par les enquêtes d'acceptabilité des viandes : les stockages dépassant  $2 \mu\text{g/g}$  de lipides concernent 5 p. 100 des effectifs ayant des défauts très marqués. Mais les seuils minimaux de la détection olfactive peuvent être fixés soit à  $0,5 \mu\text{g}$  soit à  $1 \mu\text{g}$  selon la sensibilité aux défauts sexuels. Corrélativement à une distribution non-normales des classes d'androsténone dans les populations étudiées les seuils choisis conduiraient à préserver ( $\leq 0.5 \mu\text{g}$ ) on à rejeter ( $\leq 1 \mu\text{g}$ ) environ 70 p. 100 des effectifs face à l'option de castration tardive. La connaissance précise des variations physiologiques du stockage des stéroïdes sexuels dans les tissus de la carcasse à partir de 100-120 jours d'âge conditionne bien dans le cas du porc mâle entier l'orientation finale des choix de production ; au niveau de l'utilisation des produits, les recherches sur l'aptitude à l'emploi des viandes sont consécutives à la constatation précise des défauts et qualités des matières premières de transformation.

Les relations qui s'établissent ainsi entre l'obtention d'un rendement élevé en viandes maigres et la préservation des qualités organoleptiques des viandes doivent donc être établies. La connaissance nouvelle des systèmes de production compatibles avec l'aptitude à l'emploi des produits procède d'une recherche élargie à la notion "d'équilibre biologique" des productions.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les Recherches appliquées à la connaissance des relations de composition corporelle intéressent à la fois la qualité de la carcasse et la qualité des viandes porcines. La signification des différentes méthodes d'étude et les mesures utilisées permettent trois observations sur la nature même des objectifs :

a) L'évaluation de l'énergie nette des nutriments alimentaires à partir des résultats de l'analyse chimique corporelle reste imprécise. De plus, les systèmes proposés ne tiennent aucun compte des caractéristiques d'utilisation des produits. La précision des mesures sur les composantes nutritionnelles établies à la 3ème décimale est souvent rapportée à des appréciations qui comportent 40 voire 50 p. 100 d'imprécision sur les bilans d'analyse corporelle.

b) Les rendements anatomiques de composition des pièces de découpe établis par des dissections permettent d'appréhender objectivement l'utilisation des carcasses au niveau du "triage des viandes" dans les ateliers de découpe. Les références qui sont obtenues permettent une connaissance plus exacte de l'objectif fixé par le règlement C.E.E. Les systèmes de codification des carcasses sont par la suite précisés ; leurs limites résultent surtout de l'emploi de mesures nombreuses mais trop descriptives : une amélioration des conditions pratiques

de notation de l'adiposité (grille d'index basé sur les mesures latérales) est proposée. Pour accroître la fiabilité de la notation du développement musculaire de la carcasse, les mesures qui utilisent la différence de propriétés physiques des tissus (perméabilité aux ultra-sons, variation de densité des tissus, différence de conductivité électrique) sont nécessaires : il s'agit de mieux apprécier la variation de composition tissulaire par des mesures moins nombreuses mais plus fiables. Les applications techniques, parfois non-immédiates, résultent d'abord du temps limité en abattoir pour juger les carcasses (30 s à 1 mn) et par ailleurs de l'absence des relais de l'engineering au niveau des prototypes de recherche : la fiabilité des résultats de l'expérimentation porcine, y compris celle des choix de la sélection, reste ainsi réduite.

c) La mise en place d'une codification des carcasses indépendante des critères plus qualitatifs de l'aptitude à l'emploi des viandes sera révisable à plus ou moins court terme. Par les mesures biochimiques indicatrices de la physiologie tissulaire et par l'étude de la composition intime des tissus corporels, de nouveaux critères de sélection doivent être établis. Ceux-ci intéressent surtout la prévision des défauts ou des qualités des viandes après l'abattage.

Les applications des travaux rapportés dans ce bilan ont permis de souligner les possibilités d'orienter de façon moins empirique les systèmes de production porcine à 3 niveaux.

- **Pour déterminer les conditions optimales de l'exploitation des types de porcs**, la connaissance des changements de composition corporelle qui interviennent en cours de croissance résulte de l'établissement des profils de composition tissulaire. L'opportunité (ou non) du rationnement, tant quantitatif que qualitatif, reste consécutive à la connaissance des vagues de croissance plus ou moins excessives des dépôts adipeux. Selon les types génétiques et selon le sexe, le choix de la période et de l'intensité optimale des restrictions alimentaires ont été proposées. Les applications qui intéressent la détermination du poids optimal d'abattage sont encore insuffisantes, dans le cas des porcs lourds notamment. Par ailleurs, le niveau relatif de la qualité de carcasse des porcs mâles est proposé comme critère d'orientation face aux risques de défauts sexuels des viandes mâles. Ainsi les pertes de rendement zootechniques à la production résultent surtout de l'inadéquation des méthodes d'exploitation aux capacités variables de la croissance tissulaire des races.
- **L'effort de sélection contre tous les types gras** a permis de retenir simultanément, pour la plupart des types maigres, les caractères indésirables de la susceptibilité aux stress et la fréquence élevée des défauts de musculature. En outre, les contrôles proposés sur les viandes en abattoir restent sommaires pour expliquer, en dehors des états anormaux (PSE et DFD), les différences d'acceptabilité des produits notamment liés à leurs propriétés sensorielles. Ainsi, la sélection sur les caractères quantitatifs et qualitatifs de la composition tissulaire doit être réorientée vers le chemin plus étroit des objectifs compatibles avec la notion d'aptitude à l'emploi des produits.
- **Le maintien des qualités recherchées sur les produits de consommation** procède à terme d'une recherche fondamentale sur l'équilibre biologique des productions. A cet égard, les relations entre la précocité du développement tissulaire et la précocité sexuelle constituent un secteur d'investigation encore peu exploré. Deux éléments de réflexion sur l'orientation actuelle des travaux serviront de conclusions :
  - l'absence de contrôle des défauts sexuels, présumés chez tous les porcs mâles, est à l'origine du cumul du déficit de production (dépenses excessives d'aliments) et du déficit de rendement en viandes maigres (excès des importations) liés à la castration. **A défaut de contrôle préventif des qualités réelles des matières premières de transformation, la mesure répressive de castration obligatoire des mâles aboutit bien à une impasse.** Le gain économique estimé à 50 F sur chaque carcasse de porc mâle entier laisserait, en dehors du coût "minimal" du contrôle préventif, de très larges marges bénéficiaires.
  - comparativement à la valeur de la carcasse, le coût "minimal" du contrôle qualitatif effectué par les instances officielles devrait rester indépendant du processus ultérieur de formation des prix. Les grilles techniques, souvent trop dépendantes des grilles commerciales, restent difficiles à appliquer. Dans un marché de transactions fluctuant entre les producteurs et les transformateurs, **l'objectif est de mieux informer les utilisateurs sur la nature même de leur approvisionnement** ; les marges bénéficiaires incluent toujours le coût des risques aléatoires et non-contrôlés. Toutefois, l'index de satisfaction des consommateurs de viandes porcines tend parfois à être reporté sur l'étape ultérieure qui concerne la possibilité de corriger les défauts des matières premières lors de la transformation : les limites de ce processus doivent être fixées pour préserver l'image de marque de la production porcine et faciliter son orientation future.

## BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS J.L. and SMITH W.C., 1974. Anim. Prod., 6, 97.
- ADDIS P.B., NELSON R., BURROUGHS J.R., 1974. J. anim. Sci., 38, 279.
- ALLEN C.E., 1976. Fed Proceedings 35. 2302.
- ALSING W., CLAUS R., PIRCHNER F., WILLEKE H., 1977. 28è Europ. Meeting EAAP, Genetic, Bruxelles.
- ANDRESEN Ø., 1975. Acta. Endocrinologica 619.
- ANDRESEN Ø., and BAKKE H., 1975. Acta. Vet. Scand., 16, 492.
- ANDRESEN Ø., 1976. J. Reprod. Fert. 48, 51.
- BLENDL H.M., 1969. ZüchtK. 41, 5-346.
- BONNEAU M.B., DESMOULIN B., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 215.
- BONNEAU M.B., TASSENCOURT L., DESMOULIN B., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 225.
- BONNEAU M.B., DESMOULIN B., PAWLAK M., 1977. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 9, 101.
- BOUARD J.P., LEUILLET M., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 239.
- BROOKS C.C., FONTENOT J.P., VIPPERMAN P.E., THOMAS H.R., 1964. J. anim. Sci., 23, 1022.
- BROWN C.J., HILLIER J.C. and WHATLEY H., 1951. J. anim. Sci., 10, 97.
- BUCK S.F., HARRINGTON G., 1962. Anim. Prod., 4, 25.
- BUCHTER Lis et ZEUTHEN P., 1971. Proc. 2nd Int. Symp. Condition Meat Quality Pigs. 247. Zeist, Pudoc, Wageningen.
- CHARPENTIER J., MONIN G., OLLIVIER L., 1971. Proc. 2nd Int. Symp. Condition Meat Quality Pigs. 255. Zeist, Pudoc, Wageningen.
- CHARPENTIER J., JACQUET B., 1970. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 2, 193.
- CLAUS R., HOFFMANN B., KARG H., 1971. J. anim. Sci., 33, 1293.
- CLAUS R., 1974. C.R. Acad. Sci., Paris, 278, 299.
- CLAUS R., 1975. Z. Tierzucht Züchtungsbiol., 92, 118.
- CLAUS R., 1976. Z. Tierzucht Züchtung biol., 93, 38.
- CUTHBERTSON A., HARRINGTON G., 1971. 17è Congrès Europ. des chercheurs en viandes, H4. 380, Bristol.
- DAVEY R.J., MORGAN D.P., KINCAID C.M., 1969. J. anim. Sci., 28, 197.
- DAVEY R.J., MORGAN D.P., 1969. J. anim. Sci., 28, 831.
- DE BOER H., BERGSTROM P.L., JANSEN A.A.M., NIJEBOER H., 1975. 26è Europ. Meeting EAAP, Pig Commission. Varsovie.
- DESMOULIN B., 1969. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 1, 69 et 213.
- DESMOULIN B., 1970. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 2, 171.
- DESMOULIN B., BOURDON D., 1971. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 3, 73.
- DESMOULIN B., DUMONT B.L., JACQUET B., 1971. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 3, 187.
- DESMOULIN B., POLINE F., MAURY Y., 1972. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 4, 237.

- DESMOULIN B., 1973. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 5, 189.
- DESMOULIN B., DUMONT B.L., TOMASSONE R., 1973. 19è Congrès Europ. des chercheurs en viandes F2. 723. Paris.
- DESMOULIN B., DUMONT B.L., PASCAL G., 1973. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 5, 201.
- DESMOULIN B., GONDOUIN R., POMMERET P., 1973. Bull. ITP. 5, 31.
- DESMOULIN B., POMMERET P., 1974. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 6, 221.
- DESMOULIN B., POMMERET P., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 179.
- DESMOULIN B., et RHODES D.N., 1975. Bull. Techn. Inf. Minist. (298), 264.
- DESMOULIN B., 1976. 27è Europ. Meeting EAAP, Pig Commission, 22, Zurich.
- DESMOULIN B., GRANDSART P. et TASSENCOURT L., 1976. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd. Paris, 8, 89.
- DESMOULIN B., GRANDSART P. et VILA J.P., 1977. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 9, 115-121.
- DUMONT B.L., 1957. Réunion FAO/FEZ Copenhague.
- DUMONT B.L., 1958. Méthodes indirectes de mesures de la graisse corporelle des mammifères. Cahier Techn. CNERNA Paris.
- DUMONT B.L. et FEVRIER R., 1957. Ann. Zootech., 1, 29.
- DUMONT B.L., LEGRAS P. et VERGE J.C., 1970. Ann. Zootech., 19, 235.
- DUMONT B.L., DESMOULIN B., 1972. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 4, 249 et 255.
- DUMONT B.L., ROY G. et DEL PALACIO E., 1973. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., 5, 211.
- DUMONT B.L., ROY G. et DESMOULIN B., 1973. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 5, 221.
- DUMONT B.L., ROY G., 1974. Journées Rech. Porcine en France, Paris, ITP éd., 6, 241.
- DUMONT B.L., 1974. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 6, 233.
- DUMONT B.L., et ROY G., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 195.
- DUMONT B.L., 1976. In "la qualité des viandes de porc", 3 ITP éd. Paris.
- ELSLEY F.W., 1964. Physiol. Nutri. Sevrage porcelet. Symposium, 75. Paris.
- ELSLEY F.W., and GISCHRIST SHIRLAW D.W., 1976. 27è Meeting EAAP, Pig Commission, Zurich.
- FOWLER V.R., 1966. PIDA. 2nd Conf. Agric. Res. Workers 72, Brighton.
- GIRARD J.P., 1976. In "la qualité des viandes de porc", 57, ITP éd. Paris.
- GOUTEFONGEA R., 1963. Ann. Zootech., 12 (4) 297.
- GOUTEFONGEA R. et CHARPENTIER J., 1966. Ann. Zootech., 15 (3), 279.
- GOUTEFONGEA R. et VALIN C., 1970. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 3, 187.
- GOUTEFONGEA R. et VALIN C., 1971. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 4, 197.
- HANSON I., LUNDSTRÖM K., MALMFORS B., 1975. Swed. J. Agric. (5), 69.
- HAMELIN M. et DESMOULIN B., 1975. 26è Meeting EAAP, Pig Commission, Varsovie.

- HARRINGTON G., 1958. Pig Carcass Evaluation CAB. BUCKS, England.
- HAZEL L.N. and KLINE E.A., 1952. J. anim. Sci., 11, 313.
- HENRY Y. et ETIENNE M., 1978. Journées Rech. Porcine en France. ITP éd. Paris (sous presse)
- HETZER H.O. and MILLER R.H., 1972. J. anim. Sci., 35, 730.
- HETZER H.O. and MILLER R.H., 1973. J. anim. Sci., 37, 1289.
- HOUSEMAN R.A., McDONALD I., PENNIE K., 1973. J. Nutr., 30, 149.
- JACQUET B. et OLLIVIER L., 1971. Journées Rech. Porcine en France, Paris, ITP éd., 3, 23.
- JOBLIN A.D., 1966. New Zealand J., 9, 277.
- JUST A., NIELSEN et PEDERSEN O.K., 1975. 26è Europ Meeting, EAAP, Pig Commission, Varsovie
- KIELANOWSKI J., KOTARBINSKA M., 1974. In MENKE, LANTZSCH, REICHL, Energy Metabolism of Farm animals, 165, EAAP Pub. n° 14, Hohenheim, Stuttgart.
- KIELANOWSKI J., 1975. 26è Europ. Meeting, EAAP, Pig Commission, Varsovie.
- LEA C.M., SWOBODA PA.T., GATHERUM D.P., 1970. J. Agric. Sci., 74, 279.
- LEGAULT C., GRUAND J., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 233.
- LEGAULT C., GRUAND J., GONDOUIN R., 1974. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 6, 257.
- LEROY M., 1976. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 8, 3.
- MANNERS M.H. and McCREA H.R., 1963. Brit. J. Nutr., 17, 495.
- MALMFORS B. et HANSSON I., 1974. Livest. Prod. Sci., 1, 411.
- MALMFORS B. et ANDRESEN Ø., 1975. Acta Agric. Scand., 25, 92.
- MALMFORS B., LUNDSTROM K., HANSSON I., GAHNE B., 1976. Swed. J. Agric. Res., 6, 73.
- MESLE L., GIRON J. et DUMONT B.L., 1959. 5è réunion des chercheurs en viandes, Paris.
- MOAL J., GAYE A. et DESMOULIN B., 1972. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 4, 121.
- MONIN G. et CHARPENTIER J., 1969. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 1, 207.
- MONIN G. et CHARPENTIER J., 1970. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 2, 203.
- MONIN G., OLLIVIER L. et SELLIER P., 1976. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 8, 229.
- MONIN G., 1976. In "La qualité des viandes de porc", 31, ITP éd., Paris.
- NAVEAU J., 1977. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 9, 109.
- NIELSEN H.E., 1976. 27è Meeting EAAP, Pig Commission, 16, Zurich.
- OLLIVIER L. et POTIER D., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 293.
- OLLIVIER L., 1976. In "La qualité des viandes de porc". 31, ITP éd., Paris.
- OSLAGE H.J., 1962. Zeitschr. Für Tierphysiol., 17, 350.
- OSLAGE H.J., 1965. Züchtk, 37, 339.
- OSLAGE H.J., FLIEGEL H., FARRIES F.E., RICHTER F., 1966. Z. Tierphys. Tierernähr., 21, 50.

- PASCAL G. et DESMOULIN B., 1973. 19th Europ. Meeting of Meat Res. Workers II. 929. Guelph Canada.
- PASCAL G., MACAIRE J.P., DESMOULIN B., BONNEAU M.B., 1975. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 7, 203.
- PATTERSON R.L.S., 1968. J. Sci. Food. Agric., 19, 31.
- PATTERSON R.L.S., 1969. Proc. Symp. Meat. Res. Inst. Langford. Churchill, London, 247.
- PER-JONSSON and PEDERSEN J.J., 1974. Livest. Prod., Sci., 1, 53.
- PRICE J.F., PEARSON A.M., BENNE E.J., 1957. J. anim. Sci., 15, 85.
- RICHTER L., FLOCK D.K., BICKHARDT K., 1973. Züchtk., 45, 429.
- RICHMOND R.J. and BERG R.T., 1971. Canad. J. anim. Sci., 51, 31.
- RICHMOND R.J. and BERG R.T., 1971. Canad. J. anim. Sci., 51, 41.
- RICHMOND R.J. and BERG R.T., 1972. Canad. J. anim. Sci., 51, 47.
- RUST R.E., OLSON D.G., THOMSON G.M., SHULER R.O., 1972. J. Food., Sci., 37, 222.
- SAFFLE R.L., ORME L.E., SUTTON D.D., ULLREY D.E., PEARSON A.M., 1958. J. anim. Sci., 17, 480.
- SCHMITT O., DUMONT B.L., 1970. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 2, 167.
- SCHMITT O., DUMONT B.L., 1974. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 6, 273.
- SELLIER P., LEGAULT C., JACQUET B., OLLIVIER L., 1972. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd. Paris, 4, 85.
- SELLIER P., HOUIX Y., DESMOULIN B., HENRY Y., 1974. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd. Paris, 6, 209.
- SELLIER P., 1977. Journées Rech. Porcine en France, ITP éd., Paris, 9, 85.
- STANT E.G., MARTIN T.G., KESSLER W.V., 1969. J. anim. Sci., 29, 547.
- STAUN H., 1975. Festkrift. Til. H. CLAUSEN, 307 Kobenhavn.
- STRUNZ K. et MEYER W., 1965. Zeitschrift für Technology H5, 261.
- STRUNZ K. et MEYER W., 1967. Zeitschrift für Technology H2, 69.
- UUSISALMI U., 1971. J. Sci. Agric. Soc. Finland, 43, 140.
- WALSTRA P., 1974. Livest. Prod. Sci., 1, 87.
- WALSTRA P., MATEMAN G. et MOERMAN P.C., 1977. Tijdschr. Diergenesk deel. 102, (15), 913.
- WENIGER J.H., KALLWEIT E., STEINHAUF., GLODEK P., 1967. Züchtk., 39, 188.
- WISMER-PEDERSEN J., 1968. Forsoglab. arbötg, 136, Kobenhavn.
- ZERT P., 1970. Matic. 1er colloque Int. sur le paiement des viandes à la qualité, 3, Paris.