

Cv 8^{no} 3

PRÉDICTION DU RENDEMENT TECHNOLOGIQUE DE LA FABRICATION DU « JAMBON DE PARIS » A L'AIDE DE MESURES PRISES A L'ABATTOIR.

*B. JACQUET (1), P. SELLIER (2), J.P. RUNAVOT (3), D. BRAULT (4),
Y. HOUIX (5), C. PERROCHEAU (6), J. GOGUE (2), J. BOULARD (3).*

(1) C.T.S.C.C.V. - Laboratoire de Charcuterie expérimentale - 78350 JOUY-EN-JOSAS.

(2) I.N.R.A. - Station de Génétique quantitative et appliquée - 78350 JOUY-EN-JOSAS.

(3) I.T.P. - Région Ouest - B.P. 3 - 35650 LE RHEU.

(4) I.N.R.A. - Station de sélection porcine - 35650 LE RHEU.

(5) I.T.P. - Station de sélection porcine - Le Transloy, 62450 BAPAUME.

(6) E.D.E. du Morbihan - Station de sélection porcine - 56430 MAURON.

*Avec la collaboration de Marie-Hélène LE TIRAN, Marie-Reine PERRETANT, P. POTERRE, M. PINSON, J.Y. FLEHO,
P. LECHAUX, M. LUQUET, P. GOULLIEUX.*

INTRODUCTION

L'indice de qualité de viande (IQV) utilisé jusqu'à 1983 dans les stations de sélection porcine était le suivant :

$$IQV = 2,1466 (\text{pH}) - 0,0088 (\text{réflectance}) + 0,0071 (\text{temps d'imbibition}).$$

Les trois mesures étaient faites sur le jambon 24 heures après l'abattage. Alors que le pH était mesuré sur l'Adducteur de la cuisse, la réflectance (échelle 0-1000) était mesurée sur le Fessier superficiel (ou dans les derniers temps sur le Long vaste) et le temps d'imbibition (en dizaines de secondes) sur le Long Vaste. Cet indice IQV a été conçu, à l'origine, pour donner la meilleure prédiction possible du rendement technologique de la fabrication du « Jambon de Paris » à partir de 3 mesures effectuées sur la viande fraîche. Cependant, le choix des variables mesurées, des muscles concernés et des coefficients de l'indice repose sur une étude déjà ancienne (HAMELIN et TEFFENE, 1969).

Au cours de l'année 1982, une nouvelle expérimentation financée par l'Institut Technique du Porc a été décidée pour une éventuelle mise à jour de l'indice IQV. Les raisons qui ont motivé cette étude sont les suivantes :

– la mise en service récente d'un nouveau réflectomètre (« Retrolux ») avec des caractéristiques différentes de l'appareil de Vergé-Nicou précédemment utilisé ;

- la « mise à l'épreuve » de nouveaux appareils tels que la sonde à fibre optique (mesure de diffusion lumineuse) ou le « Testron » (mesure de conductivité électrique) ;
- vis-à-vis de l'aptitude à la transformation des viandes, la recherche de la meilleure variable prédictrice mesurable sur un muscle facile à atteindre en fin de chaîne d'abattage au moment où s'effectue le classement des carcasses, ainsi que la recherche du meilleur prédicteur pour le tri des jambons.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 – Matériel animal

Il est constitué de porcs femelles provenant de trois stations de contrôle de descendance (CD) : Le Rheu (Ille-et-Vilaine), Le Transloy (Pas-de-Calais) et Mauron (Morbihan). Les animaux expérimentaux, au nombre de 215, se répartissent en 9 séries d'abattage et ont été choisis pour représenter des types génétiques aussi variés que possible : porcs de quatre races pures, porcs issus de plusieurs croisements dont des produits terminaux de schémas de sélection (tableau 1).

TABLEAU 1
RÉPARTITION DES PORCS SELON LE TYPE GÉNÉTIQUE

Type génétique		Nombre de porcs
porcs de race pure (élevages de sélection de l'UPRA) (N = 118)	Large White (LW)	59
	Landrace Français (LF)	24
	Piétrain (P)	5
	Landrace Belge (LB)	30
porcs issus de croisements (1) (N = 97)	P (ou LB) × LW	11
	P × Hampshire	9
	Pen Ar Lan (2)	22
	LW × (LF × LW) (3)	15
	(LB × LW) × (LF × LW) (3)	30
	(P × LW) × (LF × LW) (3)	10

(1) Le type génétique du père est donné en premier

(2) Lignée synthétique à base de Large White, Piétrain et Hampshire

(3) Produits terminaux de schémas de sélection et de croisement.

2 – Appréciation de la qualité de la viande à l'abattoir

Les porcs quittent la station de contrôle à un poids vif voisin de 100 kg pour être acheminés à l'abattoir. Les deux abattoirs concernés sont l'abattoir de la Société Benijo (à Montfort-sur-Meu) pour les stations du Rheu et de Mauron (124 porcs en 5 séries) et l'abattoir d'Amiens pour la station du Transloy (91 porcs en 4 séries).

Les variables de l'expérience sont constituées d'un ensemble de notations subjectives et de mesures objectives prises soit le jour de l'abattage (J_0), c'est-à-dire en fin de chaîne d'abattage, soit le lendemain de l'abattage (J_1), en moyenne 22 heures *post mortem*.

TABLEAU 2
MOYENNES ET ÉCARTS-TYPES DES MESURES RÉALISÉES LE JOUR DE L'ABATTAGE (J₀)
ET LE LENDEMAIN DE L'ABATTAGE (J₁)

Variables (1)		Symbole	Moyenne générale	Ecart-type (2)
Mesures faites en J ₀	Valeur pH			
	Ad	pH. Ad ₀	6,23	0,28
	DM	pH. DM ₀	6,14	0,33
	FM	pH. FM ₀	6,18	0,37
	Ps	pH. Ps ₀	5,93	0,27
	Fibre optique			
	Ad	fop. Ad ₀	18,5	8,2
	DM	fop. DM ₀	18,2	9,2
	FM	fop. FM ₀	16,0	8,4
	Ps	fop. Ps ₀	41,3	11,1
	« Testron »			
	Ad	test. Ad ₀	2,39	0,38
	DM	test. DM ₀	2,66	1,18
FM	test. FM ₀	3,67	5,06	
Mesures faites en J ₁	Notation subjective			
	note couleur	not. col.	3,07	1,01
	note humidité	not. hum.	2,70	1,13
	note tenue	not. ten.	2,95	0,97
	note « bicolore »	not. bicol.	2,93	0,97
	Temps d'imbibition			
	FS	imbib. FS	8,7	4,9
	LV	imbib. LV	9,5	5,4
	Valeur pH			
	Ad	pH. Ad	5,98	0,28
	DM	pH. DM	5,74	0,21
	FM	pH. FM	5,70	0,18
	LD	pH. LD	5,65	0,17
	LV	pH. LV	5,69	0,20
	Ps	pH. Ps	5,91	0,24
	Réfectométrie			
	Ad	réfl. Ad	353	83
	DM	réfl. DM	552	90
	LV	réfl. LV	611	102
	Fibre optique			
	Ad	fop. Ad	29,2	12,6
	DM	fop. DM	28,7	11,2
	FM	fop. FM	32,5	13,0
LD	fop. LD	29,8	11,4	
LV	fop. LV	33,1	13,4	
« Testron »				
Ad	test. Ad	11,4	12,4	
DM	test. DM	10,7	12,4	
FM	test. FM	30,0	12,2	
LD	test. LD	16,1	16,2	

(1) muscles concernés :

Ad : Adducteur de la cuisse (Adductor femoris)

DM : Demi-membraneux (Semimembranosus)

FM : Fessier moyen (Gluteus medius)

FS : Fessier superficiel (Gluteus superficialis)

LD : Long dorsal (Longissimus dorsi)

LV : Long vaste (Biceps femoris)

Ps : Grand psoas (Psoas major)

(2) calculé intra-date d'abattage (206 degrés de liberté).

Le tableau 2 rapporte l'ensemble des mesures ou notations réalisées au jour J₀ (11 variables) et au jour J₁ (24 variables), avec le symbole adopté pour chacune d'elles. Ce tableau appelle les précisions suivantes :

- l'appréciation subjective, faite sur la coupe du jambon, se décompose en 4 notes, afférentes respectivement à l'appréciation de la couleur, de l'humidité, de la tenue et de l'aspect « bicolore » ; la notation a été effectuée d'un bout à l'autre de l'expérience par la même personne dans chaque abattoir, suivant une échelle en 5 points : de 1 (très médiocre) à 5 (très satisfaisant).
- les mesures de temps d'imbibition, de pH et de réflectométrie sont les mesures objectives classiquement réalisées en station CD. Les appareils utilisés sont le pHmètre « Schott Gerate CG 818 » et le réflectomètre « Retrolux » de Valin-David.
- la sonde à fibre optique de Mc DOUGALL et JONES (1975) permet de mesurer un indice de diffusion de la lumière dans le muscle et de juger le degré de dénaturation des protéines du muscle.
- l'appareil « Testron » fabriqué par une firme autrichienne, mesure l'angle de phase (exprimé en degrés) correspondant au facteur de perte diélectrique de la viande après le mort. En J_0 , les mesures au « Testron » ont été effectuées 3 heures après l'abattage, en chambre froide (conformément aux recommandations du constructeur).
- en J_0 , les mesures de pH et de diffusion lumineuse ont été réalisées entre 30 et 45 minutes après la saignée, avant l'entrée de la carcasse en chambre froide.

3 - Transformation en « Jambon de Paris »

A chaque abattage, le lot de 20 à 28 jambons est acheminé à Jouy-en-Josas dans les meilleurs délais. Après parage de forme, les jambons reçoivent une saumure à raison de 8 p.cent du poids paré. La composition de la saumure est la suivante : eau 100 l, sel nitrité 15 kg, nitrate de potassium 100 g et saccharose 2,5 kg. Les jambons sont alors placés en saumure de bain pendant 72 h puis mis à égoutter pendant 48 h. Après désossage et parage, mise en moule et désaération, ils sont cuits en vapeur saturée à une température ambiante de 70 °C, jusqu'à atteindre une température à cœur de 67 °C. Puis viennent successivement les opérations de pressage, de refroidissement en chambre froide à 1-3 °C pendant 72 h et de démoulage.

Les mesures pondérales effectuées tout au long de la fabrication permettent de déterminer le rendement de chaque opération. Le rendement technologique a été calculé selon la relation suivante (poids en kg) :

$$\text{rendement technologique (\%)} = \frac{\text{poids après cuisson}}{(\text{poids avant pompage} - \text{poids de parures et d'os})} \times 100.$$

Dans l'échantillon étudié, le rendement technologique a été en moyenne de 84,94 p.cent, avec un écart-type intra-date d'abattage de 3,72 p.cent.

4 - Analyse statistique

Le calcul des corrélations entre le rendement technologique et les 35 variables prédictives étudiées a été fait intra-date d'abattage. La recherche des variables les plus utiles pour la prédiction du rendement technologique (variable dépendante) a été effectuée à l'aide de méthodes classiques de régression linéaire multiple (GUNST et MASON, 1980), en utilisant les écarts aux moyennes de date d'abattage. L'objectif est de maximiser à chaque stade de sélection (1, puis 2, puis 3 variables, etc.) le coefficient de corrélation multiple (R) entre le rendement technologique mesuré (RT) et le rendement technologique prédit à l'aide d'une combinaison linéaire de variables mesurées à l'abattoir (Y). Les coefficients de différentes combinaisons linéaires de variables prédictives ont été déterminés et un certain nombre d'équations de prédiction à 2 ou 3 variables sont rapportées ici. Les analyses de régression multiple ont été conduites séparément pour les 11 mesures faites en J_0 d'une part, pour les 24 mesures faites en J_1 d'autre part. Les calculs ont été réalisés au Centre de Traitement de l'Information Général de Jouy-en-Josas (Yvelines), à l'aide de diverses procédures disponibles dans le système SAS (« Statistical Analysis System »).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Nous ne rapportons dans cet article qu'une partie des résultats de l'étude. L'ensemble des résultats de cette expérimentation est publié sous forme de deux articles dans la revue Techni-Porc.

1 – Paramètres statistiques des variables

Le tableau 2 donne la moyenne générale et l'écart-type intra-date d'abattage des 35 variables mesurées à l'abattoir sur l'échantillon de 215 porcs.

2 – Mesures réalisées en J_0

Le tableau 3 présente les corrélations (r) obtenues entre le rendement technologique d'une part, les 11 mesures de pH, de fibre optique ou de « Testron » effectuées le jour même de l'abattage d'autre part. Ces corrélations, tout en étant statistiquement significatives (à l'exception de la mesure réalisée avec le « Testron » sur le Fessier moyen), restent généralement assez faibles. Un bon rendement technologique est associé à des pH élevés et à des valeurs faibles pour les mesures faites à la fibre optique et au « Testron ».

TABEAU 3
CORRÉLATIONS ENTRE LE RENDEMENT TECHNOLOGIQUE
ET LES 11 MESURES FAITES EN J_0

Variable	Corrélation intra-date d'abattage (205 degrés de liberté) (1)
pH. Ad _o	0,460***
pH. DM _o	0,282**
pH. FM _o	0,287**
pH. Ps _o	0,400***
fop. Ad _o	- 0,203**
fop. DM _o	- 0,251**
fop. FM _o	- 0,144*
fop. Ps _o	- 0,142*
test. Ad _o	- 0,217**
test. DM _o	- 0,199**
test. FM _o	- 0,106 ns

(1) seuils de signification :

ns P > 0,10

* P < 0,05

** P < 0,01

*** P < 0,001

Les mesures individuelles les plus intéressantes pour la prédiction du rendement technologique sont des mesures de pH, plus précisément le pH de l'Adducteur de la cuisse ($r = 0,460$) et le pH du Grand psoas ($r = 0,400$). La « meilleure » mesure à la fibre optique a une valeur prédictive un peu inférieure à celle de la « moins bonne » des mesures de pH.

L'analyse de régression multiple montre que la valeur maximum de la corrélation multiple R, c'est-à-dire celle obtenue en tenant compte des 11 mesures effectuées en J_0 , n'est que de 0,524.

Si l'on se limite aux deux mesures de pH les plus intéressantes, l'équation de prédiction est de la forme :

$$Y_2 = 4,786 (\text{pH.Ad}_0) + 3,223 (\text{pH Ps}_0)$$

et la valeur correspondante de R est 0,501.

3 – Mesures réalisées en J₁

a) - Corrélations entre les 24 variables prédictrices et le rendement technologique.

Les corrélations intra-date d'abattage entre chacune des notations subjectives ou mesures objectives réalisées en J₁ et le rendement technologique sont rapportées dans le tableau 4.

TABLEAU 4
CORRÉLATIONS ENTRE LE RENDEMENT TECHNOLOGIQUE
ET LES 24 MESURES FAITES EN J₁

Variable	Corrélation intra-date d'abattage (205 degrés de liberté)
Notations subjectives	
not. col.	0,545***
not. hum.	0,579***
not. ten.	0,536***
not. bicol.	0,355***
Mesures objectives	
imbib. FS	0,428***
LV	0,502***
pH. Ad	0,607***
DM	0,621***
FM	0,611***
LD	0,576***
LV	0,624***
Ps	0,536***
réfi. Ad	- 0,454***
DM	- 0,406***
LV	- 0,515***
fop. Ad	- 0,535***
DM	- 0,498***
FM	- 0,506***
LD	- 0,507***
LV	- 0,570***
test. Ad	- 0,378***
DM	- 0,271***
FM	- 0,228**
LD	- 0,191**

Comparativement aux corrélations obtenues entre les variables mesurées en J₀ et le rendement technologique, les corrélations obtenues avec les 24 variables étudiées en J₁ sont beaucoup plus élevées : elles sont toutes significatives au seuil de 1 p.cent.

Ainsi, à l'exception des 4 mesures réalisées avec le « Testron » et de la note « bicolore », les variables étudiées en J₁ donnent une corrélation supérieure à 0,40 (en valeur absolue) avec le rendement technologique. Il est à souligner que, dans cette étude, les notations subjectives de couleur, d'humidité et de tenue ont une valeur de prédiction relativement satisfaisante (r de l'ordre

de 0,54-0,58) : de ce point de vue, elles sont comparables aux mesures de fibre optique, sont un peu supérieures aux « meilleures » mesures de réflectance et de temps d'imbibition et sont à peine inférieures aux « meilleures » mesures de pH.

Dans l'ensemble, le muscle qui, pris individuellement, donne la plus forte corrélation entre l'une des mesures objectives considérées et le rendement technologique est le Long vaste. Pour ce site de mesure, les variables se classent de la façon suivante selon leur degré de liaison avec le rendement technologique : pH, mesure à la fibre optique, réflectance et temps d'imbibition. Pour l'Adducteur de la cuisse, la hiérarchie est la même mais les corrélations sont toutes légèrement plus faibles.

b) - Analyses de régression multiple

Le tableau 5 présente les variables entrant dans les « meilleures » équations de prédiction du rendement technologique, par association successive de 2 à 5 variables.

La prise en compte de la totalité des 24 variables mesurées en J_1 permet d'obtenir une corrélation multiple de 0,819 avec le rendement technologique. Tout comme pour les variables prédictives en J_0 , c'est une mesure de pH qui arrive en tête. Mais il est intéressant de constater qu'au stade de sélection suivant, on trouve une notation subjective, à savoir la note d'humidité, qui apporte un gain de précision appréciable. De plus, en association avec cette dernière, le pH de l'Adducteur est légèrement préférable au pH du Long vaste ($R = 0,727$ contre $R = 0,712$), alors que, pour une mesure individuelle de pH, le Long vaste est un site légèrement préférable à l'Adducteur. Après le pH de l'Adducteur et la note d'humidité, viennent dans l'ordre : une mesure de diffusion lumineuse (dans l'Adducteur), une seconde mesure de pH (dans le Grand psoas) et une seconde mesure de diffusion lumineuse (dans le Long vaste).

TABLEAU 5

DÉTERMINATION DES VARIABLES LES PLUS EFFICACES POUR LA PRÉDICTION DU RENDEMENT TECHNOLOGIQUE (MESURES FAITES EN J_1)

Nombre de variables prises en compte	Variables retenues	Valeur de R
1	pH. LV	0,624
2	pH. Ad, not. hum.	0,727
3	pH. Ad, not. hum., fop. Ad	0,764
4	pH. Ad, not. hum., fop. Ad, pH. Ps	0,780
5	pH. Ad, not. hum., fop. Ad, pH. Ps, fop. LV	0,791
...
24	toutes les variables mesurées	0,819

Les possibilités pratiques de mesure d'une ou plusieurs des 24 variables étudiées ici en J_1 varient évidemment avec le stade où l'on se place sur la chaîne de travail à l'abattoir : la viande dont on veut prédire l'aptitude à la transformation est selon les cas sous forme de carcasse, de quartiers ou de morceaux de découpe. Pour les différents intervenants le long de la filière viande (abatteurs, abatteurs-découpeurs, grossistes, charcutiers-salaisonnières), les mesures ou notations potentiellement utilisables pour classer les viandes et/ou prédire le rendement technologique de la fabrication du « Jambon de Paris » ne sont pas les mêmes.

Il a donc été jugé utile, dans un but pratique, d'aller au-delà de l'analyse réunissant l'ensemble des 24 variables prédictives et de faire des distinctions entre plusieurs catégories de variables prédictives, selon leur facilité de mesure. Dans chaque cas, la précision et les coefficients des « meilleures » équations de prédiction du rendement technologique ont été établis : les principaux résultats sont regroupés dans les tableaux 6 et 7.

Une première distinction essentielle a trait au fait qu'on peut disposer soit de la demi-carcasse entière, soit de morceaux de découpe (ici le jambon).

Le tableau 6 concerne le cas où la prédiction du rendement technologique se fait avant la découpe, donc sur la demi-carcasse entière : parmi les 24 variables étudiées, six ont été considérées comme des « candidates à la sélection » dans cette situation, à savoir les valeurs de pH et de diffusion lumineuse dans trois muscles (Adducteur, Fessier moyen, Long dorsal) jugés aisément accessibles sur la demi-carcasse pendue.

Le tableau 7 concerne le cas où l'on dispose du jambon (après découpe parisienne) et où les 24 variables prédictrices considérées dans cette étude sont toutes utilisables. Pour clarifier la présentation, trois situations ont été distinguées : utilisation exclusive des 4 notations subjectives, utilisation exclusive des 20 mesures objectives, utilisation conjointe des deux catégories de variables.

Dans le tableau 6 comme dans le tableau 7, nous nous sommes limités aux équations de prédiction à 2 ou 3 variables, la prise en compte de plus de 3 variables ne pouvant se concevoir que lors d'expérimentations de caractère scientifique où une précision plus grande est recherchée.

La première remarque qui s'impose est d'ordre général : dans une situation donnée (définie par la nature des variables prises en compte et le nombre de variables à sélectionner), il y a toujours plusieurs combinaisons qui se tiennent de très près en termes de précision de la prédiction.

TABLEAU 6

QUELQUES ÉQUATIONS DE PRÉDICTION A 2 OU 3 VARIABLES UTILISANT UNIQUEMENT DES MESURES OBJECTIVES RÉALISABLES SUR LA DEMI-CARCASSE ENTIÈRE

Nombre de variables	Equation de prédiction	Valeur de R (1)
2	$Y_{2a} = 6,695 \text{ (pH Ad)} - 0,114 \text{ (fop. LD)} \text{ (2)}$	0,688
	$Y_{2b} = 9,636 \text{ (pH FM)} - 0,103 \text{ (fop. Ad)}$	0,685
	$Y_{2c} = 6,656 \text{ (pH Ad)} - 0,098 \text{ (fop. FM)}$	0,684
	$Y_{2d} = 5,017 \text{ (pH Ad)} + 7,803 \text{ (pH FM)}$	0,676
	$Y_{2e} = 6,188 \text{ (pH Ad)} - 0,096 \text{ (fop. Ad)}$	0,669
	$Y_{2f} = - 0,117 \text{ (fop. Ad)} - 0,112 \text{ (fop. LD)}$	0,616
3	$Y_{3a} = 5,951 \text{ (pH Ad)} - 0,085 \text{ (fop. LD)} - 0,070 \text{ (fop. FM)}$	0,720
	$Y_{3b} = 3,727 \text{ (pH Ad)} + 6,736 \text{ (fop. FM)} - 0,081 \text{ (fop. Ad)}$	0,715
	$Y_{3c} = 4,032 \text{ (pH Ad)} + 6,940 \text{ (fop. LD)} - 0,087 \text{ (fop. Ad)}$	0,715
	$Y_{3d} = 5,578 \text{ (pH Ad)} - 0,067 \text{ (fop. Ad)} - 0,091 \text{ (fop. LD)}$	0,712
	$Y_{3e} = 4,207 \text{ (pH Ad)} + 5,039 \text{ (pH LD)} + 5,611 \text{ (pH FM)}$	0,695
	$Y_{3f} = - 0,092 \text{ (fop. Ad)} - 0,072 \text{ (fop. FM)} - 0,088 \text{ (fop. LD)}$	0,650

(1) remarque : la valeur maximum de R, c'est-à-dire celle obtenue en tenant compte des 6 variables considérées comme mesurables sur la demi-carcasse entière, est $R = 0,755$.

(2) dans toutes les équations présentées, le terme constant est nul puisque, pour le calcul, les variables prédictrices, comme la variable dépendante, ont été exprimées en écart aux moyennes de date d'abattage et avaient donc une moyenne nulle. Le terme constant (a) d'une équation de la forme $Y = a + b_1X_1 + b_2X_2$ peut être calculé selon la relation :

$$a = \overline{RT} - b_1\overline{X_1} - b_2\overline{X_2}$$

\overline{RT} , $\overline{X_1}$ et $\overline{X_2}$ étant les moyennes générales des variables RT, X_1 et X_2 (cf. tableau 2). Ainsi, pour l'équation 2a, on a $\overline{RT} = 84,94$, $\overline{X_1} = 5,98$ et $\overline{X_2} = 29,8$, d'où : $a = 48,30$.

TABEAU 7
QUELQUES ÉQUATIONS DE PRÉDICTION A 2 OU 3 VARIABLES UTILISANT
DES NOTATIONS SUBJECTIVES ET/OU DES MESURES OBJECTIVES RÉALISABLES
APRÈS DÉCOUPE PARISIENNE SUR LES MUSCLES DU JAMBON

Type de variables	Nombre de variables	Equation de prédiction	Valeur de R.
Notations subjectives seulement (4 variables)	2	Y _{2A} = 1,346 (not. hum.) + 0,922 (not. ten.) Y _{2B} = 1,316 (not. hum.) + 0,882 (not. col.) Y _{2C} = 1,238 (not. col.) + 1,170 (not. ten.)	0,600 0,597 0,583
	3	Y _{3A} = 1,025 (not. hum.) + 0,721 (not. ten.) + 0,641 (not. col.)	0,608
Mesures objectives seulement (20 variables)	2	Y _{2D} = 6,037 (pH Ad) - 0,108 (fop. LV) Y _{2E} = 8,088 (pH DM) - 0,100 (fop. LV) Y _{2F} = 8,521 (pH LV) - 0,098 (fop. LV) Y _{2G} = 6,713 (pH Ad) + 0,237 (imbib. LV) Y _{2H} = 6,565 (pH Ad) - 0,0126 (réfl. LV) Y _{2I} = 0,239 (imbib. LV) - 0,0135 (réfl. LV)	0,698 0,695 0,694 0,685 0,684 0,598
	3	Y _{3B} = 7,141 (pH LV) - 0,090 (fop. Ad) + 0,197 (imbib. LV) Y _{3C} = 4,182 (pH Ad) + 6,217 (pH LD) - 0,095 (fop. LV) Y _{3D} = 5,390 (pH Ad) - 0,085 (fop. LV) + 0,173 (imbib. LV) Y _{3E} = 4,994 (pH Ad) - 0,086 (fop. Ad) + 0,218 (imbib. LV) Y _{3F} = 5,902 (pH Ad) + 0,173 (imbib. LV) - 0,0092 (réfl. LV)	0,733 0,732 0,732 0,730 0,718
Notations subjectives et mesures objectives (24 variables)	2	Y _{2J} = 6,332 (pH Ad) + 1,418 (not. hum.) Y _{2K} = 8,642 (pH LV) + 1,272 (not. hum.) Y _{2L} = - 0,124 (fop. Ad) + 1,573 (not. hum.)	0,727 0,712 0,702
	3	Y _{3G} = 4,766 (pH Ad) + 1,313 (not. hum.) - 0,080 (fop. Ad) Y _{3H} = 6,409 (pH LV) + 1,190 (not. hum.) - 0,087 (fop. Ad) Y _{3I} = 5,281 (pH Ad) + 1,120 (not. hum.) - 0,071 (fop. LV) Y _{3J} = 5,865 (pH Ad) + 1,144 (not. hum.) - 0,0063 (réfl. LV)	0,764 0,758 0,757 0,740

A nombre égal de variables sélectionnées, la précision des « meilleures » équations du tableau 6 n'est que légèrement inférieure à celle des « meilleures » équations du tableau 7 : 0,688 contre 0,727 avec 2 variables, 0,720 contre 0,764 avec 3 variables. En d'autres termes, le fait d'avoir accès seulement à la demi-carrosse entière n'entraîne qu'une petite perte de précision. On a alors plutôt intérêt, si l'on se limite à 2 variables, à combiner une mesure de pH et une mesure de fibre optique, de préférence sur deux muscles différents (par exemple, équations 2a, 2b ou 2c). Si l'on souhaite employer un seul appareil, le pHmètre (équation 2d) est préférable à la sonde à fibre optique (équation 2f).

Cette étude a conduit à l'actualisation de l'indice IQV employé dans les stations CD. Il a été décidé, au vu de ces résultats, de conserver les mêmes mesures que précédemment (pH de l'Adducteur, réflectance et temps d'imbibition du Long vaste). Le nouvel indice (équation 3F) est appliqué depuis le début de l'année 1983 pour la sélection du porc sur la qualité de viande. Comparé à l'ancien indice de qualité de viande dont les coefficients ont été rappelés plus haut, le nouvel indice IQV a une précision accrue : R passe de 0,668 à 0,718.

Une dernière remarque à faire concerne le degré de précision de ces diverses équations de prédiction à 2 ou 3 variables : pour les plus précises d'entre elles, le coefficient de corrélation multiple est de l'ordre de 0,70-0,75. Il importe de bien voir que cet ordre de grandeur de R n'est pas aussi satisfaisant qu'il y paraît à première vue. Par exemple, pour la meilleure équation de prédiction à 3 variables (équation 3G), on a R = 0,764, d'où R² = 0,583 : ceci signifie que l'équation ne rend compte que de 58,3 p.cent de la variance du rendement technologique, 41,7 % de cette variance restant donc « inexplicée ». La meilleure façon d'apprécier cette relative imprécision est de raisonner en termes d'écart-type résiduel (s_E). Pour l'équation 3G, s_E est égal à 2,42. En d'autres termes, pour le rendement technologique, les valeurs **observées** des animaux qui ont la même valeur **prédite** par l'équation 3G se répartissent selon une distribution dont la moyenne est la

valeur prédite et dont l'écart-type est 2,42. Ainsi, environ 1/3 des animaux dont le rendement technologique prédit est égal à 85 p. cent ont un rendement technologique mesuré qui « sort » de l'intervalle 82,6-87,4 (soit $85 \pm s_E$). La valeur de prédiction des équations de régression multiple présentées ici est donc convenable mais sans plus. On est assez loin en particulier du degré de précision des équations de prédiction de la teneur en muscle d'une carcasse : à titre de comparaison, indiquons par exemple qu'en utilisant seulement des mesures linéaires sur la carcasse, on arrive à prédire la teneur en muscle avec des coefficients de corrélation multiple supérieurs à 0,90 (NAVEAU, 1977 ; POMMERET et ECOLAN, 1981).

CONCLUSION

La fabrication du « Jambon de Paris » a depuis longtemps été retenue en France comme la transformation de référence, en particulier pour la sélection sur la qualité de la viande de porc (cf. OLLIVIER et MESLE, 1963). Toutefois, comme le soulignent GOUTEFONGEA *et al.* (1978), les qualités requises de la matière première diffèrent selon le type de transformation et l'étude du seul rendement technologique de la fabrication du « Jambon de Paris », si elle permet de bien apprécier les principaux défauts de qualité de la viande chez le porc (notamment le phénomène PSE), n'a pas un caractère complètement exhaustif.

Cette réserve étant faite, la « batterie » d'équations de prédiction du rendement technologique qui ont été établies dans la présente étude devrait permettre à chaque utilisateur potentiel de choisir sur des bases plus sûres les prédicteurs les plus utiles de l'aptitude à la transformation selon :

- le temps disponible par porc pour le recueil de l'information (les notations subjectives présentent, de ce point de vue, un avantage),
- le type de matière première à juger (carcasse entière ou jambon après découpe),
- les disponibilités en matériel (le pHmètre reste l'appareil de base pour la prédiction).

Les valeurs de corrélation multiple rapportées ici permettent par ailleurs d'apprécier à sa juste valeur le pouvoir de prédiction des différentes équations. La précision des « meilleures » équations peut être qualifiée de convenable (nous retrouvons d'ailleurs des niveaux de précision comparables à ceux d'études antérieures réalisées en France) mais elle n'est pas exceptionnelle : il est de toute évidence plus facile de bien prédire sur la carcasse entière la quantité de viande contenue dans la carcasse que la qualité de cette viande, surtout si la prédiction de cette dernière intervient le jour même de l'abattage. Les problèmes posés, à l'heure actuelle, par la qualité de la viande chez le porc sont cependant suffisamment importants pour que les études sur ce sujet soient considérées comme de première priorité.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier O. SCHMITT (Laboratoire de Recherches sur la Viande, Jouy-en-Josas) pour ses conseils lors de l'établissement du protocole de l'expérimentation.

BIBLIOGRAPHIE

- HAMELIN M., TEFFENE O., 1969. Document ITP, 14 pages (octobre 1969).
- GOUTEFONGEA R., GIRARD J.P., JACQUET B., 1978. Journées Rech. Porcine en France, **10**, 235-248.
- GUNST R.F., MASON R.L., 1980. Regression analysis and its application : a data-oriented approach - Marcel Dekker, New York.
- Mc DOUGALL D.B., JONES S.J., 1975. 21st European Meeting of Meat Research Workers (August 31 - September 1, Berne), 113-115.
- NAVEAU J., 1977. Journées Rech. Porcine en France, **9**, 109-113.
- OLLIVIER L., MESLE L., 1963. Ann. Zootech., **12**, 173-179.
- POMMERET P., ECOLAN P., 1981. Techni-Porc, **4** (4), 7-16.