

Le poste jambon cuit représente 237 114 t sur la production totale de charcuterie salaison, d'après les statistiques établies pour l'année 2002 par la FICT (Fédération française des industriels charcutiers, traiteurs, transformateurs de viandes). Cette production se décompose en différents types de jambons suivant le cahier des charges retenu :

- le jambon cuit supérieur (y compris les jambons label et York) avec 194 250 t;
- le jambon choix avec 33 948 t;
- le jambon standard avec 8 916 t.

Le code des usages de la charcuterie, de la salaison et des conserves de viandes réglemente la composition de ces produits par les critères : PCL, adjonction de phosphore, HPD, Col/P, etc.

L'évolution de la demande du consommateur privilégie le jambon préemballé, prétranché. Ce conditionnement entraîne des contraintes supplémentaires pour le transformateur (rigueur pour éviter les contaminations microbiologiques, cadence élevée de tranchage).

Ces contraintes se font particulièrement ressentir sur la production de jambon cuit supérieur : les critères réglementaires relatifs à la composition chimique du produit sont exigeants pour éviter toute dérive de production. L'industriel doit connaître les relations entre la composition chimique de la matière première et celle du produit fini. La relation entre la matière première et la technologie du jambon cuit a été déjà largement relatée dans de nombreux travaux (Alviset et al. 1995; ARIP Bretagne-ITP, 1996; Jacquet et al., 1984; Lebreton et al., 2000; Minvielle et al., 2002).

Le produit semi-ouvert 5D (découenné, désossé, dégraissé, dénervé, dépiécé) évolue vers une utilisation encore plus ciblée des différentes parties du membre postérieur.

Pour cette raison, le CTSCCV se préoccupe de réactualiser les connaissances sur les caractéristiques morphologiques et chimiques du jambon frais. Cette publication fait suite à un travail sur les différents muscles de la cuisse de porc présenté par Boutten et al. (1998) et Boutten (2002). Elle concerne les caractéristiques physiques, chimiques et technologiques de muscles et les pièces anatomiques de la jambe de porc.

Ces muscles présentent des caractéristiques physiologiques différentes (Laborde et al., 1985) et représentent la majorité du poids des muscles du jambon.

Remerciements

Nous remercions l'Ofival de soutenir ce projet de caractérisation du jambon. Cette étude sur la couleur s'inscrit dans une démarche de compréhension des facteurs influençant la fabrication du jambon cuit.

Muscles de jambon

De fortes variétés individuelles

Les différents muscles qui peuvent entrer dans la composition du jambon présentent de fortes disparités de couleur inter-muscle et intra-muscle (face interne/externe). Le process atténue ces bicolorismes mais n'influe pas sur les différences de composition chimique. Le PH reste le meilleur indicateur de qualité.

Science et technique

BOUTTEN B.

CTSCCV
7 avenue du Général de Gaulle
94700 Maisons Alfort

L'étude colorimétrique évalue la couleur des principaux muscles de la jambe de porc sur une échelle de couleur internationale $L^*a^*b^*$ (CIE, 1976). Après malaxage et cuisson, la couleur est à nouveau mesurée sur les mêmes muscles.

Les paramètres chimiques étudiés sont mesurés par le laboratoire de chimie du CTSCCV.

Pour la matière fraîche, il s'agit du taux de : matière grasse, humidité, protéines, phosphore, collagène, glucides solubles totaux, glucides totaux, cendres.

Les critères calculés sont l'humidité du produit dégraissé (HPD), et le rapport collagène/protéine (Col/P).

Pour le produit fini, il s'agit du taux de : matière grasse, humidité, protéines, phosphore, collagène, glucides solubles totaux, glucides totaux. Les nitrites, nitrates, chlorures ont été également dosés mais ne sont pas analysés ici.

Le critère calculé est le PCL ((% de protéines totales - % de collagène)*100/(100 - % de lipides)).

L'étude technologique suit des prédicteurs possibles de la qualité du comportement technologique des différents muscles en transformation.

Il s'agit de la conductivité électrique, de la composante L^* de la couleur et du pHu. La qualité technologique a été appréhendée par un élément facilement mesurable : le rendement technologique (poids de viande mise en œuvre au départ sans saumure/poids du produit fini x 100).

GRANDE VARIATION DE COULEUR ENTRE LES MUSCLES.

Les valeurs colorimétriques dans le système Lab obtenues sur viande fraîche sont représentées tableau 1. Par analyse de variance, une différence significative ($p < 0.01$ %) entre les muscles est observée pour le L^* , le a^* et le b^* . Les valeurs de L^* sont données tableau 5.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les animaux utilisés sont de type génétique déterminé (croisement femelle (LW x LR) x mâle (LW x P)). Les muscles ou pièces anatomiques pris en compte dans cette étude d'après Guintard et al. (en cours de publication) sont :

- le semi-membraneux (SM) (muscle principal de la noix) ayant un poids approximatif de 1,2 kg;
- l'adducteur (Ad) (muscle de la noix) ayant un poids approximatif de 350 g;
- le quadriceps fémoral (QF) (principal composant de la noix pâtissière) ayant un poids approximatif de 1,2 kg;
- le nerveux (N) (gastrocnémien et fléchisseur) ayant un poids approximatif de 600 g;
- le jarret (J) (fléchisseur externe et interne) ayant un poids approximatif de 400 g;
- le long vaste (LV) (biceps femoris, glutéofémoral, fessier superficiel) ayant un poids approximatif de 1,8 kg;
- le semi-tendineux (ST) ayant un poids approximatif de 460 g;
- le fessier moyen (FM) (musculus gluteus medius d'après les Nomina Acta Veterinaria) ayant un poids de 330 g.

Distinguer face interne et externe

Les mesures de couleur, de conductivité, de pH ont été réalisées dans la partie centrale interne ou externe du muscle ou de la pièce anatomique dans le cas du jarret, du long vaste, du nerveux, du quadriceps fémoral, du semi-membraneux. Pour le semi-membraneux, la mesure est réalisée dans la partie centrale de la face interne et dans la zone conventionnelle de mesure du pH. Pour l'adducteur et le fessier moyen les mesures sont réalisées sur la section du muscle obtenue dans le jambon coupe ronde.

Le pH est mesuré avec un pHmètre Sydel pH plus (Sydel, Lorient, France).

Les mesures de couleur sont faites à l'aide du spectrophotomètre Minolta CM2002 dans le repaire CIE Lab 1976. La configuration de cet appareil est :

- géométrie à sphère intégratrice diffuse $d/8^\circ$;
- composante spéculaire incluse, la composante de la brillance est incluse;
- illuminant D65;
- observateur standard 10° ;
- temps d'acquisition de 3 secondes.

Les mesures de conductivité sont réalisées perpendiculairement dans le sens des fibres musculaires avec un conductimètre LF-Star CPU (Pöttmes, Ebenried, Allemagne) exprimées en mS/cm.

Tableau 1 : VIANDE FRAÎCHE : TOUTES LES COMPOSANTES DE LA COULEUR DIFFÉRENT

Muscle		a^*		b^*		Effectif
		Moyenne +/- écart type	Tukey	Moyenne +/- écart type	Tukey	
Adducteur	Interne	12,84 +/- 2,52	F-G	7,89 +/- 1,12	C-D-E	23
Long vaste	Externe	4,95 +/- 2,06	A	7,40 +/- 2,47	B-C	28
	Interne	9,95 +/- 3,52	D-E	8,09 +/- 3,74	C-D-E	28
Semi-membraneux	Externe	5,67 +/- 1,93	A-B	7,26 +/- 1,50	B-C-D	28
	Interne	8,16 +/- 2,53	B-C-D	6,79 +/- 3,05	B-C	28
Fessier moyen	Interne	7,86 +/- 2,22	B-C-D	9,44 +/- 1,79	D-E	28
Jarret	Externe	6,74 +/- 3,32	A-B	3,93 +/- 2,97	A	18
	Interne	14,44 +/- 2,76	G	7,01 +/- 2,04	C-D-E	28
Nerveux	Externe	9,55 +/- 3,87	C-D-E	7,94 +/- 3,38	B-C	23
	Interne	9,39 +/- 3,55	C-D-E	3,38 +/- 3,46	A	28
Quadriceps fémoral	Externe	4,44 +/- 2,69	A	4,84 +/- 2,29	A	28
	Interne	14,25 +/- 2,80	G	7,00 +/- 2,17	B-C	28
Semi-tendineux	Externe	4,85 +/- 2,21	A	9,68 +/- 2,48	E	28
	Interne	11,35 +/- 3,81	E-F	5,35 +/- 2,46	A-B	28

Valeur moyenne et écart type des différentes composantes de la couleur en fonction du muscle ou de la pièce anatomique.



Cette différence aurait été encore plus importante si nous avions tenu compte de l'effet jambon pris individuellement. Les données d'un même jambon auraient alors été appariées (ce qui serait possible dans notre situation, mais ne l'est pas en situation industrielle de barre de jambon cuit). Un test de Tukey a été utilisé pour classer la couleur des muscles ou des pièces anatomiques.

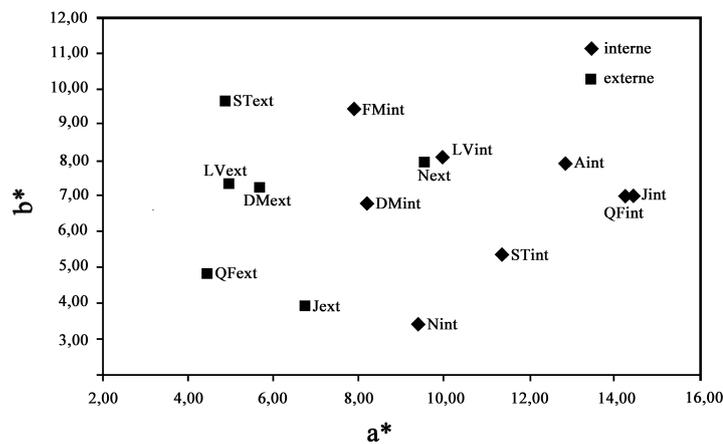
La composante L* traduit la notion de clarté du muscle, elle est donc reliée à l'humidité de surface et est influencée, entre autres, par le type de muscle et le pH de la viande. Elle intervient pour la prévision du comportement technologique (Jacquet et al., 1984; Marty-Mahé et al., 1999), ce qui explique son report dans la partie prédicteur technologique.

La composante a* traduit la composante vert-rouge de la couleur, fondamentale dans le cas de l'appréciation de la couleur de la viande par le consommateur.

Dans l'étude du bicolorisme, cette composante a* sépare les muscles en trois classes.

- Les muscles de coloration homogène: semi-membraneux, nerveux.
- Le test de Tukey ne montre pas ou peu de différence entre les valeurs a* de la face interne et de la face externe. Par exemple, le semi-membraneux fait partie pour sa face interne du groupe B-C-D et pour sa face externe au groupe A-B, il y a donc chevauchement.
- Les muscles à bicolorisme prononcé: jarret, quadriceps fémoral.

Figure 1 : BICOLORISME MARQUÉ POUR CHAQUE MUSCLE



Répartition des muscles ou pièces anatomiques pour une prise de mesure interne ou externe en fonction du a* et du b*

Le test de Tukey montre une forte différence entre les valeurs a* des faces interne et externe. Par exemple, la face interne du quadriceps fémoral fait partie du groupe G alors que sa face externe fait partie du groupe A. Les muscles à bicolorisme intermédiaire: long vaste, semi-tendineux. Pour l'intensité de coloration, a* permet également de classer les muscles ou pièces anatomiques en trois classes:

- ceux ayant une coloration interne rouge pâle (fessier moyen, semi-membraneux, nerveux);
- ceux ayant une coloration interne rouge intense (adducteur, quadriceps fémoral, jarret);
- ceux ayant une coloration intermédiaire (biceps fémoral, semi-tendineux).

La composante b* traduit la composante bleue jaune de la couleur. Elle est d'une interprétation difficile et

doit être fonction d'éléments tels que le tissu conjonctif intra et inter-musculaire et le gras intra et inter-musculaire.

La figure 1 donne une représentation spatiale de la répartition des composantes a* et b* de la couleur en fonction de la pièce anatomique. Elle montre bien la coloration plus renforcée de la partie interne par rapport à la face externe. L'écartement des colorations interne et externe pour une même pièce anatomique traduit l'intensité du bicolorisme de la pièce.

Les valeurs colorimétriques dans le système Lab obtenues sur produit cuit saumuré sont représentées tableau 2. Par analyse de variance, une différence significative entre les pièces anatomiques est observée pour L* (p < 0,01 %) et a* (p < 1 %) mais pas pour b*.

Tableau 2 : SAUMURAGE ET CUISSON HOMOGÉNÉISENT LA COULEUR

Jambon cuit	Moyenne +/- écart type						effectif
	L*	Tukey	a*	Tukey	a*	Tukey	
Adducteur	60,57 +/- 4,99	ABC	8,60 +/- 2,18	ABC	10,07 +/- 1,65	A	13
Long vaste	63,29 +/- 3,61	BCD	8,32 +/- 2,12	ABC	8,01 +/- 1,67	A	21
Semi-membraneux	67,63 +/- 3,40	D	7,38 +/- 1,62	AB	8,29 +/- 1,85	A	15
Fessier moyen	65,82 +/- 3,53	CD	7,15 +/- 1,57	A	8,97 +/- 1,97	A	17
Jarret	57,88 +/- 7,32	A	10,04 +/- 3,07	C	8,00 +/- 1,99	A	17
Nerveux	59,12 +/- 5,91	AB	9,85 +/- 2,97	BC	7,71 +/- 2,12	A	16
Quadriceps fémoral	61,91 +/- 4,71	ABC	8,92 +/- 2,17	ABC	8,21 +/- 1,83	A	21
Semi-tendineux	62,20 +/- 6,35	ABCD	8,82 +/- 2,78	ABC	8,01 +/- 1,73	A	16

Valeur moyenne et écart type des différentes composantes de la couleur sur produit cuit saumuré en fonction du muscle ou de la pièce anatomique

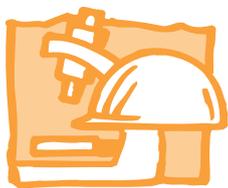


Tableau 3A : FORTES DISPARITÉS EN FRAIS

	Fessier moyen	Nerveux	Jarret	Adducteur	Semi tendineux
TMG	4.45 +/- 1.11	3.40 +/- 0.77	5.52 +/- 1.91	2.00 +/- 0.33	6.20 +/- 3.15
TH	72.50 +/- 0.59	74.52 +/- 0.69	73.47 +/- 1.30	74.60 +/- 0.25	72.38 +/- 2.41
TP	21.92 +/- 0.47	20.97 +/- 0.39	20.02 +/- 0.38	22.35 +/- 0.23	20.15 +/- 0.56
P2O5	0.47 +/- 0.03	0.46 +/- 0.02	0.40 +/- 0.02	0.47 +/- 0.02	0.47 +/- 0.04
Teol	0.97 +/- 0.14	1.34 +/- 0.21	1.59 +/- 0.29	0.80 +/- 0.12	0.89 +/- 0.18
GST	0.25 +/- 0.05	0.19 +/- 0.06	0.12 +/- 0.03	0.25 +/- 0.04	0.23 +/- 0.04
GT	0.34 +/- 0.07	0.29 +/- 0.08	0.19 +/- 0.03	0.35 +/- 0.07	0.31 +/- 0.02
TC	1.06 +/- 0.01	1.06 +/- 0.04	1.07 +/- 0.04	1.12 +/- 0.03	1.11 +/- 0.05
HPD	75.92 +/- 0.31	77.13 +/- 0.16	77.75 +/- 0.25	76.12 +/- 0.29	77.17 +/- 0.30
Col/P	4.43 +/- 0.66	6.37 +/- 1.03	7.93 +/- 1.33	3.55 +/- 0.60	4.45 +/- 0.94
pH48	5.57 +/- 0.12	5.68 +/- 0.11	6.14 +/- 0.04	5.70 +/- 0.17	5.54 +/- 0.04

Composition chimique de différents muscles ou pièces anatomiques du jambon frais (moyenne +/- écart type pour 6 échantillons)

Tableau 3A : 3 GROUPES DE MUSCLES

	semi membraneux	Quadriceps fémoral	Long vaste	ANOVA
TMG	3.40 +/- 0.88	3.03 +/- 0.77	6.18 +/- 2.09	**
TH	73.53 +/- 0.65	75.25 +/- 0.94	71.98 +/- 1.56	**
TP	21.84 +/- 0.44	20.58 +/- 0.61	20.68 +/- 0.29	***
P2O5	0.51 +/- 0.01	0.48 +/- 0.03	0.45 +/- 0.01	***
Teol	0.90 +/- 0.13	0.84 +/- 0.05	1.07 +/- 0.26	***
GST	0.31 +/- 0.08	0.18 +/- 0.04	0.30 +/- 0.11	**
GT	0.40 +/- 0.12	0.27 +/- 0.06	0.36 +/- 0.08	*
TC	0.89 +/- 0.28	1.11 +/- 0.04	1.07 +/- 0.05	NS
HPD	76.12 +/- 0.31	77.60 +/- 0.57	76.72 +/- 0.15	***
Col/P	4.10 +/- 0.57	4.10 +/- 0.31	5.17 +/- 1.27	***
pH48	5.67 +/- 0.21	5.64 +/- 0.77	5.57 +/- 0.15	***

*Composition chimique de différents muscles ou pièces anatomiques du jambon frais et ANOVA pour l'ensemble des muscles (moyenne +/- écart type pour 12 échantillons). (NS = $p > 5\%$, * = $p < 5\%$, ** = $p < 1\%$, *** = $p < 0.1\%$)*

Comme nous le montre le test de Tukey, par l'importance du recoupe-ment de la couleur des pièces anatomi-ques, les procédés de saumurage et de cuisson tendent à homogénéiser les couleurs.

a*, la composante vert-rouge de la couleur sépare les pièces anatomiques en trois groupes :

- couleur intense rouge: le jarret,
- couleur rouge pâle: le fessier moyen,
- couleur intermédiaire: les autres pièces anatomiques, toutes présentes dans le groupe B du test de Tukey.

La composition chimique des diffé-rents muscles ou pièces anatomiques sur produits frais est représentée tableaux 3A et 3B. Une analyse de variance en fonction des différents muscles a été réalisée. Elle montre que seules les cendres ne présentent pas de différence en fonction du type

de muscles. Les paramètres étudiés présentent une différence hautement significative ($p < 0.1\%$). Seuls les glucides totaux présentent une diffé-rence faiblement significative ($p < 5\%$). Pour le taux de matière grasse, le long vaste (dans notre situation de parage peu favorable) est fortement différent du semi membraneux, du quadriceps fémoral et de l'adducteur. Pour le taux d'humidité, c'est le qua-driceps fémoral qui diffère du fessier moyen, du semi tendineux et du long vaste. Le taux de protéines fait ressortir trois groupes de muscle :

- le semi membraneux, le fessier moyen et l'adducteur, à fort taux de protéines,
- le long vaste, le quadriceps fémoral, le jarret et le semi tendineux, font partie du groupe à faible taux de protéines,
- le nerveux étant en position intermé-diaire.

PEU DE RELATION SYSTÉMATIQUE EN COMPOSITION CHIMIQUE

Les principales pièces anatomiques dont la caractérisation chimique en produit frais a été réalisée, ont subi une transformation individuelle en micro jambon. Toutefois, les muscles de taille trop faible (tableau 4A) n'ont pu être utilisés pour les deux caracté-risations (matière première, produit transformé).

Une certaine classification peut être faite en fonction du type de muscle et du dosage.

Pour le taux de matière grasse, le groupe semi tendineux et long vaste est significativement différent des autres muscles. Il en va de même pour le taux d'humidité. Pour le taux de protéines, c'est le jarret avec un taux de protéines faible qui se distingue

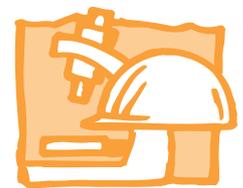


Tableau 4A : LE JARRET TRÈS FAIBLE EN PROTÉINES

Muscle	Fessier moyen	Nerveux	Jarret	Adducteur	Semi tendineux	Effectif
TMG	3.32 +/- 0.61	3.58 +/- 0.73	6.35 +/- 0.25	1.97 +/- 0.89	7.37 +/- 0.66	6
TH	69.78 +/- 0.83	70.22 +/- 1.00	69.18 +/- 0.16	71.05 +/- 0.86	66.55 +/- 0.33	6
TP	24.27 +/- 0.83	23.52 +/- 0.45	21.73 +/- 0.49	24.25 +/- 0.84	23.65 +/- 0.27	6
P2O5	0.47 +/- 0.02	0.43 +/- 0.02	0.39 +/- 0.02	0.48 +/- 0.02	0.45 +/- 0.02	6
Tcol	1.11 +/- 0.13	1.71 +/- 0.26	2.66 +/- 0.21	0.90 +/- 0.18	1.11 +/- 0.10	6
GST	0.27 +/- 0.05	0.22 +/- 0.01	0.15 +/- 0.02	0.25 +/- 0.07	0.23 +/- 0.11	6
GT	0.34 +/- 0.05	0.33 +/- 0.04	0.27 +/- 0.02	0.34 +/- 0.04	0.37 +/- 0.09	6
PCL	23.93 +/- 0.83	22.60 +/- 0.70	20.37 +/- 0.41	23.82 +/- 0.79	24.35 +/- 0.16	6
pH	5.57 +/- 0.12	5.68 +/- 0.11	6.14 +/- 0.04	5.70 +/- 0.17	5.54 +/- 0.04	6

Composition chimique de différents muscles ou pièces anatomiques du jambon cuit (moyenne +/- écart type pour 6 échantillons)

Tableau 4B : SEMI-TENDINEUX ET LONG VASTE PROCHES CHIMIQUEMENT

Muscle	Quadriceps fémoral	Long vaste	Semi membraneux	Effectif	ANOVA
TMG	3.79 +/- 1.87	6.60 +/- 2.62	4.00 +/- 1.66	12	***
TH	69.98 +/- 1.88	66.91 +/- 1.82	68.95 +/- 1.44	12	***
TP	23.50 +/- 0.92	23.83 +/- 0.90	24.44 +/- 1.00	12	**
P2O5	0.44 +/- 0.03	0.43 +/- 0.03	0.45 +/- 0.01	12	**
Tcol	1.11 +/- 0.21	1.33 +/- 0.22	1.17 +/- 0.25	12	***
GST	0.21 +/- 0.04	0.25 +/- 0.06	0.44 +/- 0.14	12	***
GT	0.30 +/- 0.03	0.35 +/- 0.05	0.50 +/- 0.15	12	***
PCL	23.27 +/- 1.08	24.09 +/- 0.70	24.23 +/- 0.93	12	***

*Composition chimique de différents muscles ou pièces anatomiques du jambon cuit et Anova pour l'ensemble des muscles (moyenne +/- écart type pour 12 échantillons). (NS = $p > 5\%$, * = $p < 5\%$, ** = $p < 1\%$, *** = $p < 0.1\%$)*

des autres muscles. Dans cette étude, le semi membraneux présente un taux de sucres solubles totaux plus important que les autres muscles. Au niveau du PCL, c'est le jarret qui se distingue défavorablement des autres muscles. La réalisation des micro fabrications de jambon cuit permet une étude de comportement technologique tant individuellement qu'anatomiquement. Un seul muscle provenant d'un seul animal est étudié à la fois. Toutefois une contrainte de poids rentre en compte. Un total de matière première supérieur à 1 kg est nécessaire pour : une analyse chimique avant transformation, la réalisation de la transformation et une analyse chimique après transformation. C'est ce qui explique que pour le suivi, seuls les pièces anatomiques ou les muscles d'un certain poids ont été utilisés : le semi membraneux, le quadriceps fémoral et le long vaste. La relation entre la composition chimique du muscle et celle du produit obtenu après malaxage-cuisson est complexe comme le montre le tableau 5. Peu de relations significatives sont observées. Ceci s'explique par l'influence de

Tableau 5 : INFLUENCE MAJEURE DES PARAMÈTRES INDIVIDUELS

	TMG-M	TH-M	TP-M	Tcol-M	GST-M	GT-M
TMG-J	0.37	-0.29	-0.32	0.24	0.09	0.14
TH-J	-0.41	0.36	0.30	-0.32	-0.35	-0.31
TP-J	-0.10	-0.03	0.28	0.13	0.40	0.30
Tcol-J	0.15	-0.13	-0.22	-0.13	0.15	-0.30
GST-J	-0.25	0.00	0.63	-0.17	0.58	0.59
GT-J	-0.20	-0.05	0.59	-0.10	0.61	0.63

Matrice de corrélation reliant les variables chimiques mesurées sur la matière première (M) et sur le produit fini (J), en gras les coefficients de corrélation significatif avec $p < 5\%$

paramètres individuels de qualité viande montrés par les valeurs de pH et de couleur. Ce suivi individuel a été complété par un suivi avec poolage de muscle quand celui-ci était trop petit. Les analyses ne résultent pas de la valeur d'un muscle mais de la moyenne de 6 muscles ou pièces anatomiques. Il y a donc perte de la réponse individuelle pour le jarret, le fessier moyen, l'adducteur, le

semi tendineux, le nerveux. Ce poolage a également été réalisé en calculant la moyenne des résultats obtenus pour le semi membraneux, le long vaste et le quadriceps fémoral. La valeur moyenne de ces résultats est donnée dans les tableaux 1 et 2. Les coefficients de corrélation liant les variables sont donnés tableau 6. Ils montrent une meilleure relation entre les variables mesurées sur la viande et

mesurées sur le produit fini. Par exemple, le taux de matière grasse sur muscle (TMG-M) et le taux de matière grasse sur jambon cuit (TMG-J) présentent un coefficient de corrélation de 0,93. Cette meilleure relation s'explique par la diminution de la variabilité du groupe par rapport à la variabilité individuelle. Il y a homogénéisation de la qualité de la matière première pour un groupe de muscle (les muscles ou pièces anatomiques d'un poids inférieur à 1 kg) sur 6 individus et pour l'autre (les muscles ou pièces anatomiques d'un poids supérieur à 1 kg) sur 12 individus.

PAS DE RELATION ENTRE L* ET RENDEMENT TECHNOLOGIQUE

Les mesures de la composante L* de la couleur, du pH et de la conductivité (tableau 7) montrent une différence significative entre les muscles ($p < 0,01$ %) aussi bien pour les prises de mesure sur la face interne que sur la face externe. Les prises de mesures sont significativement différentes entre la face interne et la face externe ($p < 0,01$ %). Aucune corrélation n'est trouvée entre la mesure de la composante L* de la couleur et le rendement technologique, en considérant les muscles séparément, contrairement à de nombreuses publications qui montrent l'aspect prédictif de la composante L* dans la prévision du rendement technologique (Jacquet et al., 1984; Frank et al., 2000). Une situation analogue est observée pour la conductivité.

Tableau 6 : BONNE CORRÉLATION ENTRE TAUX MATIÈRES GRASSES SUR LE MUSCLE ET SUR LE PRODUIT FINI

	TMG-M	TH-M	TP-M	P2O5-M	Tcol-M	GST-M	GT-M
TMG-J	0.93	-0.65	-0.83	-0.40	0.35	-0.15	-0.30
TH-J	-0.88	0.78	0.57	0.05	0.01	-0.26	-0.13
TP-M	-0.39	-0.08	0.76	0.84	-0.82	0.86	0.93
P2O5-J	-0.51	0.05	0.82	0.69	-0.83	0.60	0.71
Tcol-J	0.36	-0.02	-0.58	-0.83	0.97	-0.70	-0.77
GST-J	-0.25	-0.14	0.58	0.77	-0.50	0.82	0.84
GT-J	-0.13	-0.21	0.45	0.75	-0.48	0.79	0.81

Matrice de corrélation reliant les variables chimiques mesurées sur la matière première et sur le produit fini, en gras les coefficients de corrélation significatif avec $p < 5$ %.

Cette absence de relation entre le L* et le rendement technologique peut s'expliquer :

- par la diversité des sites de mesures, face externe face interne;
- par les différences de muscles;
- par les différences d'historique de la viande, l'âge varie entre 1 et 7 jours;
- par la non-homogénéité du parage.

Toutefois la grande majorité de ces contraintes sont rencontrées en sites industriels. Nos résultats sur la couleur ne doivent pas être éloignés d'une situation où il n'y aurait pas couplage entre l'abattage et la transformation.

Les mesures du pH (tableau 7) montrent une différence significative entre les muscles ($p < 0,01$ %) aussi bien pour les prises de mesure sur la face interne que sur la face externe. Les prises de mesures sont significativement diffé-

rentes entre la face interne et la face externe ($p < 0,01$ %). Il est à remarquer que le jarret se dégage fortement des caractéristiques des autres muscles si l'on considère le pH. C'est une conséquence de la composition en fibre rouge oxydative de cette pièce anatomique (Laborde et al., 1985).

Les relations entre les indicateurs de qualité que sont le pH, la composante L* de la couleur et la conductivité ont été analysées avec les caractéristiques chimiques mais également avec le rendement technologique, en individuel pour les muscles ou pièces anatomiques importante (tableau 8) (long vaste, quadriceps fémoral, semi membraneux).

L'analyse individuelle montre les relations classiques entre pH, composante L* de la couleur, glucides solubles totaux et rendement technologique. Les relations trouvées entre les variables

Tableau 7 : MESURES PHYSIQUES : DE GRANDES VARIATIONS AUSSI ENTRE MUSCLE

Muscle	Moyenne +/- écart type effectif			Significativité	
	Conductivité	pH	L*		
Externe	QF	11.38 +/- 2.32 n = 28	5.73 +/- 0.20 n = 28	51.64 +/- 4.89 n = 28	****
	FM	12.92 +/- 1.10 n = 28	5.64 +/- 0.17 n = 28	47.60 +/- 4.07 n = 28	
	N	12.58 +/- 1.43 n = 23	5.71 +/- 0.13 n = 23	47.33 +/- 6.19 n = 23	
	J	7.31 +/- 1.94 n = 18	6.13 +/- 0.12 n = 18	47.67 +/- 7.88 n = 18	
	SM	13.94 +/- 1.16 n = 28	5.63 +/- 0.16 n = 27	50.07 +/- 2.99 n = 28	
	A	12.89 +/- 1.68 n = 20	5.73 +/- 0.14 n = 21	36.38 +/- 3.59 n = 23	
	LV	12.98 +/- 1.43 n = 27	5.63 +/- 0.16 n = 27	52.85 +/- 3.64 n = 27	
Interne	ST	12.07 +/- 1.20 n = 27	5.70 +/- 0.21 n = 28	59.07 +/- 4.15 n = 28	****
	QF	11.03 +/- 0.87 n = 28	6.20 +/- 0.25 n = 28	37.58 +/- 4.63 n = 28	
	N	9.90 +/- 1.87 n = 28	5.94 +/- 0.21 n = 28	43.83 +/- 4.91 n = 28	
	J	7.38 +/- 2.11 n = 28	6.11 +/- 0.19 n = 28	37.95 +/- 3.17 n = 28	
	SM	12.94 +/- 1.24 n = 28	5.62 +/- 0.16 n = 27	52.23 +/- 5.17 n = 28	
	LV	13.27 +/- 1.03 n = 7	5.71 +/- 0.20 n = 27	48.93 +/- 5.18 n = 27	
ST	12.39 +/- 0.75 n = 7	5.98 +/- 0.26 n = 28	42.32 +/- 5.48 n = 28		

Valeurs de conductivité, de pH, de composante L de la couleur sur la face externe ou interne des muscles (**** : $p < 0,01$ %).*

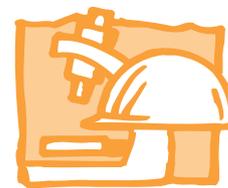


TABLEAU 8 : RELATIONS CLASSIQUES ENTRE INDICATEURS DE QUALITÉ

	rdt	PH	L*	conduc	TMG-M	TH-M	TP-M	Tcol-M	GST-M	GT-M
rdt	1.00	0.77	-0.45	-0.06	-0.25	0.30	0.30	-0.23	-0.58	-0.33
PH	0.77	1.00	-0.30	-0.43	-0.31	0.44	0.06	-0.13	-0.62	-0.43
L*	-0.45	-0.30	1.00	-0.01	0.52	-0.34	-0.71	0.21	-0.03	-0.28
conduc	-0.06	-0.43	-0.01	1.00	0.37	-0.54	0.32	0.30	0.05	0.23
TMG-M	-0.25	-0.31	0.52	0.37	1.00	-0.94	-0.50	0.64	-0.12	-0.12
TH-M	0.30	0.44	-0.34	-0.54	-0.94	1.00	0.22	-0.61	-0.04	-0.03
TP-M	0.30	0.06	-0.71	0.32	-0.50	0.22	1.00	-0.30	0.22	0.25
Tcol-M	-0.23	-0.13	0.21	0.30	0.64	-0.61	-0.30	1.00	-0.30	0.03
GST-M	-0.58	-0.62	-0.03	0.05	-0.12	-0.04	0.22	-0.30	1.00	0.62
GT-M	-0.33	-0.43	-0.28	0.23	-0.12	-0.03	0.25	0.03	0.62	1.00

Matrice des coefficients de corrélation entre les variables de qualité, les caractéristiques de composition chimique de la viande et le rendement technologique évalués sur muscle individuellement

chimiques que sont le taux de matière grasse libre (TMG), d'humidité (TH) et de protéines (TP) sont fortement dépendantes du mode de calcul de ces valeurs. Nous travaillons en pourcentage sur la matière totale.

LE pH RESTE LE MEILLEUR PRÉDICTEUR DE QUALITÉ

Les muscles du jambon présentent un bicolorisme important. Deux approches de ce bicolorisme doivent être faites, l'une intra-musculaire, l'autre inter-musculaire.

Le bicolorisme intra-musculaire concerne principalement la noix pâtissière et le jarret. Il n'a pas d'influence sur le produit fini car il résulte d'une différence de couleur entre la partie interne et externe d'une pièce anatomique. Or, dans le jambon cuit, c'est principalement la partie interne qui est observée, sur la tranche de jambon.

Le bicolorisme inter-musculaire concerne le fessier moyen et le jarret et est évalué par la composante a* de la couleur en profondeur du muscle. Ce bicolorisme a une influence sur le bicolorisme du jambon cuit, qui est lui aussi évalué dans la partie interne du muscle cuit, sur la tranche de jambon. La technologie de saumurage, de malaxage et de cuisson atténue les disparités sur le produit fini, comme nous le montre l'importance du groupe B central dans le test de Tukey. Des deux extrêmes, muscle pâle (fessier moyen) et muscle rouge foncé (jarret), c'est cette deuxième catégorie qui nuit le plus à la conformité du produit, le consommateur recherchant un produit rosé. Il est à remarquer que juste après le jarret (a* = 10,04), c'est le nerveux (a* = 9,85) qui peut être cause de bicolorisme au sein du jambon.

Les relations entre caractéristiques de la matière première et celles du produit fini sont complexes. Elles font

intervenir les différentes caractéristiques physiques et chimiques de la pièce anatomique utilisée mais également les différences liées aux caractères qualitatifs de cette matière première montrés par les valeurs de pH et de couleur. Ces différences s'expriment de façon variable suivant le type de fabrication réalisée, travail de jambon individuel (tableau 5 et 8) ou par poolage dans des produits type barre de jambon (tableau 8).

L'étude des valeurs de conductivité, de la composante L* de la couleur et du pH, montre que dans des conditions non contrôlées d'approvisionnement, le pH est le meilleur prédicteur de la qualité viande pour la fabrication de jambon cuit supérieur pour les différents muscles ou pièces anatomiques étudiées.

B I B L I O G R A P H I E

AMSA 1991. Guidelines for meat color evaluation. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL.

G. ALVISET, J. BRAUD, E. VIDAL. 1995. Influence du pH ultime et de trois génétiques sur la qualité du tranchage des jambons label rouge commercialisés en libre service. Bull. Liaison CTSCCV, 5, 1, 10-24.

ARIP BRETAGNE-ITP 1996. Influence de la qualité de la matière première sur les rendements et pertes au tranchage des jambons cuits supérieurs sans gras de couverture commercialisés en libre service. Viandes Prod. Carnés, 17, 3, 95-100.

B. BOUTTEN, R. GONDOUIN, J.L. MARTIN, L. LE GUERN, J.L. VENDEUVRE, B. JACQUET. 1998. Les différents muscles de la cuisse de porc entrant dans la composition du jambon. Bull. Liaison CTSCCV, 8, 1, 3-10.

B. BOUTTEN. Composition chimique de la cuisse de porc: influence de l'âge, du pH ultime, et du type génétique. Bull. de Liaison du CTSCCV, 2002, 3, 15-21.

M. FRANCK, G. MONIN, C. LEGAULT 2000. Observations complémentaires sur le jambon déstructuré, caractérisation du phénomène par le pH et la couleur du muscle semi-membraneux. Journées de la Recherche Porcine en France, 32, 345-349.

C. GUINTARD, E. BETTI, B. BOUTTEN, A. NICTOU, S. CHATELIER, G. DAUMAS. L'anatomie du muscle fessier superficiel chez le

Porc: intérêt en charcuterie. En cours de publication Bulletin de liaison du CTSCCV.

B. JACQUET, P. SELIER, J.P. RUNAVOT, D. BRAULT, Y. HOUIX, C. PERROCHEAU, J. GOGUE, J. BOULARD. Prédiction du rendement technologique de la fabrication du jambon de Paris à l'aide de mesures prises à l'abattoir. Journées Rech. Porcine en France 1984, 49-58.

D. LABORDE, A. TALMANT, G. MONIN, 1985. Activités enzymatiques métaboliques et contractiles de 30 muscles du porc. Relation avec le pH ultime atteint après la mort. Reprod. Nutr. Dévelop., 25, 619-628.

B. LEBRET, H. JUIN, J. NOBLET, M. BONNEAU. 2000. Effets comparés de deux méthodes d'augmentation de l'âge à l'abattage des porcs sur la composition de la carcasse et des muscles, et la qualité sensorielle de la viande. Journée Rech. Porcine en France, 32, 329-335.

P. MARTY-MAHÉ, D. LEGEARD, PH. LOISEL, PH. MARCHAL. 1999. Evaluation, par vision numérique, de la qualité de jambons frais, mesure du gras de couverture et évaluation de la couleur. Journées Rech. Porcine, 31, 309-313.

B. MINVIELLE, B. BOUTTEN, G. ALVISET, G. DESCHODT, L. GOU-REAU, J. BOULARD, P. LE STRAT, Y. HOUIX. 2002. Composition chimique des muscles de jambons frais et des jambons cuits: influence de l'âge à l'abattage et de la classe de pH ultime. Journée Rech. Porcine en France, 34, 7-13.