

## CARACTERISTIQUES DE LA VIANDE DE PORC, DE TRANSFORMATION

*R. GOUTEFONGEA (1), J.P. GIRARD (1) et B. JACQUE (2).*

*(1) Station de Recherches sur la viande  
I.N.R.A. - Theix - 63110 Beaumont*

*(2) Centre technique de la Salaison, de la charcuterie et des conserves de viandes  
MNE - 149, Rue de Bercy - 75579 Paris Cedex 12.*

La majeure partie, environ 70 %, de la viande de porc est consommée sous forme de produits transformés dont la variété, tant dans les modes de fabrication que dans la présentation et les qualités organoleptiques, est une caractéristique essentielle. En effet, bien que certains puissent estimer que cette diversité est encore insuffisante et reprocher aux transformateurs leur manque d'imagination novatrice, le simple examen du code des usages établi par le Centre Technique de la Salaison, de la Charcuterie et des conserves de viande montre que le nombre de produits différents élaborés à partir de la carcasse de porc couvre une gamme très étendue faisant appel à des technologies très différentes et nécessitant de la part de la matière première des aptitudes, donc des caractéristiques, différentes, spécifiques de chaque produit fabriqué.

Une autre caractéristique de diversité se situe au niveau de la qualité desdits produits. Si la viande de porc fraîche est souvent considérée, du moins en France, comme une viande de grande consommation, certains des produits issus de sa transformation possèdent une image de marque de haute qualité, (jambon sec, saucisson sec) alors que d'autres correspondent plus, dans l'esprit du consommateur, à des produits de qualités organoleptiques quelconques destinés à une consommation de masse (certains jambons ou épaules cuits, certains pâtés et saucisses). Encore convient-il de remarquer que, pour chaque type de produit, il existe une très grande variabilité dans la qualité, en général assez étroitement liée au prix de vente.

Enfin, on peut noter que l'attention du consommateur semble se porter de plus en plus sur les aspects nutritionnels et diététiques et il est probable que, à plus ou moins longue échéance, on s'orientera vers une réduction ou au moins une limitation plus stricte de l'emploi des additifs dont certains peuvent pallier des insuffisances de caractéristiques de la matière première, du moins dans certaines limites. Ceci aura pour effet, pour le transformateur, et par voie de conséquence pour le producteur, de donner une importance accrue aux propriétés intrinsèques de la viande de porc.

### ● LES QUALITES DU PRODUIT TRANSFORME

Un produit transformé doit être vendu, donc il doit correspondre à un besoin et présenter certains critères de présentation appréciables avant l'achat, comme l'aspect général, la teneur apparente en gras, la couleur, l'homogénéité, et lors de la consommation, comme le goût, la texture, la consistance. Il ne faut pas oublier à ce sujet que dans l'esprit du consommateur, un type de produit donné correspond à un ensemble de critères qui doivent être reproductibles dans le temps et l'espace.

En outre, pour chaque catégorie de produit, l'obtention d'un rapport qualité/prix acceptable nécessite que le rendement technologique soit suffisamment élevé.

Enfin, une qualité bactériologique indispensable doit être obtenue, mais ce problème n'entrant pas dans notre propos, nous le supposons résolu.

Le transformateur dispose d'un arsenal de traitements technologiques qui, appliqués à une matière première de caractéristiques déterminées, donnent naissance à des produits définis. Bien que certaines variantes puissent être introduites dans le processus de fabrication et par là, infléchir dans un sens ou un autre les critères de qualité du produit, il est bien évident que ces critères sont surtout prédéterminés par les caractéristiques de la matière première, les importances relatives du processus de fabrication et de la matière première étant

étroitement dépendantes du type de produit fabriqué. On peut d'ailleurs classer les produits transformés en quatre grands types selon que leur processus de fabrication nécessite un stade de cuisson ou non (produits cuits ou produits secs) et selon que les caractéristiques anatomiques initiales sont peu modifiées (jambon de différentes sortes) ou par opposition, que broyage, malaxage, mélange, etc., sont utilisés (saucissons, saucisses, pâtés, etc...).

Nous allons donc chercher à définir, dans un premier temps, les caractéristiques de la matière première et les principaux facteurs de leur déterminisme puis, dans un second temps, nous analyserons l'influence de ces caractéristiques sur les qualités des produits transformés, soit par action directe soit par interaction.

## ● LES CARACTERISTIQUES DE LA MATIERE PREMIERE

La viande de porc considérée comme matière première de transformation est constituée de deux composants essentiels, le tissu musculaire et le tissu adipeux. Ils présentent des caractéristiques propres et nous les étudierons donc successivement

### — Le tissu musculaire :

#### ■ le pH

Chez l'animal vivant, le pH musculaire est voisin de la neutralité ou légèrement supérieur. Après la mort, l'hydrolyse de l'ATP, sous l'action des activités ATPasiques musculaires, puis la dégradation du glycogène en acide lactique entraînent un abaissement du pH jusqu'à des valeurs de l'ordre de 5,50 à 5,70. Si le stock de glycogène initial est suffisant, la chute de pH s'arrête par inactivation en pH acide des activités enzymatiques en cause, mais dans le cas d'insuffisance de ces réserves, (animaux fatigués ou stressés par exemple) le pH se stabilise à des valeurs supérieures (6,00 ou même plus) par épuisement du glycogène générateur d'acide lactique.

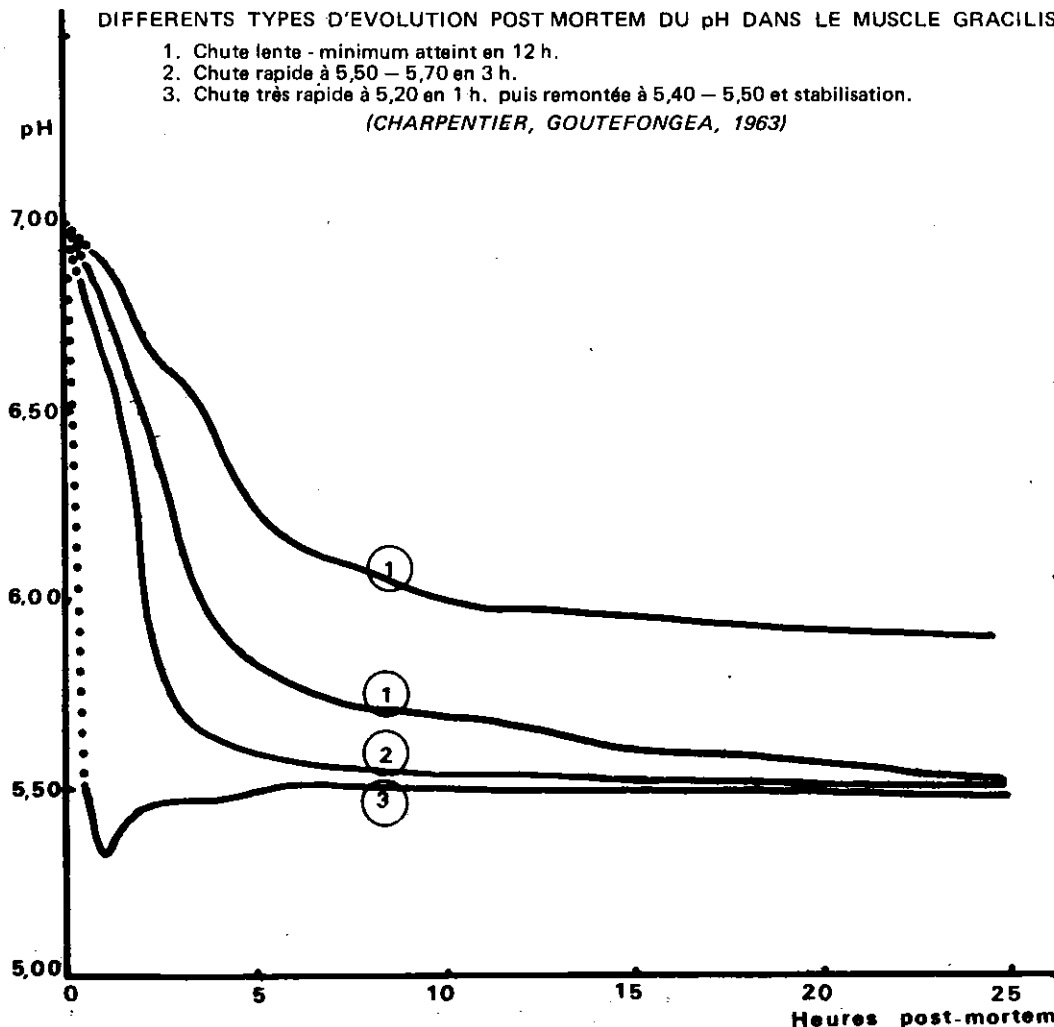
Quelle que soit la valeur finale atteinte, la cinétique d'évolution du pH peut présenter de larges variations, (figure 1) sous l'influence de l'activité ATPasique globale du muscle *post mortem*, l'activité glycolytique étant déterminée par la demande en ATP (BENDALL, 1960).

FIGURE 1

DIFFERENTS TYPES D'EVOLUTION POST MORTEM DU pH DANS LE MUSCLE GRACILIS

1. Chute lente - minimum atteint en 12 h.
2. Chute rapide à 5,50 - 5,70 en 3 h.
3. Chute très rapide à 5,20 en 1 h. puis remontée à 5,40 - 5,50 et stabilisation.

(CHARPENTIER, GOUTEFONGEA, 1963)



Dans des conditions normales, la principale activité ATPasique musculaire est liée à la myosine, protéine de la structure myofibrillaire et est régulée par le taux de  $Ca^{++}$  libre dans le sarcoplasme, taux maintenu inférieur à  $10^{-7}$  M grâce à l'activité du réticulum sarcoplasmique, elle-même dépendante de la présence d'ATP. Tant qu'il reste de l'ATP dans le muscle et si le réticulum sarcoplasmique fonctionne correctement, la chute de pH est relativement lente jusqu'à l'obtention de la valeur finale. Par contre, toute cause perturbant l'activité du réticulum sarcoplasmique en réduisant son aptitude à réguler le taux de  $Ca^{++}$  libre entraîne une accélération de la glycolyse et une chute de pH beaucoup plus rapide.

Un tel phénomène d'inhibition du réticulum sarcoplasmique peut être causé par une conjonction pH bas-température élevée, ce qui est le cas chez le porc abattu dans des conditions de stress. En outre, les animaux de certaines races ou lignées semblent posséder un réticulum sarcoplasmique particulièrement sensible à ces conditions de pH et de température (MONIN, 1976). Comme nous le verrons plus loin, une chute de pH rapide et de grande amplitude est en général associée à la production de viandes exsudatives et nous voyons ici une explication possible à la production plus fréquente de viandes exsudatives par certaines races.

Cependant, l'importance de la chute de pH est dépendante du stock de glycogène initial et si celui-ci est faible, par suite de contractions musculaires au cours de transport ou d'excitations diverses *ante mortem*, une chute rapide de pH peut aboutir à un pH final élevé. Deux animaux parfaitement identiques sur le plan de la vitesse de chute du pH peuvent donc fournir des viandes à pH ultimes très différents, selon les conditions dans lesquelles ils sont avant l'abattage.

#### ■ Le pouvoir de rétention d'eau

Le tissu musculaire contient environ 75 % d'eau ; le pouvoir de rétention d'eau mesure l'aptitude de la viande à retenir cette eau. En fait, une partie de l'eau est liée fortement, du fait du caractère dipolaire de la molécule d'eau, aux charges libres portées par les chaînes polypeptidiques des protéines ; mais la majeure partie est constituée d'amas de molécules d'eau retenues par effet stérique dans le réseau formé par ces mêmes chaînes. Ainsi, toute cause ayant pour effet une modification de configuration de ce réseau a une répercussion sur le pouvoir de rétention d'eau. En effet, lorsque le pH s'abaisse après la mort, il se rapproche du point isoélectrique moyen des protéines musculaires, aux environs de 5,3 ; ceci entraîne une diminution progressive du nombre de charges négatives portées par les chaînes polypeptidiques et, par conséquent, de l'effet de répulsion qu'elles entretenaient ; en outre, il se forme des ponts intra-chaînes dus à des cations divalents tels  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$ , ce qui se manifeste par une augmentation des fractions liées de ces cations ; il s'en suit donc un resserrement du réseau et une diminution de l'aptitude de la viande à retenir l'eau. Ceci correspond à l'abaissement du pouvoir de rétention d'eau que l'on observe au cours des heures suivant l'abattage et qui atteint un minimum lorsque l'état de rigor mortis est complètement installé (fig. 2). Le pouvoir de rétention d'eau d'une viande est donc étroitement relié à la valeur du pH ultime atteint et d'autant plus élevé que celui-ci reste éloigné du point isoélectrique des protéines musculaires.

La vitesse avec laquelle le pH ultime est atteint a également une influence sur le pouvoir de rétention d'eau. En effet, lorsque la chute de pH est rapide, on atteint un pH bas ( $\leq 6,0$ ) alors que la température du muscle est encore élevée ( $40^{\circ}$ ). Il en résulte d'une part une augmentation par rapport à des conditions normales de pH et de température, des quantités de cations divalents  $Ca^{++}$  et  $Mg^{++}$  fixés sur les chaînes protéiques (tableau 1) et d'autre part des modifications structurales des protéines sarcoplasmiques, se manifestant par une diminution de solubilité (fig. 3), et myofibrillaires qui montrent, outre une diminution de solubilité, un changement de conformation de la molécule d'actomyosine (fig. 4 et 5). Ces modifications conduisent à réduire le pouvoir de rétention d'eau (GOUTEFONGEA, 1971).

TABLEAU 1

AUGMENTATION ENTRE 0 et 24 HEURES  
POST MORTEM DES FRACTIONS LIEES DE CALCIUM  
MAGNESIUM et (Ca + Mg) (en p. 100 des teneurs totales)

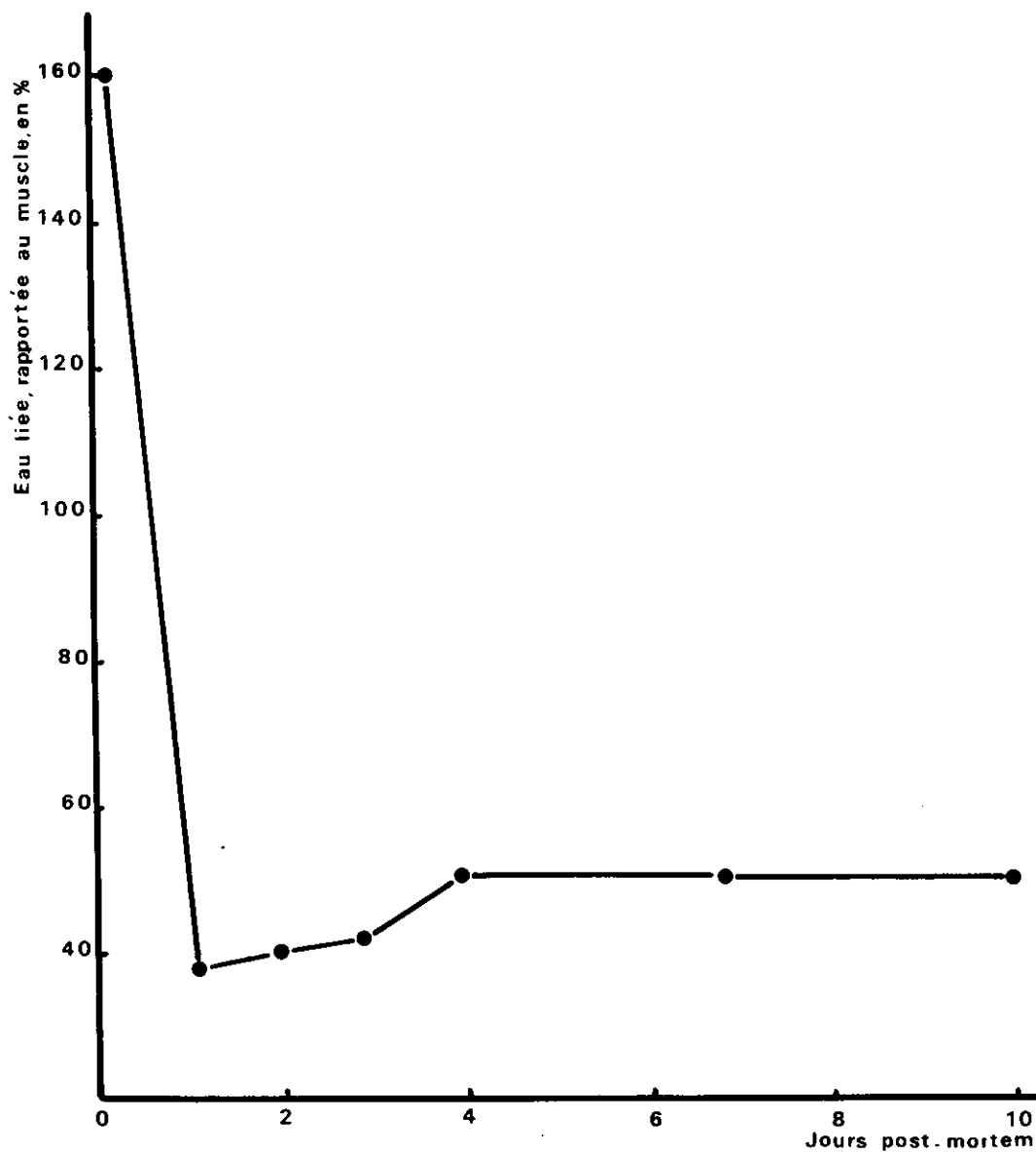
N°	POUVOIR DE RETENTION D'EAU (% d'eau libre)	Ca	Mg	Ca + Mg
1	33,4	24,5	17,0	20,0
2	28,8	11,3	25,8	22,1
3	25,4	17,9	18,6	18,8
4	24,0	12,8	14,4	13,8
5	22,2	3,3	13,0	13,5
6	22,0		8,2	
7	21,4		10,9	
8	20,4		9,8	
9	20,0	8,0	11,7	10,8
10	19,4	8,0	16,4	17,0
11	19,4	9,7	1,5	4,2
12	18,4	11,4	5,7	8,5
13	17,6	13,6	2,3	7,1
14	16,4		3,8	
15	15,6	10,0	2,7	5,2
16	11,6	3,0	4,3	4,7

COEFFICIENT DE CORRELATION  
ENTRE LE POUVOIR  
DE RETENTION D'EAU ET L'AUGMENTATION  
AU COURS DES 24 HEURES SUIVANT  
LA MORT DES FRACTIONS LIEES DE CALCIUM  
MAGNESIUM et (Ca + Mg)

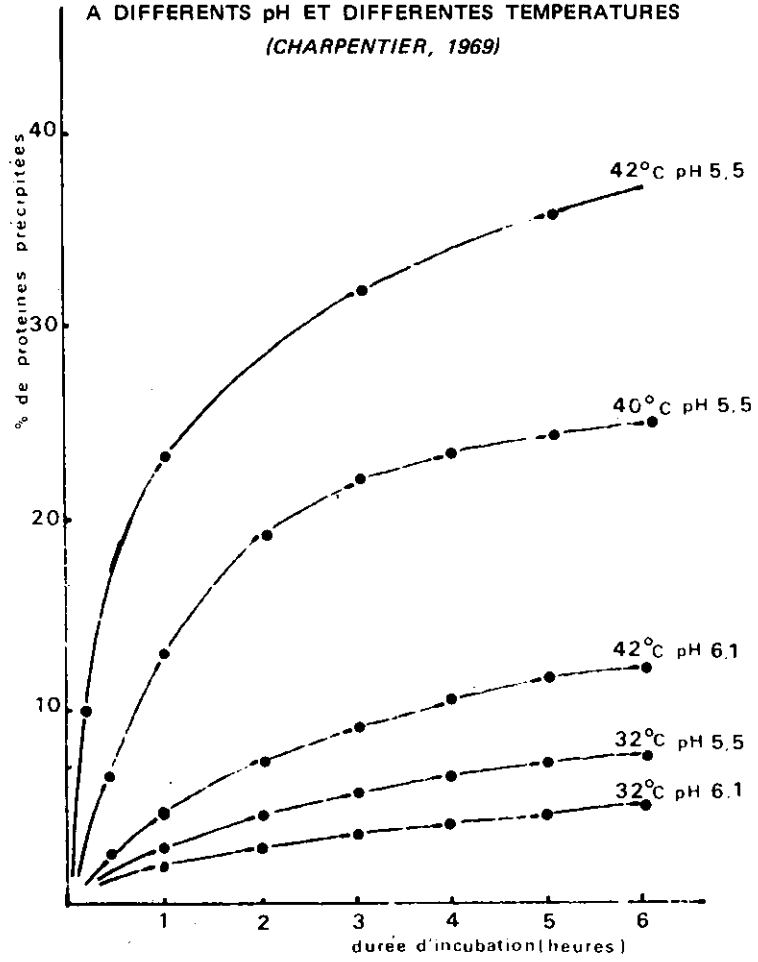
	Ca	Mg	(Ca + Mg)
Pouvoir de rétention d'eau	+0,72 S	+0,78 S	+0,85 S
	S = Significatif à P = 0,01		

Lorsque l'on aborde le stade de la résolution de la rigor mortis, le pouvoir de rétention d'eau a tendance à augmenter légèrement, par suite de la rupture de certaines liaisons (fig. 2).

**FIGURE 2**  
EVOLUTION DU POUVOIR DE RETENTION D'EAU POST MORTEM  
(HAMM, 1960)



**FIGURE 3**  
 PRECIPITATION DES PROTEINES SARCOPLASMIQUES  
 A DIFFERENTS pH ET DIFFERENTES TEMPERATURES  
 (CHARPENTIER, 1969)



**FIGURE 4**  
 SOLUBILITE DES PROTEINES MYOFIBRILLAIRES EN FONCTION DU pH ET DE LA TEMPERATURE  
 (GOUTEFONGEA, 1971)

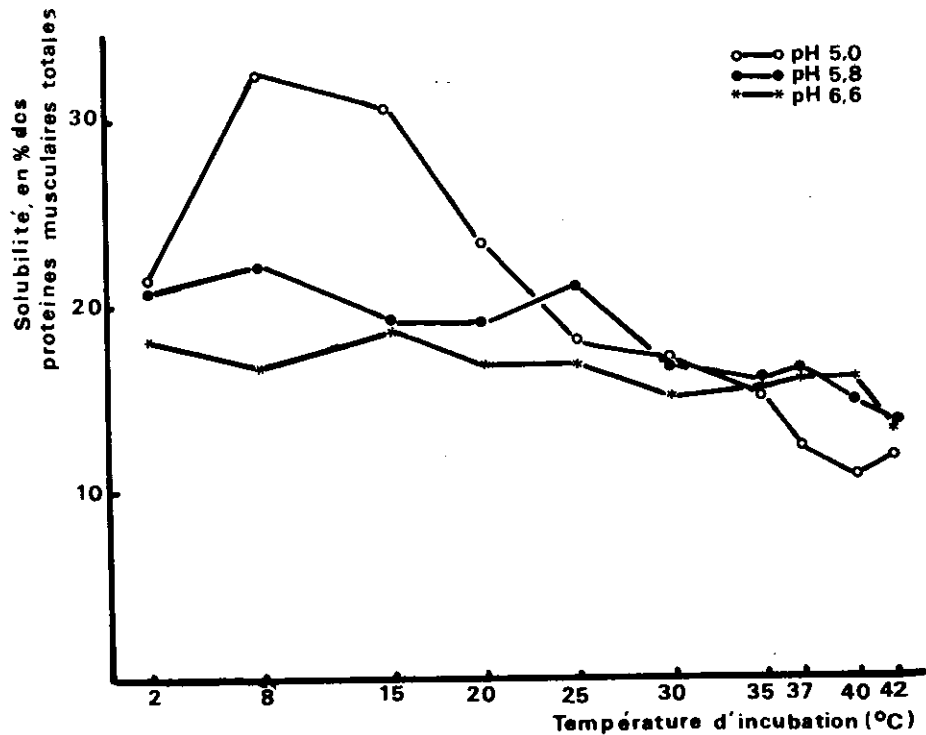
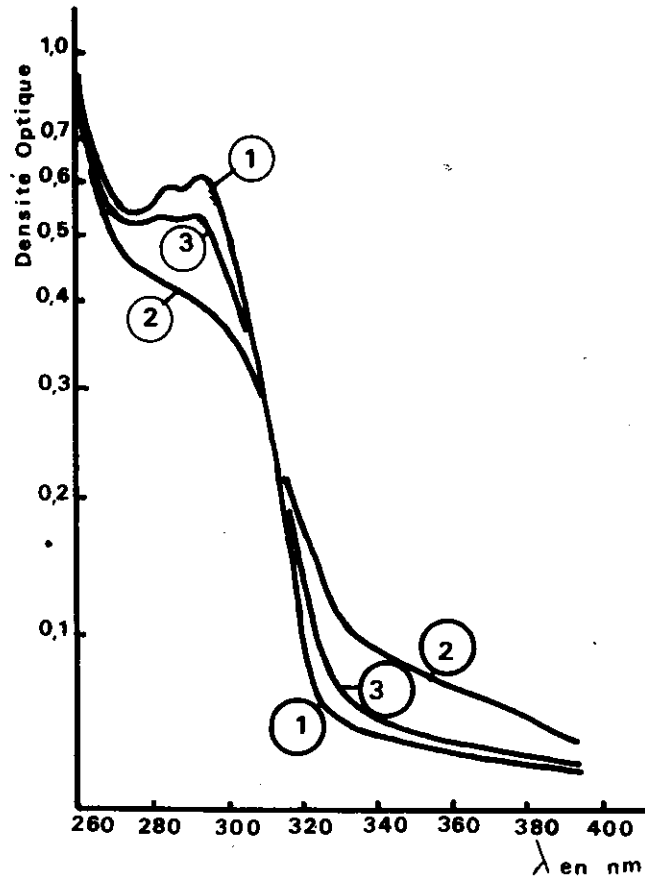


FIGURE 5

SPECTRE D'ABSORPTION EN LUMIERE ULTRAVIOLETTE ET A pH 13  
D'ACTOMYOSINE FORMEE DANS DIFFERENTES CONDITIONS DE pH ET DE TEMPERATURE :

1. pH 5,0 - Température 8°C
2. pH 5,0 - Température 42°C
3. pH 5,4 - Température 25°C

(GOUTEFONGEA, 1971)



#### ■ La couleur

La coloration du tissu musculaire est due à une chromoprotéine, la myoglobine. Telle qu'elle est perçue, la couleur est en fait la résultante de trois principaux facteurs :

- la quantité de pigment
- la forme chimique du pigment, qui peut être sous trois formes, de teinte différente selon l'état d'oxydation du fer
 

Myoglobine réduite	: Mb (Fe <sup>++</sup> )	rouge pourpre
Oxymyoglobine	: Mb O <sub>2</sub> (Fe <sup>++</sup> )	rouge vif
Metmyoglobine	: Met Mb (Fe <sup>+++</sup> )	brune.
- la structure de la surface du muscle réfléchissant la lumière, qui dépend elle-même du pH.

Le taux de pigment dépend de facteurs zootechniques, il augmente avec l'âge, peut varier en fonction du mode d'élevage, et on observe entre races des différences de grande amplitude.

La forme chimique du pigment dépend des conditions du milieu. En principe, à cœur des muscles, l'oxygène étant absent, on observe la forme réduite et en surface la forme oxygénée. L'apparition de la forme oxydée peut être favorisée par certains microorganismes ou la présence de conditions oxydantes.

Le pH a une influence directe sur la forme chimique du pigment. Lorsque le pH de la viande reste élevé, l'activité cytochrome oxydase reste forte, les mitochondries consomment l'oxygène disponible et même en surface on obtient la forme réduite.

La conjonction pH bas-température élevée, dont nous avons vu les effets sur les propriétés des protéines, favorise l'oxydation de la myoglobine en metmyoglobine, ce qui peut contribuer à expliquer la couleur grisâtre des viandes à caractère exsudatif très marqué.

L'action du pH se manifeste également par l'intermédiaire de la structure de surface. Après la mort, on note que la couleur de la viande s'éclaircit concurremment à la chute du pH. Ceci s'explique par le passage selon la terminologie de CALLOW (1938) d'une structure "fermée" à pH élevé, où les fibres musculaires, très hydratées, se laissent pénétrer profondément par les rayons lumineux et en absorbent une partie importante, ce qui se traduit par une couleur sombre, à une structure ouverte, à pH bas, où les fibres musculaires réfléchissent une plus grande partie de la lumière qu'elles reçoivent, d'où une couleur plus claire.

Un phénomène additionnel intervient dans le cas des viandes exsudatives : la coprécipitation d'une partie de la myoglobine avec les protéines sarcoplasmiques sous l'action du pH bas et de la température élevée (CHARPENTIER, 1969).

#### ■ La flaveur

La flaveur est l'ensemble des sensations d'origine gustative et olfactive ressenties lors de la consommation de la viande. Son déterminisme est encore assez mal connu, d'autant qu'elle se développe essentiellement au cours de la cuisson. On admet que les viandes d'animaux âgés, qui sont plus "faites" ont une flaveur plus intense.

Une contribution importante au développement de la flaveur est apportée par le tissu adipeux intramusculaire ; en effet nombre de substances responsables de la flaveur sont liposolubles ou ont leur origine dans les constituants du tissu adipeux.

#### ■ La teneur en eau

Au niveau du tissu musculaire, la teneur en eau est relativement constante et voisine de 75 %. Les viandes exsudatives ne contiennent pas plus d'eau que les viandes normales mais possèdent un pouvoir de rétention d'eau inférieur. Il semblerait toutefois qu'on observe une tendance à l'augmentation de cette caractéristique (MESLE, 1977), ce qui pourrait être causé à la fois par un abaissement de l'âge d'abattage et une réduction de la teneur en lipides du tissu musculaire.

#### ■ Présence et répartition du gras intramusculaire

Le gras intramusculaire, encore appelé persillé, consiste en des dépôts lipidiques dans la trame conjonctive entourant les faisceaux de fibres musculaires. Bien que son importance pondérale soit limitée, il joue un rôle notable dans le déterminisme des qualités organoleptiques. Sa présence et sa répartition sont très variables d'un muscle à l'autre et en outre, le dépôt lipidique ne commence à s'effectuer que lorsqu'une quantité minimale de gras de dépôt a déjà été réalisée. Ceci signifie qu'avec la production de carcasses à faible dépôt de gras de couverture, le gras intramusculaire a tendance à disparaître.

### – Le tissu adipeux

Il s'agit ici de préciser les caractéristiques du tissu adipeux employé en mélange plus ou moins intime avec le tissu musculaire dans les produits transformés hachés. Il est constitué d'une trame de tissu conjonctif, d'importance relative très variable avec l'emplacement anatomique et l'état d'engraissement de l'animal, supportant la fraction lipidique composée essentiellement de triglycérides (80 à 90 %), d'insaponifiable et d'acides gras libres. En outre, une fraction aqueuse variable mais d'importance limitée (5 à 15 %) y existe.

#### ■ La composition en acides gras

La nature des acides gras entrant dans les liaisons ester avec le glycérol peut être caractérisée par la longueur de la chaîne carbonée et le degré d'insaturation. Les principaux facteurs de variation sont l'emplacement

anatomique et l'alimentation. C'est ainsi que le degré d'insaturation des tissus adipeux de porc a tendance à s'élever avec l'utilisation croissante du maïs dans le régime alimentaire.

#### ■ Le degré de lipolyse et d'oxydation

Après abattage, le tissu adipeux subit une transformation chimique d'origine enzymatique : la lipolyse, qui consiste en la rupture, sous l'action de lipases d'origine endogène ou bactérienne, des liaisons esters entre les acides gras et les fonctions alcool du glycérol. Le phénomène prend normalement place après la mort, mais le degré de lipolyse déterminé aussitôt après l'abattage peut varier largement (de 0,15 à 0,5 mg de KOH par gramme de gras, GIRARD, 1976), en fonction de stress subis par l'animal *ante mortem*. La sécrétion d'adrénaline due au stress active l'adénylcyclase qui provoque la formation d'A.M.P. 3'5' cyclique à partir d'A.T.P. A son tour, l'A.M.P. cyclique active la lipase du tissu adipeux (OKUDA et al., 1971).

L'oxydation des corps gras insaturés en présence d'air est un phénomène autocatalytique qui commence très lentement et après une période d'induction où la réaction est pratiquement indécélable, s'accélère de façon exponentielle. Dans les conditions normales de stockage des tissus gras, la première réaction est la formation d'hydroperoxydes en  $\alpha$  d'une double liaison. Lorsque la peroxydation devient relativement importante, il apparaît des composés secondaires parmi lesquels des produits de scission à chaîne courte dont les plus importants sont des aldéhydes et des cétones. Parmi ces produits de scission se trouvent les corps responsables de l'apparition de l'odeur et du goût des corps gras rances.

#### ■ Le point de fusion et la consistance

Ces deux caractéristiques sont étroitement liées et sont également en relation avec les degrés de lipolyse et d'insaturation. Plus les acides gras entrant dans la composition des triglycérides sont insaturés et/ou plus le degré de lipolyse est élevé, plus les gras ont un point de fusion bas et une consistance manquant de fermeté.

#### ■ La flaveur

Comme nous l'avons mentionné à propos du gras intramusculaire, le gras est le support de constituants de la flaveur et en particulier c'est dans le tissu adipeux qu'on trouve en général les goûts et les odeurs anormaux pouvant rendre un produit difficilement consommable. Indépendamment de l'odeur rance qui peut caractériser des gras stockés trop longtemps à une température trop élevée, la présence de lipides oxydés dans la ration ou l'utilisation de certains sous-produits d'huilerie peuvent communiquer des goûts désagréables aux gras de dépôt. En fait ces problèmes se sont posés il y a quelques années mais les progrès dans la technologie de la préparation des aliments semblent les avoir éliminés. L'odeur caractéristique des porcs mal castrés et des mâles entiers est également trouvée dans les tissus gras.

La conservation par congélation de pièces de viande avant utilisation par la transformation est un traitement additionnel qui peut également agir sur certaines des caractéristiques que nous venons de passer en revue. Comme l'ont montré JACQUET et al. (1977), les modes de congélation et de décongélation jouent alors un rôle important.

Les facteurs de variation des caractéristiques de la viande de porc sont donc fort nombreux et le transformateur se trouve placé devant le problème suivant : fabriquer différents types de produits, chacun d'eux devant répondre à des critères de composition et de propriétés constants d'une fabrication à l'autre, en utilisant une matière première éminemment variable. On peut donc mesurer les difficultés qui l'attendent.

Il est donc nécessaire de chercher à connaître quelles sont les relations entre les caractéristiques de la matière première et les qualités du produit fini, de manière à donner les moyens au transformateur de diriger certains types de viandes vers des fabrications dont les processus technologiques et les phénomènes physico-chimiques mis en jeu sont tels que leurs propriétés seront mieux exploitées.

### ● INFLUENCE DES CARACTERISTIQUES DE LA MATIERE PREMIERE SUR LES QUALITES DU PRODUIT TRANSFORME :

Compte-tenu des différences importantes entre les aptitudes requises pour les diverses utilisations technologiques nous étudierons ces influences en relation avec les 4 grands types de produits que nous avons définis précédemment.



## – Les produits cuits

Nous envisagerons successivement le cas du jambon de Paris puis celui d'une pâte fine.

### ■ Le jambon cuit

Le rendement technologique de ce produit qui subit un saumurage puis une cuisson est en relation relativement étroite, toutes conditions de traitement étant égales, avec l'aptitude de la viande à retenir l'eau qu'elle contient initialement ainsi que celle qui lui est ajoutée avec la saumure. En effet, on observe un coefficient de corrélation de +0,7 (GOUTEFONGEA, résultats non publiés) entre le rendement technologique et le pouvoir de rétention d'eau, déterminé sur la viande fraîche. Le pouvoir de rétention d'eau étant lui-même en relation étroite avec le pH, ce sont les viandes à pH élevé qui donneront le meilleur rendement et qui devront être préférentiellement dirigées vers cet usage, d'autant que les principaux inconvénients de ces viandes, qui sont d'ordre bactériologique, sont atténués dans ce type de fabrication par l'emploi du nitrite de sodium.

Un pouvoir de rétention d'eau élevé de la viande assure en outre un certain moelleux au jambon et évite l'obtention de produit à texture sèche et cotonneuse comme en fournissent les viandes exsudatives.

La couleur du jambon cuit, comme celle de tous les produits saumurés au nitrite (ou nitrate) est due à la combinaison du bioxyde d'azote provenant du nitrite avec la myoglobine : au cours du saumurage, un NO se fixe sur l'atome de fer du noyau tétrapyrrolique pour donner la nitrosomyoglobine. Ensuite, au cours de la cuisson, ce pigment se transforme en nitrosomyochromogène par rupture de la liaison entre l'hème et la globine et fixation d'un second NO sur l'hème. Le pigment donne au jambon sa couleur rose caractéristique.

Il est bien évident que la coloration ainsi obtenue dépend de la couleur initiale de la viande fraîche ; dans le jambon cuit, on recherche surtout une couleur uniforme plutôt que très soutenue aussi on devra éviter dans la mesure du possible les viandes qualifiées de bicolores qui montrent une très nette hétérogénéité de couleur jusque sur le produit fini.

Une bonne tenue à la coupe est également recherchée dans ce type de produit, en particulier lorsqu'il est commercialisé en tranches préemballées. La cohésion entre les sections des différents muscles constituant une tranche trouve son origine dans les modifications subies par le collagène des aponévroses intermusculaires au cours de la cuisson. Par chauffage en milieu humide une partie du collagène est solubilisée puis se transforme en gélatine au cours du refroidissement. Toutefois une concentration en sel élevée est un obstacle à une bonne solubilisation, favorisée par contre par une élévation de température (KOPP, 1971 ; KOPP et GOUTEFONGEA, 1974). On pourrait peut-être attribuer une part de la détérioration de la tenue de tranche observée depuis un certain nombre d'années à des propriétés différentes du collagène d'animaux plus jeunes et surtout plus précoces. Des procédés technologiques (le barattage par exemple permettent de pallier dans une certaine mesure cette déféctuosité, mais les incidences sur la texture du produit sont moins favorables.

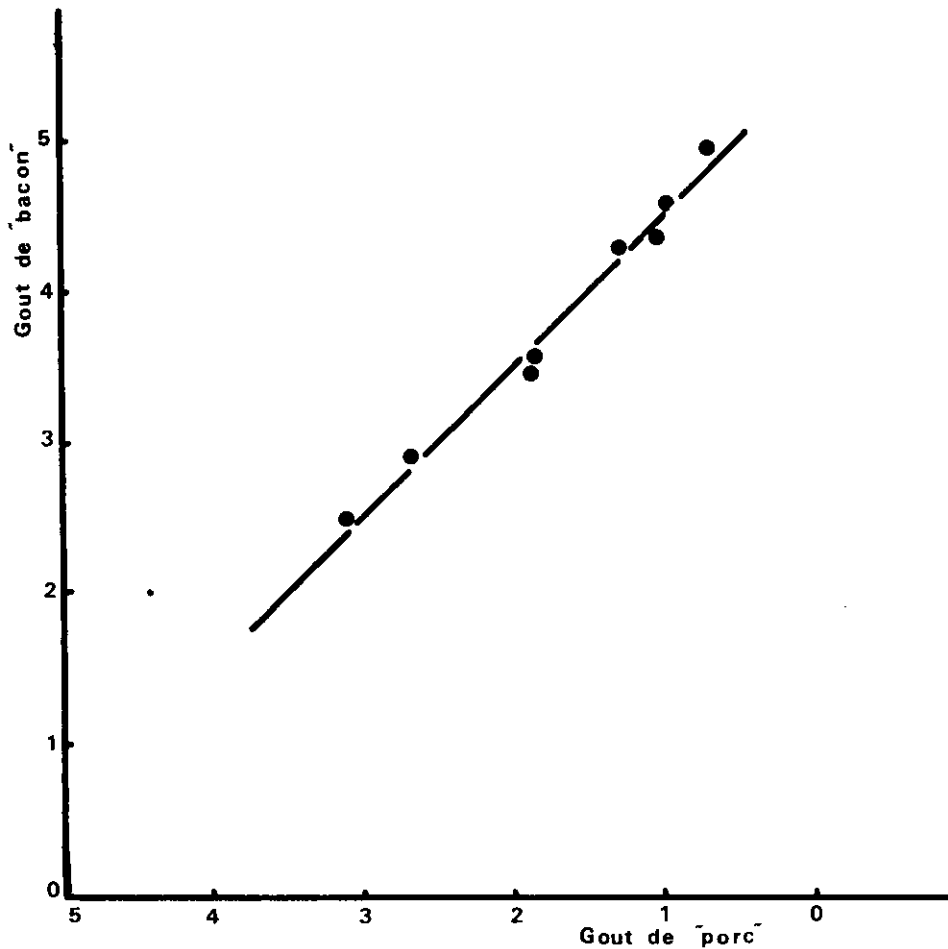
Les produits de salaison ont une saveur caractéristique liée à la présence du nitrite. En effet, MOTTRAM et RHODES (1973) montrent que des dégustateurs trouvent un goût de porc à du bacon préparé sans nitrite et un goût de bacon au bacon fabriqué de façon classique ; avec des teneurs intermédiaires les notes montrent une diminution du goût de porc et une augmentation du goût de bacon quand le taux de nitrite croît (fig. 6). WASSERMAN (1976) ne confirme pas ces résultats mais mentionne que le goût de fumé masque probablement les différences éventuelles. Il ne semble donc pas que la saveur propre du tissu musculaire ait une influence importante sur celle du produit fini ; par contre des goûts ou odeurs anormaux apportés par le gras peuvent exister et même être exacerbés par la cuisson.

Indépendamment de l'apport éventuel de goûts désagréables, le gras périphérique est peu apprécié du consommateur et d'ailleurs le jambon cuit est souvent vendu dégraissé. Cependant, les infiltrations de gras intra musculaire apportent une contribution importante à la sensation de moelleux et il est possible que la sensation de sécheresse observée avec des jambons fabriqués sans polyphosphates à partir de pièces à pH relativement bas soit en relation avec l'absence de gras intra-musculaire corrélative de la production d'animaux maigres.

FIGURE 6

EVOLUTION DU GOUT DE "PORC" ET DE "BACON" POUR DES TENEURS EN NITRITE DE LA SAUMURE VARIANT DE 0 à 2000 ppm

(MOTTRAM, RHODES, 1973)



#### ■ Les pâtes fines

La qualité essentielle recherchée dans ce type de produit est une bonne liaison entre les trois constituants majeurs que sont les protéines, le gras et l'eau, de manière à ce que, au cours de la cuisson, les pertes en eau et en gras soient limitées et que l'homogénéité du produit soit maintenue, ce qui assure à la fois un bon rendement et des qualités organoleptiques satisfaisantes au produit fini.

La détermination des caractéristiques requises pour les composants passe par la connaissance de la structure physique des pâtes fines. Dans ce domaine, plusieurs théories s'affrontent. La première, résultant des travaux de l'école allemande (HAMM, 1960, 1973, 1974) considère comme fondamental le pouvoir de gonflement ou pouvoir gélifiant de la viande. Cette aptitude à absorber l'eau est développée par les pH élevés et la présence d'ATP et correspond à un bon pouvoir de rétention d'eau, associé au maintien dans la structure myofibrillaire d'un réseau polypeptidique lâche dans lequel les fines particules de gras dispersées dans l'eau sont retenues.

La seconde, présentée par l'école américaine depuis les travaux de HANSEN (1960) met en avant la capacité émulsifiante des protéines solubles de la viande, le gras constituant la phase dispersée au sein de la solution de protéines, phase dispersante.

Les résultats d'auteurs russes (GORBATOV et al. 1969 - 1973) corroborés par ceux de GIRARD (1976) indiquent qu'on peut considérer la pâte fine comme formée d'une phase dispersante ou sol dans

laquelle se trouvent les protéines d'origine myofibrillaire et sarcoplasmique, les électrolytes et certaines substances organiques solubles et d'une phase dispersée de nature lipidique et protéique contenant les protéines du stroma, des fibres musculaires partiellement détruites, des cellules adipeuses et des globules de gras émulsionnés. En fait quelle que soit la structure exacte, la stabilité de la pâte est favorisée par les mêmes facteurs, à savoir : pH élevé associé à un pouvoir de rétention d'eau important, ce qui correspond à une structure lâche du réseau polypeptidique et à une solubilité élevée des protéines sarcoplasmiques.

Par conséquent, les viandes dites à "coupe sombre" pourront être utilisées avec profit dans ce type de fabrication pourvu que l'on prenne les précautions d'ordre bactériologique nécessaires. Par contre, les viandes exsudatives, en l'absence de doses massives d'additifs, ne donneront pas de bons résultats.

A l'exception des cas où la chute de pH post mortem est très rapide, il est bénéfique d'utiliser les viandes très rapidement après l'abattage pour bénéficier du pH élevé, de la présence d'ATP, du pouvoir de rétention d'eau. Cependant cette utilisation pose des problèmes techniques et n'est pas toujours réalisable. Il est toutefois possible de conserver en partie ces facteurs favorables en pratiquant le salage en pré rigor. En effet, alors que l'adjonction de sel dans de la viande après rigor mortis n'a un effet favorable que par l'augmentation de force ionique donc de solubilité des protéines myofibrillaires, son adjonction dans une viande en état de pré rigor, avant la dégradation de l'ATP, intervient en outre en maintenant le réseau polypeptidique dans un état relâché, par fixation d'ions monovalents sur les charges libres des protéines, empêchant la formation ultérieure des ponts intra chaînes.

Les caractéristiques du tissu gras ont également une influence notable sur le rendement et la stabilité des pâtes fines. CHRISTIAN et SAFFLE (1967) ainsi que SCHUT (1968) considèrent que des teneurs croissantes en acides gras libres, par action sur la tension interfaciale de la phase aqueuse et de la phase lipidique influent sur l'aptitude des gras à l'émulsification et par suite sur la stabilité à la cuisson des pâtes.

GIRARD et DENOYER (1977) montrent qu'il existe pour l'obtention d'un rendement maximum, une correspondance optimum entre le degré de lipolyse du gras et le pH de la viande (fig. 7). C'est ainsi que le rendement maximum sera obtenu par une viande à pH 5,82 avec un gras d'indice d'acide 0,6 mg de KOH par gramme de gras et pour une viande à pH 5,55, avec un gras d'indice d'acide de 1 mg de KOH par gramme de gras. Ces auteurs montrent également que certaines associations viande gras, résistent mieux en surcutterage (fig. 8).

FIGURE 7

EVOLUTION DU RENDEMENT A LA CUISSON DE PATES FINES EN FONCTION DU pH DE LA VIANDE ET DE L'ACIDITE DU GRAS : TEMPS DE CUTTERAGE : 5 mn (GIRARD et DENOYER, 1977)

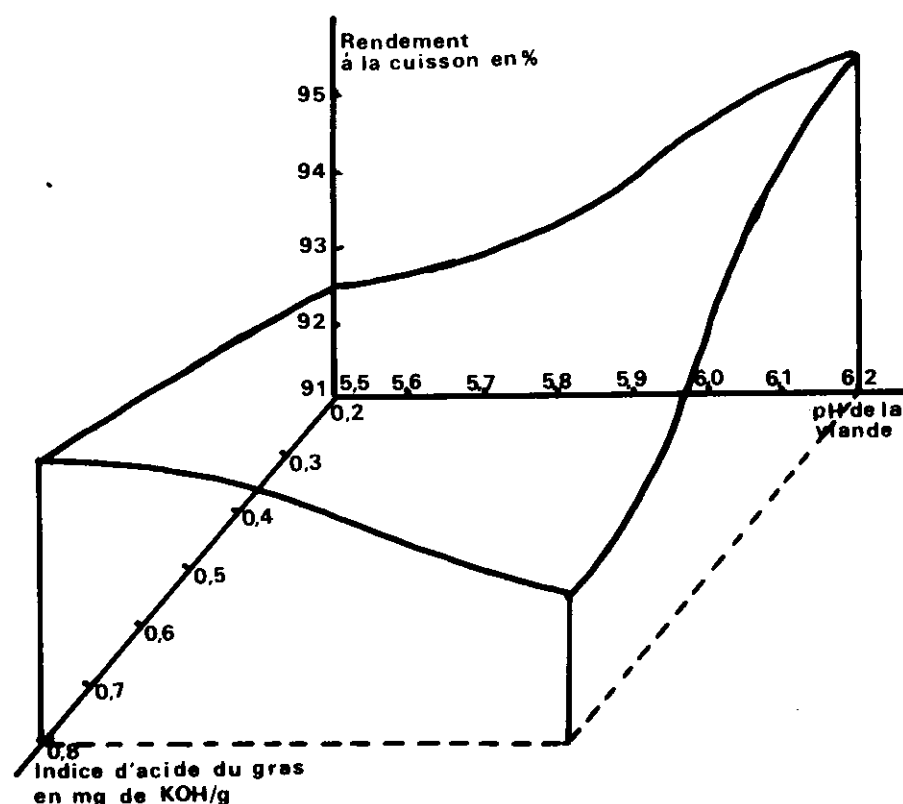
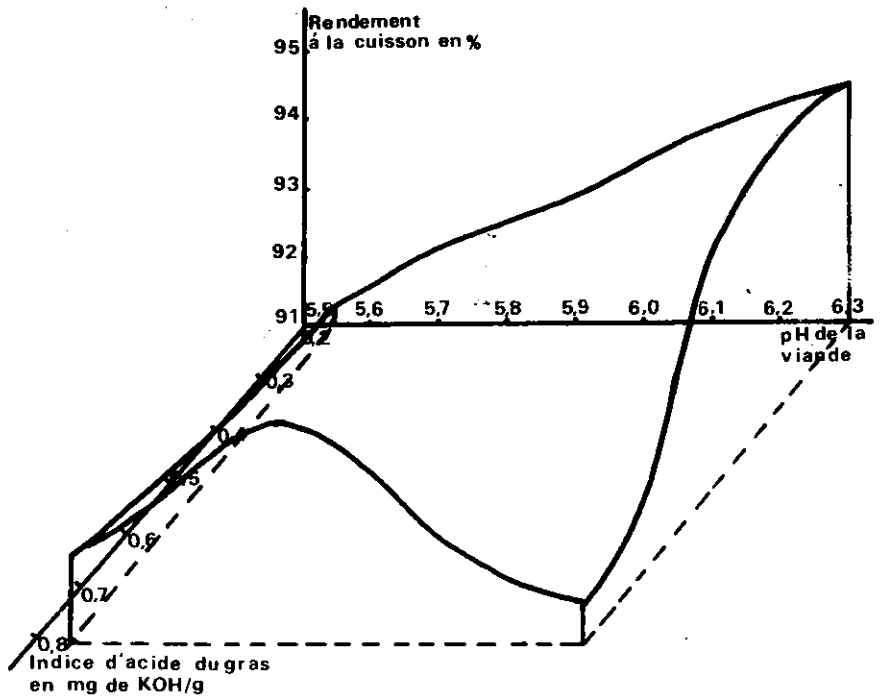


FIGURE 8

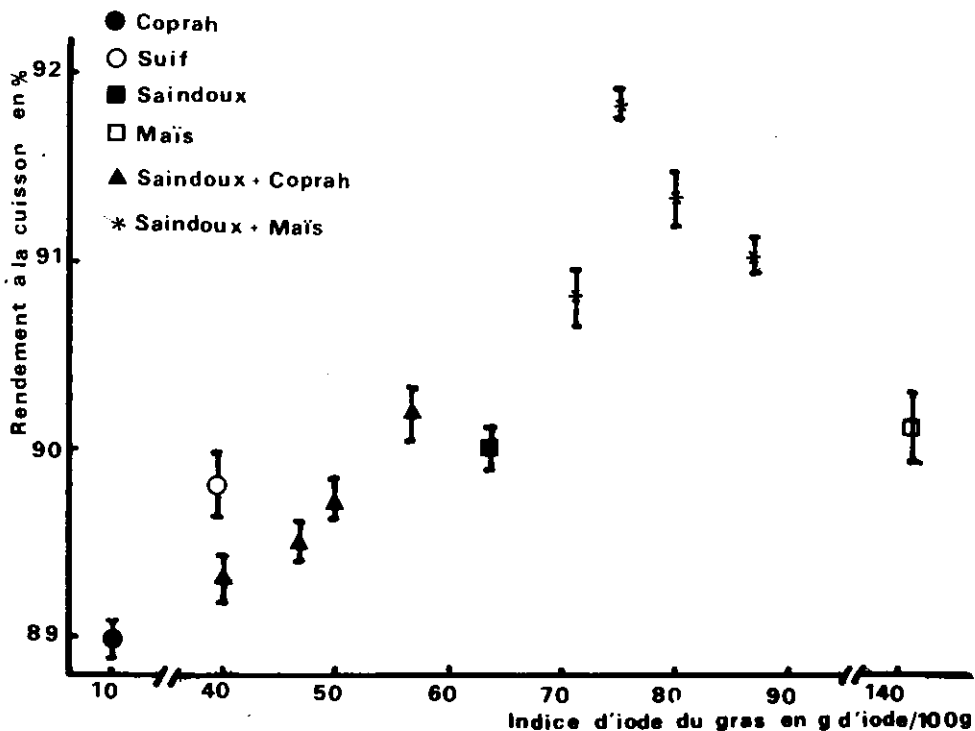
RENDEMENT A LA CUISSON DE PATES FINES EN FONCTION DU pH DE LA VIANDE ET DE L'ACIDITE DU GRAS : TEMPS DE CUTTERAGE : 10 mn. (GIRARD et DENOYER, 1977)



Enfin des études de rendements effectuées sur des mêlées expérimentales réalisées avec des mélanges de gras d'origine différente afin d'obtenir une large variation du degré d'insaturation montrent qu'il existe également un optimum de cette caractéristique du gras (fig. 9), (DENOYER, résultat non publié). En dehors de cette influence sur le rendement, le tissu gras intervient également au niveau de la texture et de la couleur : les gras lipolysés favorisent l'oxydation de la myoglobine en metmyoglobine.

FIGURE 9

EVOLUTION DU RENDEMENT A LA CUISSON DE PATES FINES ELABOREES AVEC DES GRAS DE DIFFERENTS DEGRES DE SATURATION - (DENOYER - résultats non publiés)



### ■ Les produits secs

Ce sont essentiellement les différents types de jambons secs et de saucissons secs. Tous ces produits présentent un point commun : leur stabilisation, c'est-à-dire le freinage ou le blocage des réactions biochimiques et bactériennes qui, commençant dès la mort de l'animal, conduisent normalement à la putréfaction du produit est assurée par l'abaissement de l'activité de l'eau (AW) dans le produit (POMA, 1977). L'activité de l'eau est un indicateur de l'eau libre présente et par conséquent disponible pour le développement des bactéries. Son abaissement est provoqué par l'adjonction d'ions minéraux (NaCl, Nitrates...) et par la dessiccation. La différence essentielle entre les deux types de produits consiste, outre un déroulement plus rapide des phénomènes et l'adjonction de gras dans les produits hachés, en un rôle bien plus important de certains microorganismes dans le cas des saucissons. On peut considérer que les caractéristiques de la matière première ont des influences assez semblables dans les deux cas, aussi nous en exposerons l'essentiel simultanément.

Un pH élevé correspond à un pouvoir de rétention d'eau important ainsi qu'à une pénétration difficile du sel (structure fermée de CALLOW). En outre, il favorise le développement de bactéries putréfiantes. Toutes ces raisons sont défavorables à l'emploi de telles viandes pour l'élaboration de produits secs. A l'opposé, les viandes exsudatives conduisent à une dessiccation trop rapide fournissant un produit trop sec, manquant de coloration et à goût plus salé pour une même teneur en sel.

Par contre, des viandes à pH relativement bas (5,5 à 5,7) mais ayant subi une chute de pH de vitesse normale permettent une pénétration aisée des sels minéraux et une dessiccation régulière. En outre, un pH bas favorise la formation de bioxyde d'azote à partir du nitrite.

La couleur du produit fini est en relation directe avec celle du tissu musculaire utilisé, ce qui explique l'intérêt des animaux âgés, à la viande plus colorée, dans ce type de fabrication, surtout pour le saucisson. La flaveur se développe au cours de la maturation, lorsqu'un certain degré de dessiccation est déjà atteint. Des réactions enzymatiques d'origine endogène ou bactérienne provoquent une libération de peptides et d'acides aminés ; il ne semble pas, de ce point de vue, y avoir une influence nette des caractéristiques de la matière première (POMA, 1977) bien que KEMP et al. (1974) aient observé une flaveur plus développée dans des jambons à pH relativement élevé.

Si dans le cas du jambon sec, le rôle du tissu adipeux est essentiellement un rôle de barrière freinant les échanges sur la partie importante de la pièce qu'il recouvre, ses caractéristiques participent de façon bien plus intense aux qualités du saucisson. La tenue à la coupe, la consistance et l'aspect de la tranche sont dépendants en grande partie de la fermeté du gras et par conséquent, les tissus gras à répartition régulière et dense du tissu conjonctif, constitués de lipides à point de fusion élevé, donc peu lipolysés et saturés permettent l'obtention de produits de meilleure qualité. Bien évidemment la flaveur finale dépend aussi des composants lipidiques et tout défaut apporté par le gras se répercute sur l'ensemble du produit.

## CONCLUSION

Nous avons donc essayé de définir les caractéristiques de la viande de porc et leur déterminisme et tenté d'en déduire les conséquences au niveau de la qualité du produit transformé. Nous avons constaté qu'en fonction de l'utilisation qui en est faite, des aptitudes différentes voire contradictoires, sont demandées. Or, bien que ces caractéristiques varient de façon parfois notable d'un muscle à l'autre sur un même animal, il existe néanmoins une certaine homogénéité au niveau de la carcasse, dont les différentes parties, pour des raisons anatomiques, ont des destinées diverses pouvant nécessiter des aptitudes contraires. Ceci pose donc un problème, du moins au niveau de l'entreprise qui ne traite qu'un nombre réduit d'animaux à la fois.

Autre problème, si nous voulons permettre au transformateur d'utiliser de la façon la plus judicieuse les carcasses ou les pièces dont il dispose, en tenant compte des caractéristiques des composants musculaires et adipeux, il faut mettre à sa disposition des moyens de mesure ou d'appréciation objective utilisables dans ses conditions de travail, c'est-à-dire simples, rapides, et suffisamment précis. Or, pour le moment la plupart de ces techniques ne sont utilisables qu'en laboratoire. Le même besoin se fait sentir si l'on veut penser intéresser le producteur, dont les motivations sont fort logiquement d'ordre économique, à l'obtention de viande de la qualité recherchée.

Si la progression au niveau des recherches, des moyens de sélection et de la vulgarisation ont permis une amélioration sensible de la carcasse de porc, nous en arrivons à un stade où il faut, et ceci est d'ailleurs amorcé au niveau de la recherche, prendre en considération d'autres critères de qualité que la seule teneur en gras des carcasses et leur conformation.

## BIBLIOGRAPHIE

- BENDALL J.R., 1960. in BOURNE G.H. Structure and Function of muscle. Vol III. Academic Press. 227-272.
- CALLOW E.H., 1938. Rept. Food Invest. Board. 55.
- CHARPENTIER J., GOUTEFONGEA R., 1963. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 3, 381-389.
- CHARPENTIER J., 1969. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 9, 101-110.
- CHRISTIAN J.A., SAFFLE R.L., 1967. Food Technology. 21, 86.
- GIRARD J.P., 1976. in "La qualité des viandes de porc". ITP, Ed. Paris.
- GIRARD J.P., DENOYER C., 1977. Compte rendu contrat DGRST, TAAP 638 A.
- GORBATOV A.V., GORBATOV V.M., 1969. 15e EMMRW. Helsinki, Aug. 17-24, 1969.
- GORBATOV V.M., JANOUSKIN N.P., SOKOLOV A.A., ZAYAS Yu. F., 1973. 19e EMMRW. Paris. Sept., 2-7. 1973.
- GOUTEFONGEA R., 1969. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 9, 117-122.
- GOUTEFONGEA R., 1971. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 11, 233-244.
- HAMM R., 1960. Adv. Food Res., 10, 355-463.
- HAMM R., 1973. Die Fleischwirtschaft. 53, 79.
- HAMM R., Van HOOF J., 1974. Zur. Lebensm. Unters. Forsch., 156, 87.
- HANSEN L.J., 1960. Food Technology, 14, 565.
- JACQUET B., FOURNAUD J., SCHMITT O., DUMONT B.L., MINAULT H., VENDEUVRE J.L., 1977. Revue générale du Froid. N° 2, février 77, 151-150.
- KEMP J.D., FOX J. D., MOODY W.G., 1974. J. Food. Sci., 39, 972-976.
- KOPP J., 1971. Die Fleischwirtschaft. 51, 1647-1651.
- KOPP J., GOUTEFONGEA R., 1974. In "l'INRA au service des Industries Agricoles et Alimentaires". 145-148.
- MESLE L., 1977. Communication personnelle.
- MONIN G., 1976. In "La qualité des Viandes de Porc". ITP - Ed. Paris.
- MOTTRAM D.S., RHODES D.N., 1973. Proc. int. Symp. Nitrite Meat Prod. Zeist, 1973. Pudoc Wageningen. 161-171.
- OKUDA H., SEK F.J., FUJII S., 1971. J. Biochem. 69. 677-681.
- POMA J.P., 1977. Bull. Techn. CRZV Theix. INRA, 27, 31-36.
- SCHUT J., 1968. Die Fleischwirtschaft. 48. 1201.
- WASSERMAN A.E., KIMOTO W., 1976. Proc. 2nd int. Symp. Nitrite Meat Prod., Zeist., 1976. Pudoc Wageningen.