

QUALITÉS LIANTES DES VIANDES DESTINÉES À LA TRANSFORMATION EN PRODUITS DE CHARCUTERIE

Nicole CARIOU, P. JOANNIC

Association pour le Développement de la Recherche Appliquée aux Industries Agricoles et Alimentaires
6, rue de l'Université - BP 313 - 29191 Quimper cedex

I - INTRODUCTION

La transformation des viandes en produits finement divisés de type pâte fine met en jeu de nombreux phénomènes complexes : le muscle est progressivement modifié pour devenir partie intégrante d'une « émulsion de viande ».

L'une des préoccupations les plus importantes lors de la fabrication de ces pâtes est l'obtention d'un produit ayant une stabilité élevée se traduisant par une faible perte d'eau à la cuisson et par l'absence de coalescence de gouttelettes de gras (LACROIX et CASTAIGNE 1984).

En effet, de nombreux problèmes sont susceptibles de se poser : rupture de la mûlée en cours de fabrication, pertes abusives d'eau et de matières grasses à la cuisson, etc., problèmes dont les conséquences peuvent être très importantes au plan économique, les produits divisés représentant plus de 50 % du marché des produits carnés transformés (GIRARD, CALDERON 1982).

De nombreux auteurs dans différents pays se sont attachés à cet égard à l'étude de la mise en place des différentes structures entre les constituants lipidiques et protéiques assurant la cohésion et la consistance du produit fini.

En effet, selon SAFFLE (1968), une émulsion de viande peut être considérée comme « un système diphasique », formé par la dispersion d'un solide dans un liquide dans lequel le solide n'est pas soluble. La phase liquide (externe ou continue) est une solution aqueuse de sels et de protéines dans laquelle sont dispersées des protéines insolubles et des particules de fibres musculaires et de tissu conjonctif qui constituent la phase solide. Le gras est dispersé en fines particules dans cette matrice ce qui conduit à un système multiphasique souvent décrit par les technologues de la viande comme une « émulsion de viande ».

Les propriétés émulsifiantes des protéines ont été considérées par certains auteurs comme le facteur primordial responsable de la stabilité des produits finis (SAFFLE, 1968 ; CUNNINGHAM et FRONING, 1972 ; WEBB, 1974 ; JOHNSON, 1976) mais il est reconnu que d'autres propriétés fonctionnelles sont impliquées dans la stabilité de ces systèmes (TERELL 1980 ; ACTON *et al*, 1983) cités par LACROIX et CASTAIGNE (1984). Il existe, à l'heure actuelle, deux théories principales concernant l'émulsification des viandes.

HANSEN (1960) et l'école américaine considèrent comme fondamentale la capacité émulsifiante des protéines solubles de la viande. L'école allemande, s'appuyant en particulier sur les travaux de HAMM (1960) accorde quant à elle une importance particulière au pouvoir gélifiant des protéines myofibrillaires de la viande en relation avec la capacité de rétention d'eau de celle-ci.

Au cours des travaux que nous avons menés nous avons cherché à mettre au point une méthode de classification des viandes destinées à la transformation en pâtes fines, fondée sur l'étude des propriétés fonctionnelles de ces viandes. Les théories pré-citées, et en particulier celles soutenues par l'école américaine constituent la base de ces travaux.

II - BIBLIOGRAPHIE : LES ÉMULSIONS DE VIANDE

1. DÉFINITION

L'encyclopédie de la Charcuterie (Frentz *et al.*, 1982) définit la pâte fine comme un mélange composé principalement de maigre, de gras et d'eau dont l'homogénéité est telle que l'on ne distingue plus à l'œil le grain des constituants ajoutés. Ces produits hachés sont regroupés sous les noms « émulsions de viandes » dans leurs industries de transformation. Il est cependant évident que si l'on retient comme définition de l'émulsion, celle proposée par FRIBERG (1971) : « Une émulsion est un mélange de deux liquides, non miscibles, l'un étant dispersé dans l'autre sous forme de gouttelettes et/ou de cristaux liquides, celle-ci ne s'applique pas au concept « d'émulsions de viande ».

SAFFLE (1968) proposait pour caractériser les émulsions de viande la définition suivante : « l'émulsion de viande serait un système diphasique, formé par la dispersion d'un solide dans un liquide dans lequel le solide n'est pas miscible ». Toutefois, s'il est réellement possible de parler de dispersion des particules protéiques insolubles dans la phase aqueuse, il n'en est pas de même en ce qui concerne la matière grasse : il est aujourd'hui clairement établi qu'il existe des liaisons interfaciales lipides-protéines importantes et que, si l'émulsion de viande n'est pas une émulsion au sens strict, la

structure de ce type de produit est bien plus proche de celle de l'émulsion que de celle de la dispersion.

2. THÉORIES DE L'ÉMULSIFICATION

La théorie présentée par HANSEN (1960) et par l'école américaine est fondée sur les propriétés émulsifiantes des protéines solubles musculaires. En effet, comme l'explique LACROIX (1984), au cours du hachage de la viande, les faisceaux de fibres sont séparés et leur membranes sont rompues. Ce phénomène évolue dans le bol du hachoir où se produisent des coupes longitudinales et transversales des fibres et des fibrilles. Par rupture de sarcolemme et libération progressive des myofibrilles, la capture de l'eau et le gonflement du système actomyosine augmentent. La matrice obtenue est constituée de deux phases : une phase solide composée de protéines insolubles, de particules musculaires et de tissu conjonctif, dispersée dans une phase liquide qui est une solution aqueuse de sels, protéines solubles et glucides (SCHUT et BEGHEL, 1976).

Le gras est ensuite dispersé au sein de cette matrice. A la fin du hachage, la pâte obtenue est un système hétérogène, multiphasique (SWASDEE *et al.*, 1982). JONES et MANDIGO (1982) y ont observé au microscope électronique à balayage des fragments de fibres musculaires, des fibres de collagène et des globules de gras de tailles très diverses, non uniformément entourés par un film protéique interfacial d'épaisseur variable présentant des pores de faibles diamètres. Ce film est formé par l'adsorption de protéines à la surface des globules gras (MITA *et al.* (1974), SCHUT (1978) cités par LACROIX et CASTAIGNE (1984), SMITH *et al.* (1980)).

La théorie de l'école allemande et en particulier de HAMM (1973) considère quant à elle comme fondamental le pouvoir gélifiant des protéines myofibrillaires de la viande en relation avec la capacité de rétention d'eau de celle-ci. La température de hachage ne dépassant pas 15 - 18°C, il ne peut y avoir liquéfaction de la graisse nécessaire à la formation de gouttelettes. Il ne peut y avoir formation d'une émulsion, mais seulement une dispersion des petites particules de graisse dure dans la phase aqueuse de la pâte et dans les cavités du réseau de la matrice.

La pâte crue, formée d'un réseau de filaments d'actine et de myosine est plus ou moins gonflée après l'incorporation d'eau. Ce colloïde passe progressivement à l'état de sol puis, le cas échéant, à l'état de gel, la force ionique jouant un rôle déterminant pour l'obtention du sol ou du gel. LEE *et al.* (1981), suggèrent que la matrice protéique, par opposition au film interfacial, est le facteur principal qui préserve le gras de la coalescence en diminuant la mobilité de celui-ci une fois sa distribution réalisée.

3. CONCLUSIONS ET ORIENTATIONS DE NOS TRAVAUX

Les résultats rapportés par la littérature, relatifs à la structure des produits charcutiers finement divisés sont diver-

gents (GIRARD, DENOYER, 1976 cités par GIRARD *et al.* 1981).

Les émulsions de viande sont des systèmes très complexes dont la cohésion suppose l'expression de différentes propriétés fonctionnelles des protéines de la viande.

La mise au point d'une méthode susceptible de prévoir les qualités liantes d'une viande destinée à la transformation supposait l'analyse de différentes propriétés fonctionnelles des protéines de la viande. Nous avons, au cours de cette étude, cherché à exprimer le pouvoir liant d'une viande par la mesure des trois propriétés suivantes :

- le taux de protéines solubles,
- la capacité de la viande à retenir les matières grasses (capacité émulsifiante),
- la stabilité des émulsions formées.

Chaque viande possédant des propriétés fonctionnelles dont les valeurs mesurées dépendent des qualités intrinsèques du produit mais également de la technique d'analyse elle-même, nous avons, dans un premier temps, étudié dans le cas de chaque mesure l'influence respective des nombreux paramètres de la méthode sur les valeurs des mesures elles-mêmes afin d'optimiser le choix de ces paramètres.

Puis, dans un second temps, nous avons tenté d'évaluer l'intérêt de ces mesures réalisées sur les viandes en comparant leurs performances au laboratoire et en transformation.

III - MISE AU POINT DES TECHNIQUES D'ANALYSE

1. MISE AU POINT DE LA MÉTHODE DE MESURE DE LA SOLUBILITÉ PROTÉIQUE DES VIANDES

Le schéma général du protocole que nous avons suivi est le suivant :

- broyage d'une viande d'une certaine espèce (1^{er} paramètre étudié) au robot-coupe pendant une durée D (2^e paramètre étudié),
- préparation à partir de ce broyat d'une solution à 10 % de viande dans de l'eau salée à la concentration C (3^e paramètre étudié), à la température Θ (4^e paramètre étudié),
- broyage de cette préparation dans un broyeur ménager pendant une minute,
- centrifugation pendant 20 mn à la vitesse V (5^e paramètre étudié),
- filtration du surnageant sur filtre Büchner,
- dosage au Technicon de l'azote total du surnageant.

Nous avons cherché à déterminer si les paramètres étudiés avaient ou non une influence sur le résultat du dosage de protéines solubles.

Les valeurs des paramètres que nous avons fait varier sont indiquées au niveau du tableau 1.

TABLEAU 1
MISE AU POINT DE LA MÉTHODE DE MESURE DE LA SOLUBILITÉ PROTÉIQUE DES VIANDES

	Types de viandes	Durée de broyage de la viande (en min)	Concentration en sel (%)	Température de la solution saline ° C	Vitesse de centrifugation g
Valeurs testées	Maigre de porc n° 1 Foie de porc frais VSM de poulet Rumsteck	0,5 1,0	1 1,5 2,0 2,5 3,0 3,5	5 7,5 10 15 20	5 190 10 200
Influence sur la valeur de solubilité mesurée	Facteur à influence très forte : différences significatives au seuil de 1/1000 entre les différentes viandes testées	Facteur à influence forte : différences significatives au seuil de 1% entre les deux durées de broyage testées	Facteur à influence très forte : différences significatives au seuil de 1/1000 entre les différentes concentrations testées	Facteur à influence peu significative pour les valeurs testées	Facteur à influence peu significative pour les valeurs testées

Compte-tenu de la multitude de paramètres dont nous avons testé l'influence lors de la mise au point de chaque méthode d'analyse, nous avons emprunté pour cette étude les méthodes statistiques couramment utilisées en biologie et en agrobiologie : planification des expérimentations (plan latin ou factoriel) et analyse des résultats par analyse de variance.

Le tableau 1 indique si les variations des valeurs d'un paramètre de la méthode entraînent ou non globalement des variations de la quantité de protéines solubles mesurées.

Les divers résultats obtenus au cours des expériences successives nous ont permis de fixer les valeurs des paramètres testés. Toutefois, de nombreux choix étaient possibles, l'essentiel étant cependant une fois les paramètres de la méthode fixés, de veiller à ce qu'ils demeurent strictement identiques d'une expérimentation à l'autre.

Ainsi les valeurs des paramètres, que nous proposons pour mesurer la solubilité d'une viande ou d'un abat, sont les suivantes : broyage durant une minute d'une solution à 10 % de viande dans de l'eau salée à 2,5 %, à 15° C, mélange pendant une minute et centrifugation, pendant 20 minutes, à la vitesse de 10 200 g,

2. MISE AU POINT DE LA MÉTHODE DE MESURE DE LA CAPACITÉ ÉMULSIFIANTE

Notre démarche a été identique à celle retenue pour l'étude de la solubilité protéique :

La capacité émulsifiante d'une solution correspond à la quantité d'huile susceptible d'être émulsifiée par cette solution. Elle s'exprime en grammes d'huile par gramme de viande. Le schéma du protocole retenu est le suivant :

Extraction des protéines solubles

- 10 g de viande sont broyés et placés dans une fiole contenant 90 g de solution saline à 2,5 %,
- le mélange est à nouveau broyé pendant 1 minute pour extraire les protéines solubles,
- 60 g de broyat sont prélevés et centrifugés à 10 200 g pendant 20 minutes,
- le surnageant est filtré sur Büchner,
- le tube, le büchner et la fiole sont rincés à l'aide de la solution saline,
- le surnageant et l'eau de rinçage sont récupérés dans une fiole de 200 ml (le complément à 200 ml est effectué avec la solution saline).

Mesure de la capacité émulsifiante

- 20 ml de la solution protéique préparée dans la fiole précitée sont prélevés et placés dans un bêcher,
- de l'huile thermostatée est ajoutée régulièrement dans le bêcher,
- le milieu est agité en permanence grâce à un agitateur à hélice,
- la valeur de la capacité émulsifiante est obtenue par pesée du bêcher après rupture de l'émulsion.

Les paramètres de la méthode dont nous avons mesuré les effets sur les valeurs mesurées de capacité émulsifiante sont les suivants : nature de la viande, nature de l'huile, température de l'huile, débit de l'huile et vitesse d'émulsification.

De la même façon que dans le cas de la mise au point de la méthode de mesure de la solubilité protéique, nous avons étudié l'influence d'une variation des valeurs prises par différents paramètres de la méthode sur les valeurs de capacités émulsifiantes mesurées.

La synthèse de cette étude (tableau 2) montre que les résultats mesurés sont étroitement liés à la vitesse d'émulsification de l'huile et sont très différents selon le type de viande étudié.

Comme dans le cas de l'étude de la solubilité protéique, les divers résultats que nous avons obtenus nous permettent donc de proposer, parmi les choix possibles, le protocole suivant pour la mesure de la capacité liante des viandes :

Extraction des protéines solubles : (selon le protocole ci-dessus),

Mesure de la capacité émulsifiante :

- Émulsification de 20 ml de la solution protéique avec de l'huile de soja thermostatée à 20° C, ajoutée régulièrement dans le bêcher à la vitesse de 1750 tours par minute, au débit régulier de 0,6 ml/s, jusqu'à la rupture de l'émulsion.
- La valeur de la capacité émulsifiante est obtenue par pesée du bêcher après rupture de l'émulsion.

3. MISE AU POINT DE LA MÉTHODE DE MESURE DE LA STABILITÉ D'ÉMULSION DES PROTÉINES DE LA VIANDE

Le schéma général du protocole suivi est le suivant :

Préparation de l'échantillon :

- 10 g de viande (1^{er} paramètre) sont broyés et placés dans une fiole contenant 90 g de solution saline à 2,5 %,

TABLEAU 2
MISE AU POINT DE LA MÉTHODE DE MESURE DE LA CAPACITÉ ÉMULSIFIANTE DES VIANDES

	Types de viandes	Nature de l'huile	Température de l'huile	Débit de l'huile ml/sec	Vitesse d'émulsification
Valeurs testées	Maigre de porc n° 1 Rumsteck VSM de poulet Foie de porc frais	Arachide Maïs Soja Tournesol	10 20 30 40	0,25 0,50 0,75 1,00	1 000 1 500 2 000 2 500
Influence sur la valeur de la capacité émulsifiante mesurée	Influence très forte sur les résultats : différences significatives au seuil 1/1000 entre les différentes viandes	Influence forte sur les résultats : différences significatives au seuil 1% entre les différentes huiles	Influence non significative sur les résultats	Influence non significative sur les résultats	Influence très forte sur les résultats : différences significatives au seuil de 1/1000 entre les différentes valeurs testées

- le mélange est à nouveau broyé pendant une minute pour permettre la solubilisation des protéines,
- 25 g de broyat sont prélevés et placés dans le bêcher.

Préparation de l'émulsion :

- l'émulsion est préparée à l'aide du dispositif utilisé pour la mesure de la capacité émulsifiante,
- l'huile thermostatée à 20° C est ajoutée régulièrement et sous agitation dans le bêcher, (vitesse : 2° paramètre),
- quand la quantité Q (3° paramètre) d'huile (nature de l'huile : 4° paramètre) est émulsifiée, une fraction d'émulsion est prélevée et placée dans 2 tubes à centrifuger (2 x 60 ml).

Déstabilisation de l'émulsion :

- les tubes sont placés au bain marie à 80°C pendant un temps T, (5° paramètre),

- ils sont ensuite centrifugés pendant 15 mn à la vitesse V, (6° paramètre),
- le contenu du tube est alors vidé sur une grille,
- le pourcentage d'émulsion stable est obtenu par pesée de l'échantillon avant et après déstabilisation.

L'ensemble des résultats que nous avons obtenus, nous a permis de fixer ainsi les valeurs des différents paramètres testés au niveau du protocole.

- 1° paramètre : viande à préciser,
- 2° paramètre : 1 750 tours/mn,
- 3° paramètre : 175 ml d'huile,
- 4° paramètre : nature de l'huile : soja,
- 5° paramètre : 20 mn,
- 6° paramètre : 2 000 g.

TABLEAU 3
MISE AU POINT DE LA MÉTHODE DE MESURE DE LA STABILITÉ
ÉMULSIFIANTE DES VIANDES

	Types de viandes	Vitesse d'homogénéisation de l'émulsion	Quantité d'huile émulsifiée	Type d'huile utilisée	Temps de chauffage à 80° C
Valeurs testées	Maigre de porc n° 1 Rumsteck VSM poulet VSM dinde Foie de porc frais	(en tours/mn) 1250 1500 1750 2000 2250	(en ml) 125 150 175 200 225	Tournesol Arachide Maïs Olive Soja	(en min) 10 15 20 25 30
Influence sur la valeur de stabilité d'émulsion mesurée	Influence très forte sur les valeurs des stabilités mesurées (différences significatives au seuil de 1/1000 entre les viandes)	Influence très forte sur les valeurs des stabilités mesurées (différences significatives au seuil de 1/1000 entre les vitesses testées)	Influence très forte sur les valeurs des stabilités mesurées (différences significatives au seuil de 1/1000 entre les différentes natures d'huile testées)	Influence très forte sur les valeurs des stabilités mesurées (différences significatives au seuil de 1% entre les différentes huiles testées)	Influence plus faible sur les valeurs des stabilités mesurées (différences significatives au seuil de 1%)

IV - ÉVALUATION EN FABRICATION DES MÉTHODES MISES AU POINT

Nous avons cherché à contrôler l'intérêt des trois mesures mises au point en comparant les résultats de ces analyses aux performances des viandes en atelier de transformation de pâtes fines.

1. MATERIEL

Les essais ont été effectués avec de la viande fraîche de porc. Afin de disposer d'une fourchette de qualités de viandes, nous

avons réalisé les différents essais avec des mélanges plus ou moins riches en maigre de type I et en maigre de type II.

Le maigre n° 1 correspond à une viande présentant aucun tendon ni aponévrose et contenant moins de 10 % de gras à l'examen visuel.

Le maigre n° 2 correspond à une viande dont les morceaux sont plus riches en tendon et plus entrelardés mais le gras apparent ne doit pas recouvrir plus de 30 % de la surface.

Les différents essais suivant ont ainsi été réalisés :

Essai N° 1 : 100 % maigre I
Essai N° 2 : 100 % maigre II
Essai N° 3 : 90 % maigre I – 10 % maigre II
Essai N° 4 : 10 % maigre I – 90 % maigre II
Essai N° 5 : 80 % maigre I – 20 % maigre II
Essai N° 6 : 20 % maigre I – 80 % maigre II

Essai N° 7 : 70 % maigre I – 30 % maigre II
Essai N° 8 : 30 % maigre I – 70 % maigre II
Essai N° 9 : 40 % maigre I – 60 % maigre II
Essai N° 10 : 60 % maigre I – 40 % maigre II
Essai N° 11 : 50 % maigre I – 50 % maigre II
Essai N° 12 : 100 % maigre I

2. MÉTHODES

Pour chacun des essais réalisés, les analyses suivantes ont été effectuées :

- au laboratoire, sur les échantillons de viande avant transformation : teneur en protéines totales (méthode Kjeldhal), teneur en protéines solubles (méthode ADRIA — voir chapitre précédent), pH, capacité émulsifiante (méthode ADRIA, voir chapitre précédent), stabilité d'émulsion

(méthode ADRIA, voir chapitre précédent),

- en atelier sur les pâtes fines fabriquées à partir des échantillons étudiés : mesure du rendement technologique apprécié par le calcul des pertes après stérilisation du produit. A la fin de chaque mûlée, 5 verrines sont prélevées, stérilisées et refroidies. Le barème de stérilisation est de : 115° C, 45'.

Chaque verrine est ensuite placée 10 mn au bain marie bouillant.

Les poids suivants sont notés :

P1 : poids de la verrine pleine,

P2 : poids de la verrine pleine moins les exsudats,

P3 : poids de la tare.

Le pourcentage de pertes est : $\% \text{ pertes} = \frac{P1 - P2}{P1 - P3} \times 100$

P2 est mesuré après 5 minutes d'égouttage, le produit étant coupé en 2 et retourné, sur la grille d'un tamis.

3. MODE DE PRÉPARATION DES PÂTES FINES

Les pâtes fines ont été préparées sans addition d'agents de texture par le mélange de 40 % de maigre de porc, 30 % de glace, 30 % de gras de bardière.

Une quantité de sel nitré équivalente à un pour cent du poids de la mûlée a également été ajoutée.

Les conditions d'incorporation des différents ingrédients sont précisées dans le tableau 4.

TABLEAU 4
PROTOCOLE DE FABRICATION DES PÂTES FINES

Ordre d'incorporation	Vitesse en tours/mn		Moment
	Cuve	Couteaux	d'incorporation
Maigre précuité	9	900	0
Sel nitré	9	900	45'
Glace (1/3)	9	900	1'30''
Glace (1/3)	9	900	3'00''
Gras de bardière	9	900	4'10''
Changement de vitesse	18	3 000	4'30''
Glace (1/3)	18	3 000	5'00''
Fin de mûlée	0	0	7'

4. RÉSULTATS

TABLEAU 5
RÉSULTATS DES ANALYSES AU LABORATOIRE ET EN ATELIER POUR LES ESSAIS PÂTES FINES

N° de l'essai	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
pH	6,00	6,55	6,05	6,05	6,30	6,30	6,15	5,90	5,80	5,95	6,05	6,00
Protéines totales (en % / matière humide)	17,80	16,30	16,90	16,00	16,65	16,80	16,80	18,60	18,60	19,22	19,40	18,10
Protéines solubles (en % / matière humide)	8,20	6,04	6,04	6,10	6,10	6,50	6,80	6,80	6,50	7,60	6,90	6,80
Capacité émulsifiante (g d'huile/g de viande)	216,00 12,40	202,00 10,20	213,00 14,80	186,00 10,40	192,90 20,70	211,70 19,10	189,40 16,70	193,60 8,70	180,30 10,30	216,80 17,40	167,00 5,60	163,80 4,70
Stabilité d'émulsion (en % d'émulsion instable)	8,30 6,81	7,00 0,39	9,20 3,01	8,60 0,65	6,80 0,48	7,50 0,87	7,80 0,54	22,00 3,07	51,60 4,85	8,06 0,35	9,30 0,81	10,00 0,80
Pertes (en % / matière totale)	14,53 3,40	12,42 1,80	14,75 2,20	12,88 1,10	11,49 3,70	11,21	13,41 2,90	17,90 8,90	26,65 5,07	11,66 1,90	12,87 0,40	15,20 0,80

4.1 Résultats obtenus au laboratoire

4.1.1 pH

Les pH des viandes étudiées varient de 5,80 à 6,55. Le pH normal d'une viande de porc se situant entre 5,8 et 6,2, nous constatons que si aucune des viandes étudiées n'a un pH anormalement acide, certains échantillons par contre possèdent des pH supérieurs aux valeurs normales.

4.1.2 Protéines totales

Nous constatons que les mélanges de viandes étudiés possèdent des teneurs en protéines comprises entre 16,0 et 19,4 %.

Si l'on calcule la moyenne de ces valeurs pour les échantillons plus riches en maigre I d'une part, plus riches en maigre II d'autre part, on obtient les résultats suivants :

- moyenne des échantillons plus riches en maigre I : 17,9 %,
- moyenne des échantillons plus riches en maigre II : 17,3 %.

La différence entre les deux moyennes est faible, compte tenu des définitions commerciales de ces produits.

4.1.3 Protéines solubles

La quantité de protéines solubles, mesurée par la méthode

mise au point, est comprise selon les mélanges entre 6,10 et 8,20 % du poids total de l'échantillon.

On peut penser que ces protéines sont essentiellement d'origine intracellulaire et vraisemblablement myofibrillaire compte tenu de la force ionique du milieu d'extraction.

4.1.4 Pouvoir émulsifiant

• Capacité émulsifiante

Les résultats que nous avons obtenus par la méthode mise au point sont exprimés en grammes d'huile par gramme de viande. L'écart type sur les 4 mesures effectuées pour chaque échantillon est précisé.

Les différences de capacité émulsifiante des mélanges étudiés sont importantes (comprises entre 163 et 216 g d'huile par gramme de viande), ce qui permettra d'étudier avec un moindre risque d'erreur l'importance de cette mesure pour apprécier le pouvoir liant des viandes.

• Stabilité d'émulsion

Les résultats que nous avons obtenus par notre méthode sont exprimés en pourcentage d'émulsion déstabilisée après traitement mécanique et thermique. L'écart type calculé sur les 6 mesures effectuées par échantillon est précisé.

Les différences de stabilité des émulsions mesurées sur les échantillons étant très importantes, (voir échantillons 8 et 9

en particulier) nous disposons d'une gamme de produits dont les propriétés émulsifiantes se sont révélées différentes au moyen du test appliqué.

4.2 Résultats obtenus en atelier

4.2.1 Mesure des pertes

Les résultats obtenus en atelier sont présentés également dans le tableau 5. Les pâtes fines ont été préparées sans

agents de texture (amidon, caséinates, etc.) afin de tester le pouvoir liant des protéines de viande elles-mêmes.

Les résultats obtenus permettent de constater que les pertes moyennes en eau et en matière grasse sont très différentes d'un échantillon à l'autre. Il faut toutefois noter que l'écart type sur les mesures peut être très grand, et ceci d'autant plus que l'émulsion est fragile (ex : échantillons 8 et 9). Il est à noter également que les pertes sont, en large partie, des matières grasses.

5. ÉTUDE DES CORRÉLATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTES VALEURS MESURÉES

TABLEAU 6
ÉTUDE DES PÂTES FINES : CORRÉLATIONS ENTRE LES DIFFÉRENTES VALEURS MESURÉES

Corrélation étudiée	Protéines totales Protéines solubles	Protéines totales Capacité émulsifiante	Protéines totales Stabilité des émulsions
Valeur du coefficient de corrélation	0,61	- 0,27	0,32

Corrélation étudiée	Protéines totales Pertes en atelier	Protéines solubles Capacité émulsifiante	Protéines totales Stabilité des émulsions
Valeur du coefficient de corrélation	0,32	0,23	- 0,12

Corrélation étudiée	Protéines totales /Pertes	Capacité émulsifiante /Stabilité des émulsions	Capacité émulsifiante /Pertes en atelier
Valeur du coefficient de corrélation	- 0,01	- 0,27	- 0,30

Corrélation étudiée	Stabilité d'émulsion /Pertes en atelier
Valeur du coefficient de corrélation	0,97

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une seule corrélation élevée entre les mesures effectuées au laboratoire et les pertes obtenues en fabrication : le coefficient de corrélation est de 0,97 entre les valeurs de stabilité d'émulsion mesurées au laboratoire et les valeurs de pertes en fabrication mesurées en atelier. Les coefficients de corrélation entre les valeurs des autres mesures sont trop faibles pour être significatifs.

effectuées sur les viandes avant fabrication : pH, protéines totale, protéines solubles, capacité émulsifiante et stabilité d'émulsion.

Le tableau 7 indique les différentes équations de régression linéaire permettant de prévoir l'importance des pertes en fabrication, connaissant l'un ou plusieurs des résultats des analyses précitées.

La précision de ces équations de régression est indiquée sur les deux coefficients suivants :

$$R^2 = \frac{\text{Variance expliquée par la régression}}{\text{Variance totale}}$$

et

$$F = \frac{\text{Variance expliquée par la régression}}{\text{Variance résiduelle}}$$

5.1 Analyse de régression linéaire multiple

Une analyse de régression linéaire multiple a été effectuée à partir de l'ensemble des résultats obtenus afin de déterminer la meilleure équation de prévision de l'importance des pertes à la cuisson connaissant les valeurs des différentes analyses

TABLEAU 7
ÉQUATIONS DE RÉGRESSION LINÉAIRE MULTIPLE PERMETTANT LA PRÉDICTION DE LA VALEUR DES PERTES EN FABRICATION

Y = pertes en fonction de	X ₁ = pH X ₂ = protéines totales X ₃ = capacité d'émulsion X ₄ = stabilité d'émulsion	X ₁ = pH X ₂ = protéines totales X ₃ = protéines solubles X ₄ = stabilité d'émulsion	X ₁ = pH X ₂ = protéines totales X ₃ = stabilité d'émulsion	X ₁ = pH X ₂ = stabilité d'émulsion	X ₁ = stabilité d'émulsion
Equation correspondante	Y = 38,68 - 3,33X ₁ - 0,26X ₂ - 0,21X ₃ + 0,29X ₄	Y = 32,83 - 3,03X ₁ - 0,28X ₂ - 0,20X ₃ + 0,30X ₄	Y = 34,63 - 3,27X ₁ - 0,23X ₂ + 0,30X ₃	Y = 25,44 - 2,42X ₁ + 0,30X ₂	Y = 10,41 + 0,32X ₁
R ²	0,947	0,946	0,946	0,943	0,934
F	31,473	30,751	46,417	74,863	141,723

Ces équations permettent de mettre en évidence l'importance particulière de la mesure de la stabilité d'émulsion : cette seule mesure, en effet, permet de formuler l'équation de prédiction des pertes suivantes :

$$Y (\text{pertes}) = 10,41 + 0,320 \times \text{stabilité d'émulsion} \\ (\text{en } \% \text{ d'émulsion instable})$$

La précision de cette équation de prédiction basée sur la connaissance d'une seule analyse est importante puisque nous obtenons :

$$R^2 = 0,934 \text{ et } F = 141,723$$

La précision des autres équations de régression faisant intervenir les autres résultats d'analyse (cf. 4 premières colonnes du tableau 7) est inférieure (R^2 est voisin de 0, % = mais F est très inférieur à 141).

Ces résultats permettent de conclure que la simple mesure de la stabilité d'émulsion au laboratoire peut permettre, dans des conditions de fabrication analogues à celles que nous avons suivies, de classer, avant fabrication, différents échantillons en fonction de leurs propriétés liantes et de déceler même les viandes à « problèmes » (ex : viande n° 8 : stabilité d'émulsion : 22,0 % — pertes en fabrication : 77,9 % — même cas pour la viande de n° 9).

En effet, les différences entre les valeurs réelles des pertes mesurées en fabrication et les valeurs des pertes estimées par l'équation de prédiction ($Y = 10,41 + 0,32 X$) sont les suivantes :

N° échantillon	Pertes réelles en fabrication	Pertes estimées par la régression	Résidus
1	14,53	13,07	1,46
2	12,42	12,65	0,23
3	14,75	13,36	1,39
4	12,88	13,17	0,29
5	11,49	12,59	1,10
6	11,21	12,81	1,60
7	13,41	12,91	0,50
8	17,90	17,46	0,44
9	26,65	26,94	0,29
10	11,66	11,99	1,33
11	12,87	13,39	0,52
12	15,20	13,61	1,58

Si la mesure de la stabilité d'émulsion au laboratoire est donc très importante, la connaissance des valeurs des autres analyses sur la viande avant fabrication n'apporte pas de renseignements importants sur la précision de la prédiction des rendements de ces viandes, quand celles-ci sont transformées en pâtes fines (cf. colonnes 1 à 2 du tableau 7).

V - CONCLUSION

Si la mesure de la stabilité des émulsions, préparées à partir des protéines totales d'un muscle, permet d'expliquer 93 % de la valeur des pertes en eau et en matières grasses mesurées sur les pâtes fines préparées à partir de ces muscles, la connaissance des autres propriétés fonctionnelles mesurées sur les protéines de la viande n'apporte, à la vue de ces résultats, aucune information sur les qualités liantes de ces viandes.

Ainsi, la mesure de la teneur en protéines solubles d'une viande ne permet pas de prévoir les qualités liantes de cette viande en transformation : ces résultats rejoignent les conclusions de GASKA et REGENSTEIN (1982 a et 1982 b) qui ont suggéré puis établi que les protéines insolubles, dans

des solutions à fortes concentrations de sel, pouvaient jouer un rôle important dans la formation de l'émulsion, et ont soulevé la question de l'importance de la solubilité des protéines musculaires dans la formation des émulsions de viande.

L'importance de la fraction insoluble des protéines dans la formation des émulsions de viande est confirmée au niveau de nos travaux par l'étude des propriétés émulsifiantes des protéines de la viande. Nous constatons en effet qu'il n'existe pas de corrélation significative entre les valeurs de la capacité émulsifiante des *protéines solubles* d'une viande et les qualités liantes de cette viande. Au contraire, nous notons que la mesure de la stabilité d'émulsions préparées à partir des *protéines totales* d'un muscle permet d'expliquer 93 % des pertes en eau et en matières grasses, mesurées sur les pâtes fines préparées à partir de ces muscles.

Ces résultats permettent de conclure que les propriétés émulsifiantes des protéines de la viande ont une importance prépondérante au niveau de la cohésion, de la liaison des différents constituants des pâtes fines et que la fraction insoluble des protéines musculaires joue un rôle important sur la stabilité de ces systèmes.

BIBLIOGRAPHIE

- ACTION J.C., ZIEGLER G.R., BURGE D.L., 1983, Crit. Rev. Food Science. Nutrition **18**, 99-121.
- CUNNINGHAM F.E., FRONING G.W., 1972. Poultry Science. **51**, 1714 - 1721.
- FRENTZ J.C., BARACCO P., BERGER Y., DURAND P., GIRON J., GUERIN J., JACQUET B., JUILLARD A., PINEL M., POTERRE P., SIRAMI J., 1982, « L'encyclopédie de la charcuterie » Soussama éd.
- GIRARD J.P., 1981. Science des Aliments, **1**, 315-327.
- GIRARD J.P., SALE P., SIMATOS D., 1981. Sci. Aliments, **1**, 329-350
- GIRARD J.P., CALDERON F., VPC, 1982, **3**, (3)
- HANSEN L.J., 1960. Food Technology, **14**, 565-569.
- JOHNSON H.R., 1976. In "Porc meat ind. res. conf.", p.59-60, American Meat Institute Foundation, Arlington V.A.
- LACROIX C., CASTAIGNE F., 1984. Sciences des Aliments **4**, 505-522
- LEE C.M., CARROLL R.J., ABDOLLAHI A., 1981. Journal of food Science. **46**, 1789-1804
- MITA T., IGUCHIE., YAMADA K., MATSUMOTO S., YONEZAWA D., 1974. J. Texture. Studies, **5**, 89-95.
- SAFFLE R.L. 1968. "Adv. food. res.", C.O., Chichester, E.M. Mark G.F., Stewart Editions p.16, Academic press, New York.
- SCHUT et VEGHEL, 1976. "Food emulsions" Sti Friberg Editor. 385-458. Maral Dekker. Inc, New-York.
- SHUT J., 1978, Proc. meat ind. res. conf. p.1, American Meat Institute Foundation, Chicago.
- SMITH L.M., FANTOZZI P. CREVELLING R.K., FEENEY R.Z., 1980. ISF AOCS World Congress (April) New York (Abstract).
- SWASDEE R.L., TERREL R.N., DUTSON T.R., LEWIS R.E., 1982. J. Food Science. **47**, 1011-1013.
- TERREL R.N., 1980. Meat Industry, **10**, 56-60.
- WEBB N.B., 1974. American Meat Institute Foundation, Arlington, V.A.