

VIII - MEETING OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

MOSKOW - August 20th - 27th 1962

ETUDE DE LA COLORATION
DU
JAMBON DE PARIS .

I. - INFLUENCE DE QUELQUES FACTEURS SUR LA
FORMATION DU NITROSOHEMOCHROME AU COURS DE LA
FABRICATION DES PRODUITS DE CHARCUTERIE.

par :

J. CHARPENTIER, C.N.R.Z., Jouy-en-Josas (S. & O.)
et L. MESLE, C.T.S.C.C.V., Paris

ETUDE DE LA COLORATION DU JAMBON DE PARIS

I . - Influence de quelques Facteurs sur la Formation
du Nitrosohémochrome au cours de la Fabrication des Produits
de Charcuterie

par J. CHARPENTIER, C.N.R.Z.,
Jouy-en-Josas (S. & O.)

et L. MESLE, C.T.S.C.C.V.
Paris.

- INTRODUCTION.

La coloration des produits de charcuterie représente pour le consommateur un des principaux critères de qualité. Dans le cas du jambon de Paris, notamment, autant une coloration rose brillante est appréciée de l'acheteur, autant sa décoloration constitue un motif de rejet de sa part, celle-ci traduisant, dans son esprit, une altération de conservation. Les altérations de couleur peuvent être dues, soit à des accidents de fabrication survenus au cours des opérations de saumurage et cuisson, soit à diverses modifications de la couleur du produit au cours de sa conservation ultérieure. La coloration rose brillante du jambon de Paris est due à la présence de nitrosohémochrome qui résulte de la transformation au cours de la cuisson de la nitrosomyoglobine, elle-même formée, au cours du saumurage, par combinaison de la myoglobine du muscle et de l'oxyde d'azote provenant de la saumure. Celui-ci provient des réductions successives du nitrate ajouté à la saumure. Le nitrate est, en effet, réduit en nitrite par des bactéries et des ferments de la saumure. Puis, par suite de l'acidité du milieu, il se forme de l'acide nitreux qui est ensuite réduit en oxyde d'azote par des bactéries spécifiques dont l'action dépend de la température du pH, du pouvoir oxydant et de la concentration saline de la saumure. Les diverses transformations chimiques de la myoglobine du muscle frais au cours du saumurage et de la cuisson sont résumées dans le tableau 1. Nous voyons, d'après ce tableau, qu'à l'issue de la fabrication, la couleur du jambon, qui est essentiellement liée aux taux de nitrosohémochrome, est fonction à la fois des caractéristiques physico-chimiques du produit frais et de celles de la saumure. Aussi paraît-il intéressant d'étudier l'interaction de certaines de ces caractéristiques et leur influence sur la transformation du pigment du muscle frais en nitrosohémochrome.

.../

- MATERIEL ET METHODES.

A. MATERIEL

L'étude a porté sur 10 jambons provenant de porcs de la Station de Testage du C.N.R.Z. à Jouy-en-Josas. Chaque jambon était disséqué 24 heures après l'abattage. Le ressuyage s'effectuait à 4° C. Les six muscles suivants étaient prélevés et utilisés pour la salaison :

- Pectineus
- Adductor brevis et magnus
- Semi-membranosus
- Semi-tendinosus
- Biceps femoris
- Rectus Femoris

Lors de la dissection, le pH était mesuré en 16 sites soigneusement repérés (pH mètre E.I.L. 23015 A - électrode type Duplex).

Les muscles étaient ensuite placés dans une saumure nitratée maintenue à 4° C et ayant déjà servi à la salaison de jambons. La teneur en sel de la saumure était ajustée à 200 g. par litre. Le rapport pondéral saumure/viande était de 1/2.

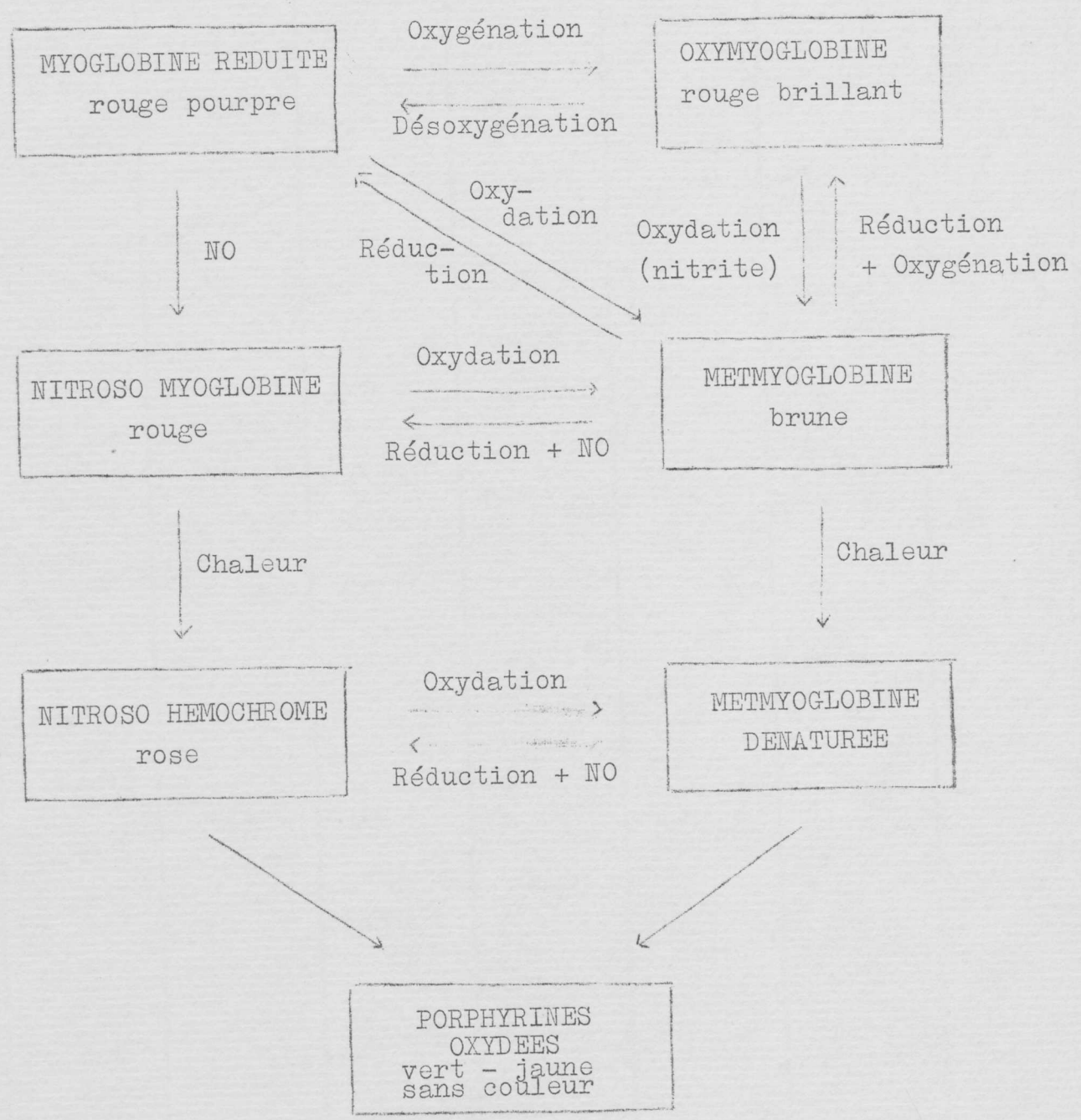
Au bout de quatre jours, les muscles étaient enlevés de la saumure, puis mis à égoutter 12 heures à 4° C.

Les différentes saumures utilisées ont suivi des évolutions sensiblement parallèles. Leur pH, qui variait entre 6,0 et 6,3 au moment de la mise en saumure des muscles, atteignait en fin de salaison des valeurs comprises entre 5,40 et 5,90. Le potentiel Red Ox mesuré suivant la technique décrite par LEISTNER (6) était de 190 à 280 multivolts (à pH 7) en fin de salaison. Le nitrite était dosé dans la saumure avant et après saumurage.

Après égouttage, les muscles étaient cuits à l'eau dans des moules en aluminium. La cuisson était arrêtée lorsque la température atteignait 64° C à coeur.

Après refroidissement, ils étaient placés dans une chambre froide à 4° C.

.../



TABEAU N° I - MODIFICATIONS CHIMIQUES DE LA MYOGLOBINE PENDANT LA SALAISON.

B. METHODES.

Le pH des muscles cuits était mesuré aux sites où le pH du muscle frais avait été pris après dissection et en 7 autres points à l'intérieur des muscles les plus épais : Adductor, Semi-membranosus, Biceps femoris, Rectus femoris.

Les échantillons étaient ensuite prélevés aux emplacements des prises de pH, ce qui amène à considérer au total 23 échantillons par jambon. Sur ces échantillons, on effectuait les dosages suivants :

- Nitrite
- Nitrosohémochrome
- Pigment total.

1) Nitrite.

Le nitrite était dosé par le réactif de Griess après extraction par broyage de 5 grammes de tissu musculaire dans 20 Cm³ d'eau et chauffage au bain-marie à 80° C pendant 20 minutes et filtration.

2) Pigment total et nitrosohémochrome.

Le terme de pigment total englobe le nitrosohémochrome et divers chromogènes provenant principalement de la dénaturation de la metmyoglobine et, éventuellement, de celle de l'oxymyoglobine et de la myoglobine réduite. Le pigment total et le nitrosohémochrome ont été dosés par la méthode d'HORNSEY (2). Le pigment total est extrait sous forme d'hématine acide par un mélange acétone-HCl. Le spectre d'absorption de l'hématine acide en solution acétonique présente 2 maxima à 512 et 640 m (fig. n° 1). La détermination du nitrosohémochrome reconnaît comme principe une extraction sélective et complète par une solution acétonique à 80 %. L'extrait acétonique de nitrosohémochrome présente des maxima à 535 et 580 m (fig. n° 2). Les mesures d'absorption sont faites à 535 m . Nous n'avons pas trouvé les difficultés signalées par GANTNER (1) dans l'application de la méthode d'HORNSEY. A condition d'opérer sous une faible luminosité, la densité optique de l'extrait acétonique demeure stable pendant une durée minimum d'une demi-heure et la transformation du nitrosohémochrome en hématine acide immédiatement après l'extraction ne s'impose pas si les déterminations photopétriennes sont faites rapidement.

.../

124

Densité optique

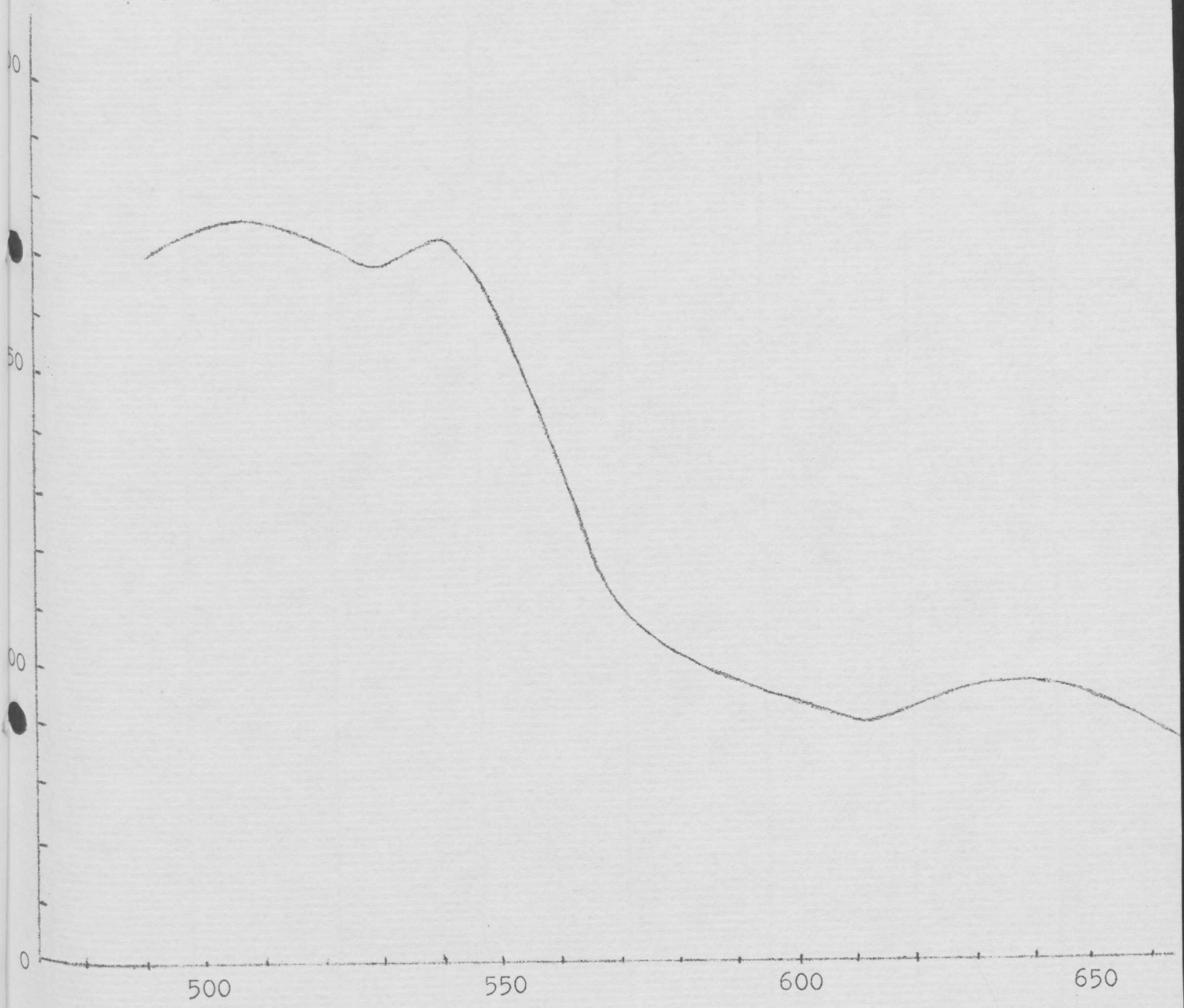


FIG. 1 - SPECTRE D'HEMATINE ACIDE EN SOLUTION ACETONIQUE

125

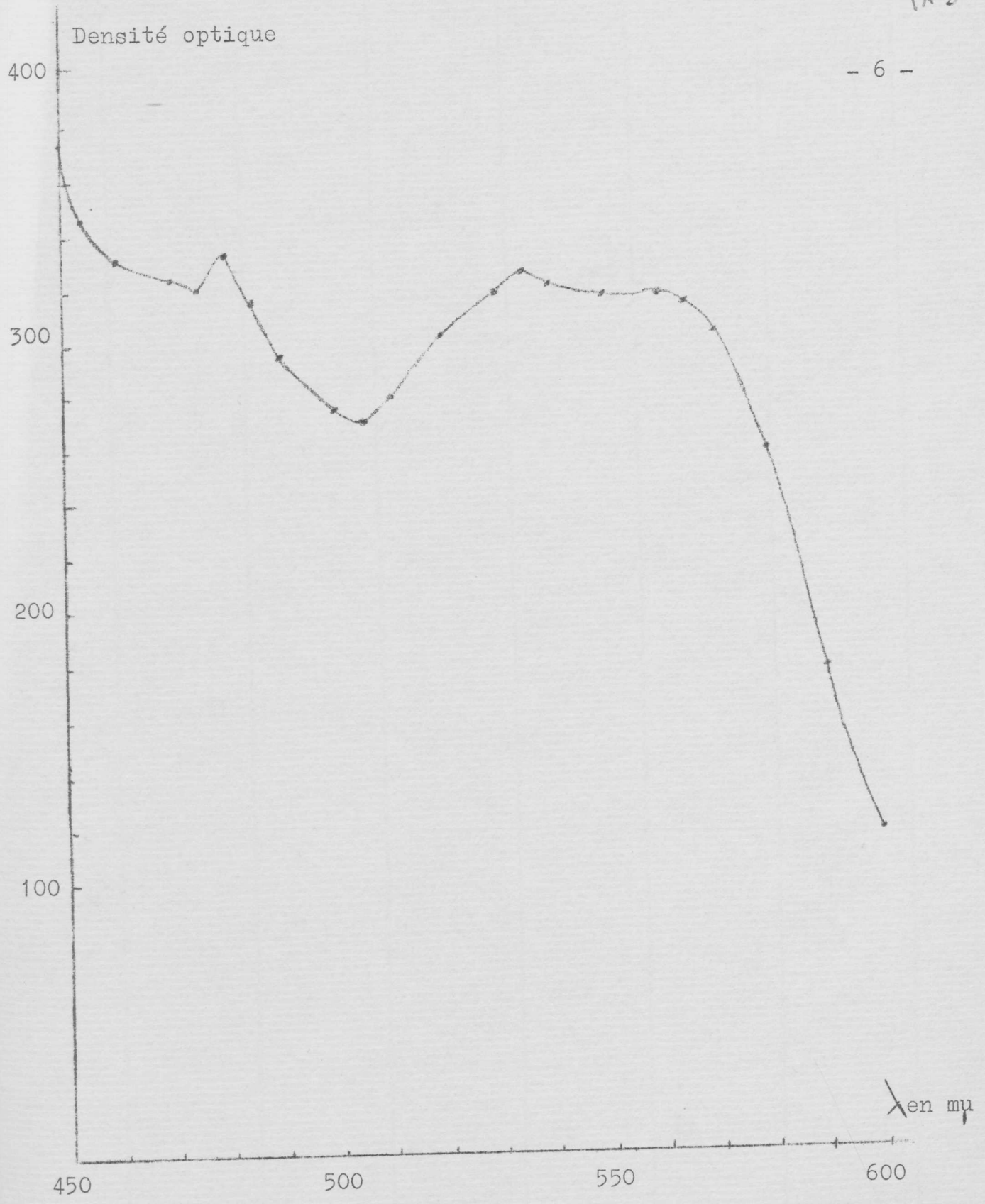


FIG. N° 2 - SPECTRE D'EXTRAIT ACETONIQUE DE JAMBON DE PARIS

Le tableau n° 2 montre la similitude des résultats obtenus par lecture directe de l'absorption de l'extrait acétonique à 525 m et à 512 m après transformation en hématine acide. La correspondance avec les résultats obtenus à 640 m est un peu moins bonne, ce qui s'explique par la plus faible valeur des densités optiques et la moindre précision qui en résulte dans leur appréciation. Il est donc préférable d'effectuer des mesures d'absorption des solutions d'hématine acide à 512 m et non à 640 m .

TABEAU N° 2

échantillon n°	D O	D O	D O	D O	hémati-	hémati-	hémati-
	535 m	640 m	512 m	512 m D O 640 m	ne ppm 535 m	ne ppm 512 m	ne ppm 640 m
1	195	83	160	1,92	56,55	56,16	57,77
2	199	85	166	1,95	57,71	58,27	59,16
3	190	78	159	2,03	55,10	55,81	54,29
4	175	73	145	1,99	50,75	50,89	50,81
5	170	75	142	1,90	49,30	49,84	52,20
6	273	112	226	2,01	79,17	79,32	79,86
7	201	83	166	2,00	58,29	58,26	59,18

Pour des facilités de comparaison, tous les résultats seront exprimés en p.p.m. d'hématine et, selon la notation d'HORNSEY, nous définirons le "pourcentage de conversion" comme étant le rapport de concentration en nitrosohémochrome du produit cuit sur sa concentration en pigment total.

- RESULTATS ET DISCUSSION.

Les différentes corrélations étudiées figurent dans le tableau n° 3.

1) Pourcentage de conversion et teneur en nitrite des muscles.

Pour l'ensemble des échantillons analysés, le pourcentage de conversion varie entre 26 et 96 % et la teneur en nitrite des muscles entre 6 et 165 mg/kg.

.../

TABLEAU N° 3

Nitrite	% de conversion	- 0,71 **	(2)
Nitrite	nitrosohémochrome	- 0,30 **	(2)
Nitrite	pH frais	+ 0,43 **	(1)
Nitrite	pH après cuisson	+ 0,63 **	(2)
pH frais	% de conversion	- 0,29 **	(1)
pH frais	pH après cuisson	+ 0,79 **	(1)
pH après cuisson	% de conversion	- 0,47 **	(2)
Pigment total	Nitrosohémochrome	+ 0,88 **	(2)
Pigment total	Nitrite	+ 0,02 **	(2)
(1) Seuil de signification à p = 0,01 : 0,208 p = 0,05 : 0,159			
(2) Seuil de signification à p = 0,01 : 0,181 p = 0,05 : 0,138			

Les valeurs moyennes sont :

- pour le % de conversion $64,7\% \pm 14,1$
- pour la teneur en nitrite du muscle $50,0 \pm 32,6$ (exprimés en $K\ NO_2\ \%$)

La corrélation entre ces deux facteurs est négative et hautement significative. L'examen de la course des points expérimentaux (fig. n° 3) conduit à penser que la relation entre le % de C et la teneur en nitrite des muscles serait curvilinéaire.

Selon le schéma de WATTS, l'action néfaste d'un excès de nitrite peut s'expliquer par une oxydation accrue de la myoglobine en metmyoglobine au cours du saumurage. De plus, si le milieu n'est pas suffisamment réducteur, il ne peut y avoir transformation ultérieure de la metmyoglobine en nitrosomyoglobine.

.../

% conversion

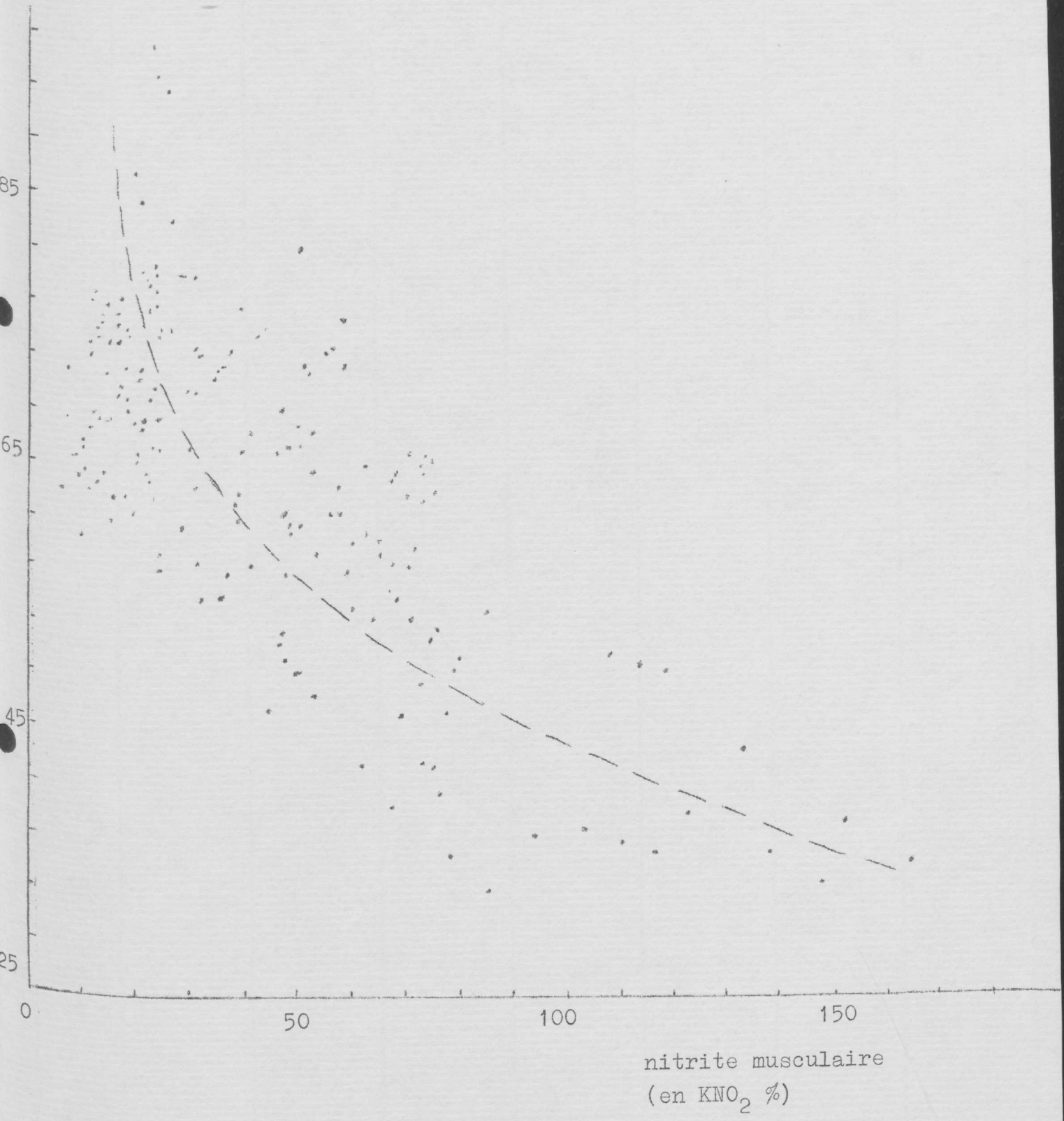


FIG. N° 3

Comme l'indique la figure n° 4, la teneur en nitrite des muscles serait fonction de la quantité de nitrite disparue de la saumure au cours du saumurage.

Or, cette dernière semble étroitement liée à la teneur initiale en nitrite de la saumure (tableau n° 4).

TABLEAU N° 4

NO ₂ initial / litre de saumure	NO ₂ disparu / litre de saumure
200 - - - - -	180
350 - - - - -	110
490 - - - - -	130
730 - - - - -	270
950 - - - - -	335
1 000 - - - - -	750
1 010 - - - - -	570
1 090 - - - - -	480
1 100 - - - - -	550
1 590 - - - - -	930

Les saumures trop nitritées exercent donc une action contraire sur la transformation des pigments des muscles frais en nitrosomyoglobine.

2) Pourcentage de conversion et pH musculaire.

La teneur initiale en nitrite des saumures n'est pas le seul facteur influençant la quantité de nitrite présente dans les muscles à l'issue du saumurage. Comme le montrent les corrélations nettement significatives entre la teneur en nitrite des muscles après cuisson et le pH musculaire (aussi bien avant saumurage qu'après cuisson) le pH des muscles intervient également dans la rétention du nitrite. De plus, les corrélations existant entre le pH musculaire après cuisson et la teneur en nitrite de chaque série d'échantillons de muscles plongés dans une même saumure sont, en général, hautement significatives (tableau n° 5).

.../

NO₂ moyen du jambon
(KNO₂ %)

TABEAO N° 5.7.2

Corrélation entre la teneur en nitrite exprimée en % KNO₂ et le pH des muscles après cuisson.

Jambon	1	0,58
	2	0,32
	3	0,33
	4	0,50
	5	0,92
	6	0,65
	7	0,64
	8	0,83
	9	0,55
	10	0,67

Seuils de signification : p = 0,01 : 0,545
p = 0,05 : 0,404

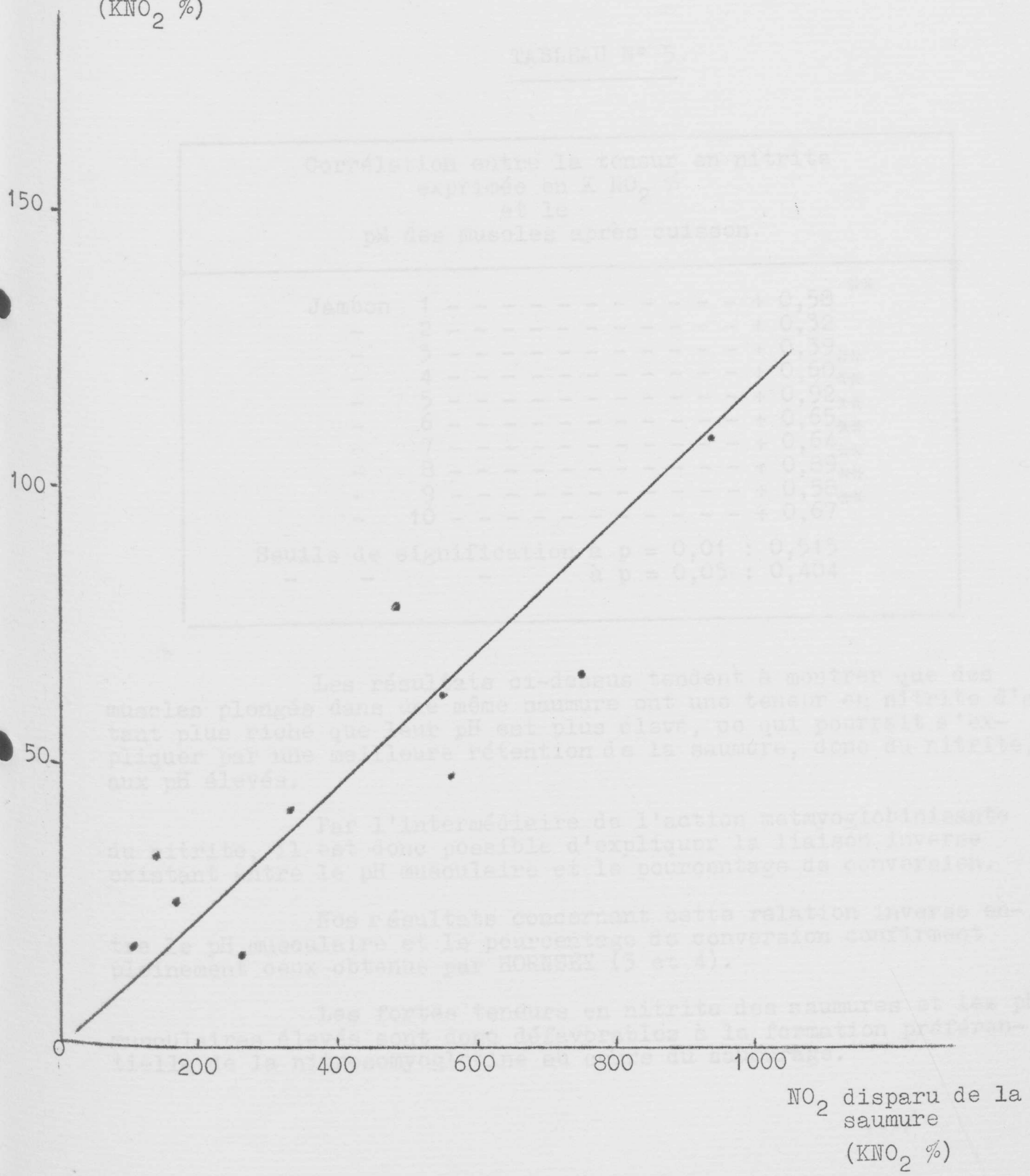


FIG N° 4.

TABLEAU N° 5.

Corrélation entre la teneur en nitrite exprimée en K NO ₂ % et le pH des muscles après cuisson.	
Jambon	1 - - - - - + 0,58 **
-	2 - - - - - + 0,32
-	3 - - - - - + 0,39 **
-	4 - - - - - + 0,60 **
-	5 - - - - - + 0,92 **
-	6 - - - - - + 0,65 **
-	7 - - - - - + 0,64 **
-	8 - - - - - + 0,89 **
-	9 - - - - - + 0,58 **
-	10 - - - - - + 0,67
Seuils de signification à p = 0,01 : 0,515	
-	- à p = 0,05 : 0,404

Les résultats ci-dessus tendent à montrer que des muscles plongés dans une même saumure ont une teneur en nitrite d'autant plus riche que leur pH est plus élevé, ce qui pourrait s'expliquer par une meilleure rétention de la saumure, donc du nitrite, aux pH élevés.

Par l'intermédiaire de l'action metmyoglobinisante du nitrite, il est donc possible d'expliquer la liaison inverse existant entre le pH musculaire et le pourcentage de conversion.

Nos résultats concernant cette relation inverse entre le pH musculaire et le pourcentage de conversion confirment pleinement ceux obtenus par HORNSEY (3 et 4).

Les fortes teneurs en nitrite des saumures et les pH musculaires élevés sont donc défavorables à la formation préférentielle de la nitrosomyoglobine au cours du saumurage.

.../

3) Relation entre le pH musculaire avant saumurage et après cuisson.

La corrélation entre ces deux valeurs de pH est hautement significative, ce qui tendrait à prouver que l'influence de l'acidité initiale de la saumure sur le pH du muscle est faible.

4) Relation entre nitrosohémochrome et pigment total.

La corrélation de + 0,88 obtenue pour l'ensemble des échantillons est très significative. Les teneurs en nitrosohémochrome des muscles seront donc d'autant plus élevées que la quantité totale de pigment sera plus importante. Ceci confirme les résultats d'ISKANDARYAN (5).

- CONCLUSION.

Cette expérience met donc en évidence l'existence d'un pourcentage de nitrosohémochrome généralement plus élevé dans les produits obtenus à partir de tissu musculaire à bas pH et de saumures faiblement nitritées. L'excès de nitrite provoque une oxydation des pigments préjudiciable au développement d'une bonne coloration. Les techniques classiques de saumurage permettent difficilement de contrôler la teneur en nitrite des saumures, ce qui motive, notamment à l'étranger, l'utilisation directe du nitrite afin de réduire les éventuels accidents de fabrication. Mais, si importante qu'elle soit, l'obtention d'une couleur agréable n'est pas le seul but recherché. D'une part, cette couleur doit présenter une certaine stabilité et, d'autre part, le saumurage doit permettre au produit d'acquérir des qualités organoleptiques indispensables. Or, il est vraisemblable que les bactéries réductrices des saumures "classiques" agissent par leurs enzymes protéolytiques sur la sapidité et le parfum. Il se peut donc que l'intérêt de l'addition directe de nitrite (d'ailleurs interdite par la législation française) paraisse contestable. En conclusion, dans les conditions technologiques actuelles, l'avantage du seul point de vue de la formation de la couleur au cours de la fabrication semble revenir aux saumures où la formation de nitrite est limitée (30 m / kg) et aux viandes à bas pH, mais néanmoins suffisamment colorées.

.../

Toutefois, dans la recherche du pH optimum des viandes fraîches en vue de leur transformation technologique, il convient de considérer la relation du pH avec les différents facteurs de qualité et de pondérer en quelque sorte ces divers facteurs. La relation inverse, notamment entre le pH et le pouvoir de rétention d'eau (dont l'importance conditionne celle des pertes à la cuisson) montre qu'en fait il existe un pH optimum dont la valeur, qui reste à préciser, dépend des importances relatives que l'on accorde aux différents critères de qualité.

BIBLIOGRAPHIE

1. - GANTNER G., 1960, Z. Lebensmittel-Untersch, 111 (4) 277-281
2. - HORNSEY H.C., 1956, J. Sci. Food And Agriculture, 7, 534.
3. - HORNSEY H.C., 1959, J. Sci. Food and Agriculture, 10, 114.
4. - HORNSEY H.C., 1961, Seventh Meeting of European Meat Research Workers, WARSZAWA.
5. - ISKANDARYAN A.K., 1960, Sixth Meeting of European Meat Research Workers, UTRECHT.
6. - LEISTNER L. et MIRNA A., 1959, Fleischwirshaft, 8, 659-668.
7. - WATTS B.M., 1954, Advances in Food Research, 5, 1.

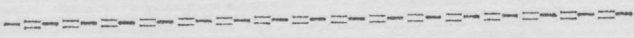
VIII - MEETING OF MEAT RESEARCH INSTITUTES

MOSKOW - August 20th - 27th 1962

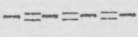
ETUDE DE LA COLORATION

DU

JAMBON DE PARIS



II. - INFLUENCE DE QUELQUES CARACTERISTIQUES
PHYSICOCHEMISTIQUES DU JAMBON DE PARIS
SUR LA STABILITE DE SA COLORATION



par :

J. CHARPENTIER, C.N.R.Z., Jouy-en-Josas (S. & O.)
et L. MESLE, C.T.S.C.C.V., Paris.



ETUDE DE LA COLORATION DU JAMBON DE PARIS

II. - Influence de quelques Caractéristiques
Physicochimiques du Jambon de Paris
sur la stabilité de sa coloration

par : J. CHARPENTIER, C.N.R.Z.,
Jouy-en-Josas (S. & O.)
et L. MESLE, C.T.S.C.C.V.,
Paris.

INTRODUCTION.

La coloration rose brillant du jambon cuit, type Jambon de Paris, est due à la présence de nitrosohémochrome, pigment provenant de la dénaturation de la nitrosomyoglobine lors de la cuisson. Le nitrosohémochrome est un pigment assez instable qui tend à s'oxyder pour donner divers chromogènes de couleur grise ou brune. Ces altérations de couleur sont causées principalement par l'exposition du produit à la lumière (3) (4) (5) (6) (7) (8) et dépendent à la fois de la nature et de l'intensité de cette lumière (3) (5) (8). Selon WATTS et coll. (9) la décoloration est due à une réaction de dissociation du nitrosohémochrome activée par la lumière et suivie d'une oxydation par l'oxygène atmosphérique. WALSH et ROSE (8) étudiant la transformation de la nitrosomyoglobine en metmyoglobine, à l'obscurité et à la lumière, ont montré que la vitesse d'oxydation dépendait de l'intensité lumineuse, du pH, de la température et de la concentration en nitrite. Selon WATTS et coll. (9) les groupes sulfhydril responsables en partie du pouvoir réducteur du tissu musculaire, s'opposent à l'oxydation du nitrosohémochrome en présence d'une quantité suffisante de nitrite résiduel. En l'absence de groupements sulfhydril, le nitrite accélérerait alors l'oxydation du nitrosohémochrome. Selon HORNSEY (4) la résistance du nitrosohémochrome à la photooxydation montrerait une légère tendance à varier dans le même sens que la teneur en cystéine et à l'inverse du pH du produit, le taux de cystéine étant considéré comme représentatif du pouvoir réducteur du jambon.

.../

Dans une expérience antérieure (10) nous avons étudié l'influence de certaines caractéristiques physicochimiques du muscle frais et de la saumure sur la transformation de sa myoglobine en nitrosohémochrome. Il en résultait que l'utilisation de saumures relativement peu nitritées (30 mg / kg) et de viandes à bas pH, mais suffisamment pigmentées, permettait l'obtention du taux de nitrosohémochrome souhaitable. Il conviendrait évidemment que ce dernier, obtenu grâce à des processus technologiques adéquats, garde cette valeur lors de la conservation du produit. Aussi nous a-t-il semblé opportun d'aborder l'étude des facteurs susceptibles de maintenir la coloration au cours de la conservation, en considérant dans un premier temps diverses caractéristiques physicochimiques du tissu musculaire et l'intensité de la décoloration du jambon de Paris lors de son exposition à la lumière.

MATERIEL ET METHODES

A - MATERIEL.

L'étude a porté sur 7 jambons fabriqués par divers salaisonniers. Des échantillons aussi homogènes que possible étaient prélevés dans un local obscurci afin d'éviter un début de photo-oxydation. Ces échantillons ont été choisis de telle façon qu'ils présentent une surface de coupe de coloration uniforme et dépourvue de tissu frais et de tissu conjonctif. Au total 53 échantillons ont été examinés.

B - METHODES.

1) - pH - Le pH était déterminé sur une coupe fraîche légèrement humectée d'eau bidistillée (pH mètre E.I.L. électrode de verre).

2) - Nitrite - Le nitrite était dosé par le réactif de Griess après extraction par broyage de 5 grammes de tissu musculaire dans 20 ml d'eau, chauffage au bain marie à 80° C pendant 20 minutes et filtration.

3) - Pigment total et nitrosohémochrome.

Le pigment total représente l'ensemble du nitrosohémochrome et des divers chromogènes provenant de son oxydation. Le pigment total et le nitrosohémochrome ont été dosés par la méthode d'Hornsey (2).

.../

Selon la notation d'Hornsey, le "pourcentage de conversion" représente le rapport de la concentration en nitroschémochrome du produit cuit sur sa concentration en pigment total.

4) - Pouvoir réducteur.

Deux procédés d'évaluation sommaire du pouvoir réducteur des produits de charcuterie saumurés et cuits ont été jusqu'alors proposés :

- Le dosage de la cystéine et de la cystine par Hornsey.

- Le test histochimique au nitroprussiate de Watts qui permet de détecter les groupements sulfhydryl libres sur une coupe de tissu musculaire. L'intensité de la coloration rose obtenue permet d'avoir une indication grossière sur l'importance quantitative de ces groupements. Ce test ne nous a pas permis d'observer des différences notables de coloration pour les divers échantillons examinés.

Dans le but d'avoir une indication sur le pouvoir réducteur global du tissu musculaire, nous avons préféré utiliser une technique simple basée sur la vitesse de décoloration d'un indicateur d'oxydo-réduction. Cette technique est la suivante : à 4 grammes de broyat musculaire, on ajoute dans un tube à essai 20 ml d'une solution fraîche de dichloro-2-6- phénol indophénol de sodium (60 mg dans 1 000 ml d'eau bidistillée). Le tube est bouché et on note le temps nécessaire à la décoloration totale de la solution.

5) - Stabilité de la coloration.

HORNSEY (3) caractérise la décoloration par la diminution du "pourcentage de conversion", d'un broyat de tissu musculaire, au bout d'un temps standard, une heure en l'occurrence. Cette méthode présente l'inconvénient de s'appliquer à un broyat, ce qui s'écarte notablement des conditions de la pratique et accélère les phénomènes d'oxydation, par suite de l'augmentation importante de la surface du produit.

WATTS (9) utilise les différences spectrales existant entre les spectres d'absorption d'extraits de produit frais avant et après exposition à la lumière. Cette technique se heurte à des difficultés d'échantillonnage, car l'altération de couleur n'est que superficielle.

.../

Il nous a semblé préférable de ne considérer que les modifications de couleur de la surface exposée à la lumière et, pour cela, de faire appel à des mesures réflectométriques. Les courbes de rémission des échantillons ont été obtenues à l'aide d'un réflectomètre (Electrosynthèse SP ...) pourvu de 9 filtres monochromatiques. Le tarage de l'appareil était effectué avant et après exposition à la lumière pendant 1 heure (les échantillons sont placés à 50 cm d'une lampe tubulaire de 80 watts dans un local faiblement éclairé par la lumière du jour). Ces courbes indiquent que la décoloration se traduit par une diminution de pourcentage de lumière réfléchiée dans la zone des longueurs d'onde de 590 à 670 m μ , et à une augmentation dans la zone de 430 à 590 m μ .

Ces résultats corroborent d'ailleurs ceux obtenus par WATTS au moyen de spectres d'absorption (fig. n° 2). Aussi nous a-t-il semblé judicieux de caractériser l'état de décoloration par l'importance des pourcentages de lumière réfléchiée pour les filtres 9 et 3 (670 et 490 m μ). De plus, afin de ne caractériser que la seule décoloration en faisant abstraction de l'intensité de la pigmentation initiale du produit, nous avons adopté comme index de l'état de coloration au temps t la différence $(R_9 - R_3)_t$ des pourcentages de lumière réfléchiée par l'échantillon aux filtres 9 et 3. La décoloration entre le temps t_0 et le temps t_1 s'exprime alors par :

$$F = (R_9 - R_3)_{t_0} - (R_9 - R_3)_{t_1}$$

La vitesse de décoloration étant surtout rapide pendant la première heure d'exposition à la lumière, comme nous le verrons par la suite, l'intervalle t_0 t_1 est pris égal à 1 heure.

RESULTATS - DISCUSSION

Les différentes corrélations étudiées figurent dans le tableau n° 1.

1°. - Evolution de la vitesse de décoloration en fonction du temps.

La figure n° 3 montre pour quelques échantillons l'évolution de la vitesse de décoloration au cours des deux premières heures d'exposition à la lumière. Ces courbes indiquent nettement que la vitesse de décoloration est surtout rapide pendant la première heure et plus spécialement pendant les 40 premières minutes.

.../

140

TABEAU 1

Décoloration - Degré de coloration initiale	0,79	**
Décoloration - % de conversion	0,48	**
Décoloration - pH	0,32	*
Décoloration - pH à nitrite constant	0,67	**
Décoloration - nitrite (exprimé en Na NO ₂ %)	-0,17	*
Décoloration - nitrite à pH constant	-0,31	*
Décoloration - pigment total (exprimé en ppm d'hématine)	-0,11	**
Degré de coloration initiale - % de conversion ...	0,58	**
Nitrite - % de conversion	-0,18	**
Nitrite - pH	0,56	**
(Na NO ₂ %)		
seuil de signification à p = 0,01 : 0,37		
seuil de signification à p = 0,05 : 0,29		

Ces résultats confirment pleinement ceux obtenus par HORNSEY à l'aide de techniques différentes. La corrélation hautement significative (r = 0,79) entre l'importance de la décoloration et le degré de coloration initiale, semble indiquer que la photo-oxydation affecte relativement plus les coupes fraîches très faiblement oxydées. Il est évident que les échantillons de jambon que nous avons examinés, bien que rafraichis par une coupe immédiatement avant exposition à la lumière, présentaient des degrés d'oxydation initiale très variable, par suite de la variabilité de leur provenance et du temps écoulé depuis leur fabrication. Il importerait donc, dans le cas d'une étude systématique de ces problèmes de décoloration, de ne considérer que des échantillons préparés en station dans des conditions standard. La corrélation assez élevée (r = 0,58) entre le pourcentage de conversion et l'importance de la coloration initiale, confirme la liaison existant entre le taux de nitrosohémochrome et la teinte souhaitable.

.../

PH

Plus le pourcentage de conversion est faible, plus la décoloration tend également à être faible ($r : 0,48$ entre décoloration et pourcentage de conversion).

2°. - Décoloration et pH.

La liaison entre la décoloration et le pH n'est significative qu'au seuil de 5 %. Par contre, la liaison décoloration - pH à nitrite constant est hautement significative. L'augmentation du pH semble donc aller de pair avec une diminution de la stabilité de la coloration, ce qui confirme les résultats obtenus par Hornsey. Comme il existe une forte liaison entre le pH du tissu musculaire frais et le pH du tissu musculaire après saumurage et cuisson, les viandes à pH relativement bas semblent plus intéressantes du point de vue stabilité de la coloration.

3°. - Décoloration et teneur en nitrite.

La liaison d'ensemble entre décoloration et teneur en nitrite est négative, mais non significative à 5 % en maintenant le pH constant. Il semble donc que le nitrite manifeste une tendance à freiner la décoloration. Ceci est à rapprocher des résultats obtenus par WATTS selon lesquels, en présence de groupes sulfhydryl libres, le nitrite ralentit la décoloration et est capable de régénérer la couleur de produits ayant subi une photo-oxydation importante. Or, dans tous les échantillons examinés, la réaction au nitroprussiate fut toujours très intense, ce qui traduit l'existence dans la totalité des cas d'une quantité importante de groupements sulfhydryl libres. Il semble donc que dans ce cas le nitrite exerce une action protectrice sur la couleur.

4°. - pH et teneur en nitrite.

La liaison entre le pH et la teneur en nitrite est positive et hautement significative ($r = 0,56$) ce qui confirme les résultats que nous avons obtenus dans l'étude antérieure.

5°. - % de conversion et teneur en nitrite.

La liaison entre le pourcentage de conversion et la teneur en nitrite est négative, mais non significative, ce qui ne confirme que partiellement les résultats obtenus antérieurement. Il convient de noter cependant que, dans la présente expérience, compte tenu de l'hétérogénéité des échantillons, le pourcentage de conversion n'a pas été établi dans les conditions aussi précises que lors de l'expérience précédente au cours de laquelle les différentes opérations de la fabrication avaient été effectuées en laboratoire et la détermination du pourcentage de conversion avait été réalisée sitôt ces opérations terminées. De plus, les teneurs en nitrite présentent dans les deux expériences des amplitudes de variation différentes.

.../

6°. - Décoloration et teneur en pigment total.

La liaison entre décoloration et teneur en pigment total n'est pas significative. Il semble donc que l'intensité de la pigmentation n'intervienne pas dans la stabilité de la coloration.

7°. - Décoloration et pouvoir réducteur.

Il est possible de classer les échantillons étudiés en trois classes selon le temps nécessaire à la décoloration de la solution de dichloro-2-6 phénol indophénol de sodium:

- 1 - temps de décoloration inférieur à 30 minutes.
- 2 - temps de décoloration compris entre 30 minutes et 1 heure.
- 3 - temps de décoloration supérieur à 1 heure.

Le tableau n° 2 indique les temps moyens de décoloration pour chacune de ces classes et montre que ces valeurs ne sont pas significativement différentes.

TABLEAU 2.

Valeur moyenne de l'index de décoloration.

A Temps de décoloration inférieur à 30'	B Temps de décoloration compris entre 30' et 60'	C Temps de décoloration supérieur à 1 h.
74,7 ± 8,5	77,1 ± 6,9	85,1 ± 7,0
A - B t = 0,234		P à 0,01 = 2,57
B - C t = 1,145		P à 0,01 = 2,75
A - C t = 1,413		P à 0,01 = 2,75

Il semble donc que les différences de pouvoir réducteur du jambon ne se traduisent pas par des différences systématiques dans l'importance de la décoloration.

.../

Ceci est à rapprocher des résultats de WATTS selon lesquels les échantillons présentant des réactions au nitroprusiate d'intensité très variable, se décolorent néanmoins de façon semblable.

CONCLUSION

Cette expérience met en évidence l'existence d'une interaction pH-nitrite dans le mécanisme de la photooxydation du nitrosohémochrome du jambon de Paris. La stabilité de la coloration montre une nette tendance à varier en sens inverse du pH. Lors de notre étude antérieure, nous avons montré que les viandes à bas pH permettaient également d'obtenir un taux élevé de nitrosohémochrome. Du seul point de vue de la coloration du jambon, les viandes à bas pH présentent donc un intérêt certain. Quant au nitrite résiduel, il semble, dans le cas précis du jambon de Paris, exercer une action favorable sur le maintien de la coloration. Il est à noter que, par contre, d'après nos résultats antérieurs, les fortes teneurs en nitrite résiduel empêchaient l'obtention d'un pourcentage élevé de nitrosohémochrome. La teneur optima en nitrite résiduel reste donc à préciser. Enfin, malgré l'amplitude de ses variations individuelles, le pouvoir réducteur ne semble pas être suffisant pour s'opposer efficacement à la décoloration, ce qui explique la tendance actuelle qui consiste à augmenter notablement ce pouvoir réducteur par l'addition, en cours de fabrication, de substances telles que, par exemple, l'acide ascorbique.

% de lumière réfléchi

FIG. N° 1

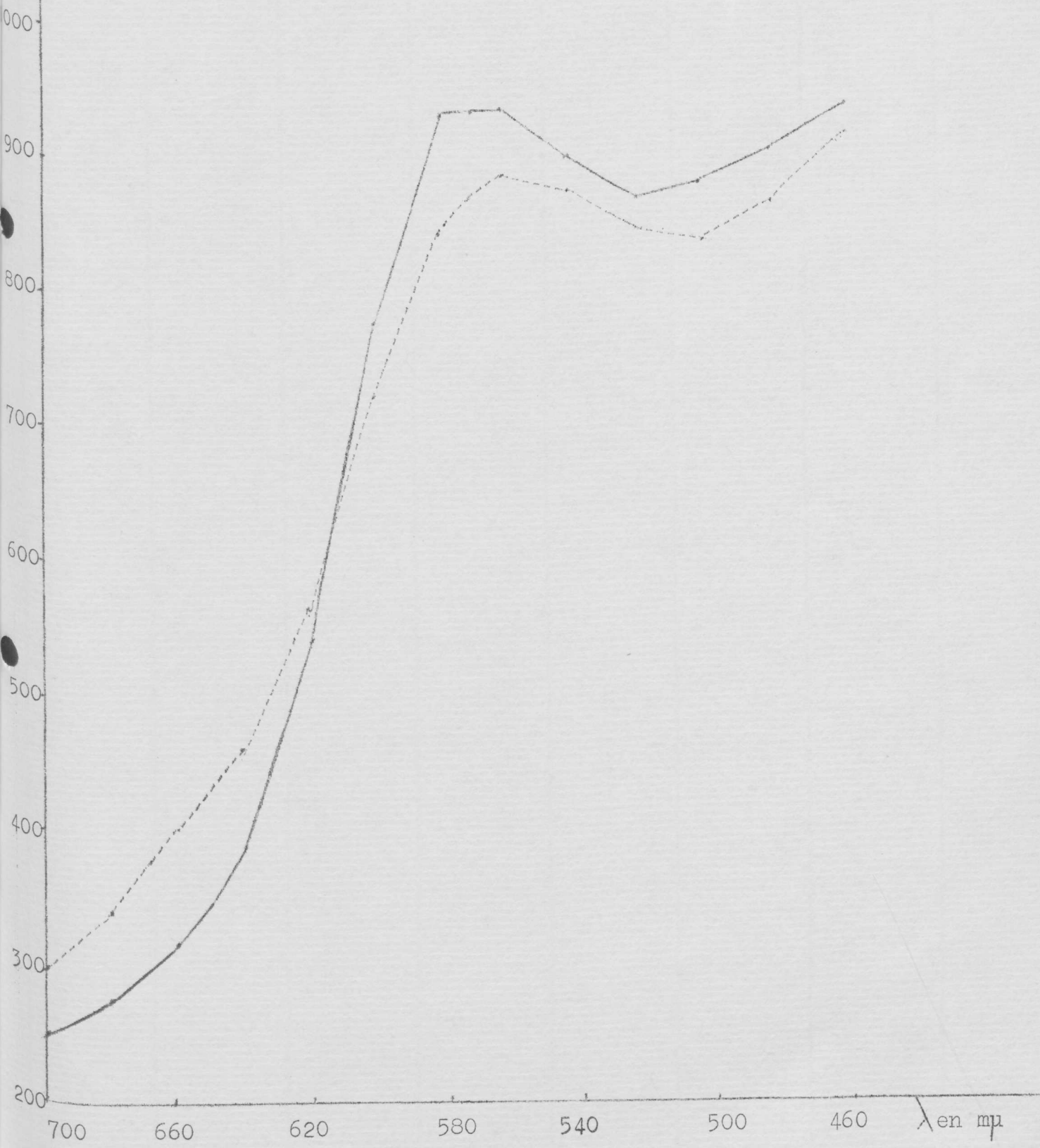
1 m

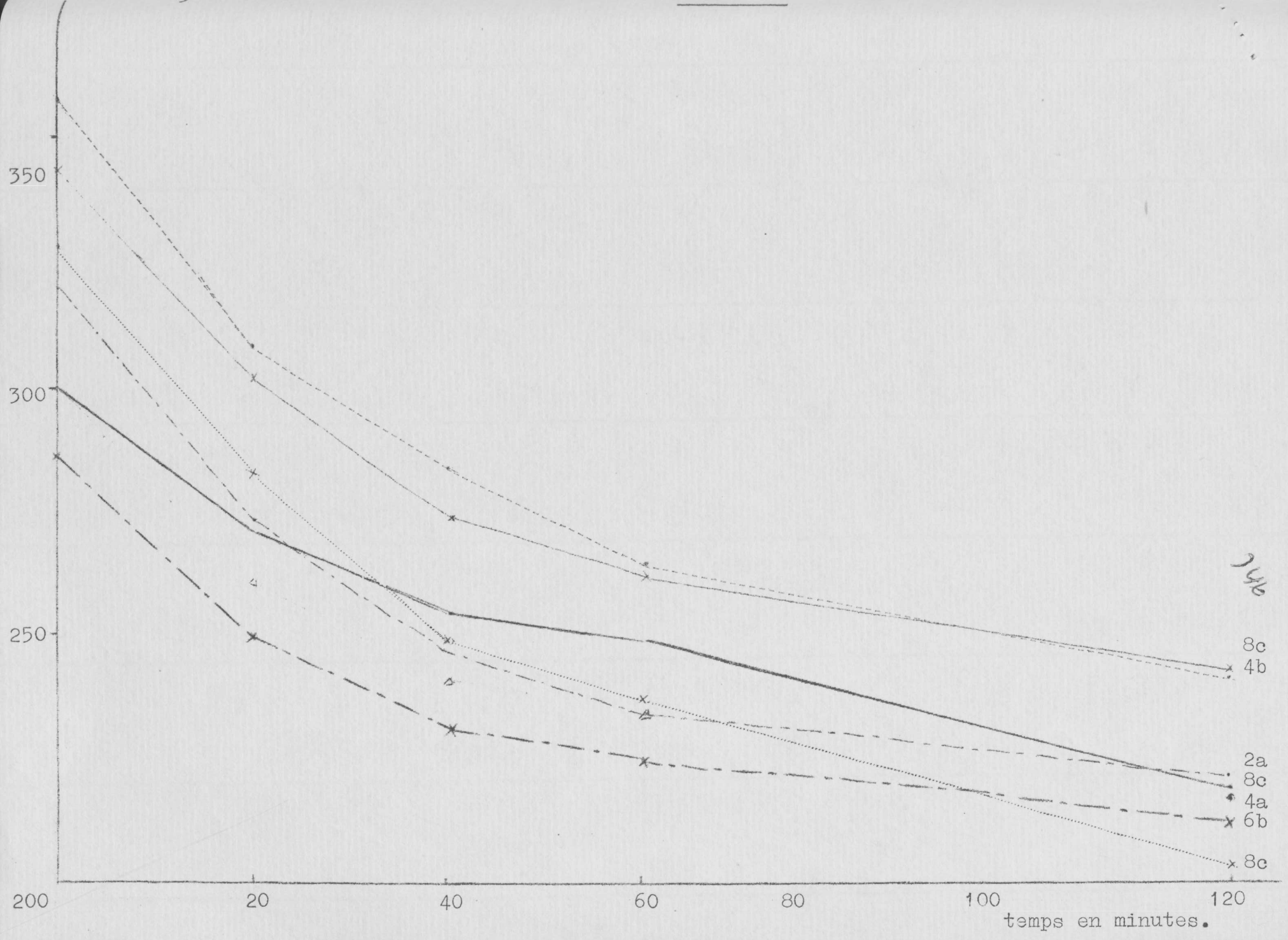


FIG. N° 2

145

Densité optique





147

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - DRAUDT H.N. et DEATHERAGE F.E., Food Res. 1956. 21 - 122.
 - 2 - HORNSEY H.C., J. Sci. Fd Agric. 1956. 7 - 534.
 - 3 - HORNSEY H.C., J. Sci. Fd Agric. 1957. 8 - 547.
 - 4 - HORNSEY H.C., J. Sci. Fd Agric. 1959. 10 - 114.
 - 5 - KAMPSCHMIDT R.F., J. Agr. Food Chem. 1955. 3 - 510.
 - 6 - RAMSBOTTOM J.M., GOESER P.A., SHULTZ H.W., Food Ind.
1951. 23 (2) - 120.
 - 7 - URBAIN W.M., RAMSBOTTOM J.M., Food Res. 1948. 13 - 432.
 - 8 - WALSH K.A., ROSE D., J. Agric. Food Chem. 1956 - 4 - 352.
 - 9 - WATTS B.M., ERDMAN A.M., WENTWORTH J., J. Agric. Food Chem.
1955. 3 - 147.
 - 10 - CHARPENTIER J., MESLE L., VIII^e Meeting of Meat Research
Institutes. Moscou. 1962.
-