N° 26

Vème REUNION DES INSTITUTS DE RECHERCHES SUR LES VIANDES

PARIS - du 7 au 12 Septembre 1959 -

Etude de certains facteurs intervenant dans la conservation de la viande fraîche conditionnée

par J. Pantaleon

Docteur es-Sciences, Docteur vétérinaire

Chef du laboratoire départemental d'hygiène alimentaire, Service vétérinaire de la Seine.

L'histoire de la viande conditionnée a commencé vers 1941 aux Etats-Unis : c'est le "self-service" qui a suscité ce nouveau procédé de commercialisation qui permet à l'acheteur de choisir lui-même le morceau tout préparé qu'il désire.

En Amérique du Nord, la viande est découpée et désossée sur le lieu même de la vente, dans une salle indépendante, climatisée, puis emballée soit en boîte de carton paraffiné avec couvercle de cellophane, soit sous pellicule de cellophane. Les paquets sont exposés pour la vente dans des comptoirs où la température est maintenue à 0° + 2° C.

Le procédé français de la viande conditionnée se différencie de la méthode américaine par le fait que la préparation s'effectue non pas sur le lieu de commercialisation mais sur le lieu de production de la viande, c'est-à-dire à l'abattoir ou à proximité de celui-ci. La salle de découpage où règne une température de + 8° C correspond à un grand atelier de boucherie où les procédés industriels et la mécanisation rationnelle permettent, avec un travail standardisé, les conditions optima d'hygiène et de productivité. Les morceaux de viande sont placés sur un carton paraffiné puis enveloppés dans une pellicule de cellophane thermosoudable. Le film le plus utilisé jusqu'à ce jour en France est la cellophane ISAV. Les paquets séjournent dans une salle réfrigérée à 0° + 2°, jusqu'au moment de leur départ vers les points de vente. Le transport et la commercialisation s'effectuent dans ces mêmes conditions de température et on veille scrupuleusement à ce que cette chaîne du froid soit rigoureusement appliquée. Il convient de souligner la garantie donnée en ce qui concerne la fraîcheur des viandes : aux termes de la règlementation en vigueur, la vente doit s'effectuer dans le délai maximum de 10 jours à partir de l'abattage des animaux dont elles proviennent et, au plus tard, 5 jours après le conditionnement.

.../...

Ce procédé de commercialisation présente donc comme caractéristiques :

- réfrigération continue à température comprise entre 0° et + 2° ;
- commercialisation dans les 5 jours qui suivent le conditionnement (pratiquement ce délai est réduit à 2 ou 3 jours) ;

C'est en fonction de ces données que nous avons étudié certains problèmes de cette nouvelle technologie carnée. Les écueils observés au cours de la conservation résultent essentiellement :

- des modifications subies par les pigments de la viande ;
- des phénomènes de déshydratation ;
- des interventions microbiennes et enzymatiques qui dégradent progressivement les qualités intrinsèques de cette denrée.

Nous allons rendre compte des observations et enseignements que nous avons pu dégager au cours de recherches effectuées au Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires (laboratoire du Centre Technique de la Viande conditionnée), sous la direction du Professeur VERGE et en collaboration avec M. G. BREVOT. Pour la clarté de l'exposé, nous allons envisager successivement les facteurs qui viennent d'être mentionnés, en précisant bien toutefois que leur synergie se manifeste parfois avec une telle évidence que l'on éprouve alors les plus grandes difficultés à discerner la cause première de l'altération observée.

Stabilité de la couleur des viandes

Il s'agit ici d'un problème essentiel : autant la coloration rouge vif de la viande représente le principal critère de qualité, autant sa décoloration constitue un motif de rejet de la part de l'acheteur.

La pigmentation des viandes est dûe à la présence d'un pigment respiratoire, la myoglobine, dont la fonction est de transférer au système cytochrome-oxydase intracellulaire l'oxygène qui lui a été apporté par l'hémoglobine. Myoglobine et hémoglobine appartiennent au groupe des chromoprotéïdes. Leur groupement protidique est une globine appartenant à la classe des histonines, et leur copule prosthétique appelée hème est un dérivé ferrugineux dans lequel le fer est à l'état ferreux bivalent.

Les différents stades du cycle d'oxydo-réduction de la myoglobine peuvent être schématisés ainsi :

II		I		III
oxymyoglobine	oxygénation + O_2 ⟵ / ⟶ − O_2	myoglobine	oxydation aux basses tensions de O_2 (tension critique) ⟶ / ⟵ + agents réducteurs	metmyoglobine
couleur rouge vif		couleur rouge pourpre		couleur brune

.../...

En I, nous avons affaire à la myoglobine qui confère leur couleur rouge pourpre aux masses musculaires. Sur la surface des coupes de viande récemment exposées à l'air, la fixation d'oxygène conduit au stade II : oxymyoglobine de couleur rouge vif. Ici encore, le fer est à l'état ferreux ; il s'agit en fait d'une oxygénation réversible et non d'une oxydation.

Pourquoi le pigment hème peut-il se combiner réversiblement avec l'oxygène atmosphérique pour donner un pigment oxygéné et, dans d'autres conditions, s'oxyder irréversiblement en metmyoglobine (III), pigment ferrique de couleur brune ? On estime que l'habilité de la myoglobine à s'oxygéner réversiblement dépend en premier lieu de l'intégrité de sa liaison hème-globine ; alors qu'au contraire la dénaturation de la globine, que celle-ci résulte de l'action de la chaleur, du froid, des acides, des sels, de certains métaux, ou bien même de la lumière U.V., induit l'oxydation de la myoglobine en metmyoglobine.

Ce sont CONANT et FIESER (7) qui ont été les premiers à suggérer que l'oxydation de la myoglobine en dérivé "met" de couleur brune pouvait apparaître dès que survient un abaissement suffisamment important de la tension d'oxygène. Ultérieurement, BROOKS (4) puis GEORGE et STRATMANN (10) ont confirmé que les vitesses d'oxydation de la myoglobine en metmyoglobine étaient maxima pour de très basses tensions de O_2 (4 mm. de Hg à 0° C ; 1 à 1,4 mm. de Hg à 3° C). C'est cette tension critique d'oxygène qui explique l'apparition du brunissement périphérique des viandes placées à l'abri de l'air.

La commercialisation des viandes conditionnées implique qu'au moment de l'exposition pour la vente, ces denrées présentent extérieurement un aspect rouge vif (oxymyoglobine) de préférence à une coloration rouge pourpre (myoglobine), à l'exclusion de la teinte brune conférée par la met-myoglobine.

Deux techniques de conditionnement nous paraissent actuellement valables pour parvenir à ce résultat, selon que la phase de conservation doit se limiter à 2 - 3 jours ou bien dépasser ce délai.

Dans le premier cas, on recherche la pérennité de l'oxymyoglobine par le recours à des pellicules suffisamment perméables à l'oxygène (la tension de l'oxygène dans l'atmosphère occluse se situe au-dessus de la tension critique favorable à la formation de metmyoglobine). Les cellophanes utilisées, ISAV ou 300 DSAT 62, présentent sur leur face extérieure un enduit non mouillable (vernis nitrocellulosique) alors que leur face interne peut au contraire s'embuer au contact de la viande. La cellophane humide acquiert une plus grande perméabilité à l'oxygène que la pellicule sèche : grâce à cette propriété, on permet les échanges gazeux jugés optimum à la stabilité de l'oxymyoglobine. Le rôle de l'enduit externe de la cellophane est de réduire le passage de la vapeur d'eau et de permettre à la pellicule d'être thermosoudable. LANDROCK et WALLACE (18) ont précisé les conditions de perméabilité à l'oxygène d'une pellicule pouvant assurer la stabilité de l'oxymyoglobine et conserver la couleur rouge vif des viandes durant 48 heures : elle se situe au-dessus de 5.500 ml. par m^2/24 h./atmosphère.

.../...

Dans le cas où le délai de conservation doit atteindre 3 jours et plus, il semble que la préservation de la couleur de la viande puisse être mieux assurée par le recours à des pellicules ayant des caractères de perméabilité nettement différents. PIRKO et AYRES (22) ont vérifié, en effet, qu'après ce délai, il y a désormais une relation directe entre le taux de formation de la metmyoglobine et le degré de perméabilité à l'oxygène du film utilisé. Les viandes enrobées sous pellicule très perméable aux gaz perdent alors leur teinte rouge vif à laquelle succède la coloration brune caractéristique de la viande vieillie. Au contraire, si avec les viandes placées sous film très peu perméable aux gaz, on assiste bien à la formation initiale de metmyoglobine, il est patent que les processus respiratoires amènent finalement la tension d'oxygène bien au-dessous du seuil critique, d'où régénération d'une quantité importante de myoglobine et retour à une coloration rouge pourpre.

Les résultats pratiques que nous rapportons dans le tableau III confirment le bien fondé de cette théorie.

La deshydratation de la viande

La viande conditionnée placée en atmosphère froide est le siège d'une déshydratation qui s'accélère avec le délai de conservation. En rappelant que ce phénomène est fonction de la température et de l'état hygrométrique des points de conservation, de la vélocité de l'air, de l'épaisseur des coupes de viande et de la nature des pellicules utilisées, nous nous bornerons à rapporter dans les Tableaux I et II la confrontation des résultats des tests organoleptiques avec les données numériques de la déshydratation et du microbisme, le film utilisé étant la pellicule ISAV.

Ces données montrent que la déshydratation est le facteur primordial de la décoloration : les taux de perte dépassant 5 % coïncident avec l'apparition d'un brunissement plus ou moins étendu de la viande.

On voit encore que pour les températures inférieures ou égales à + 2° C le microbisme des viandes ne varie que dans des limites très étroites, même lorsqu'un brunissement est décelable. Au contraire à + 5° C, l'accroissement du nombre des bactéries est tel que l'on est en droit de supposer l'intervention du facteur microbien dans la dégradation plus rapide des caractères organoleptiques de la viande.

La décoloration des viandes paraissant étroitement liée au phénomène de déshydratation, nous avons été conduits à comparer (Tableau III) les résultats pratiques et analytiques obtenus avec des films présentant des caractères différents de perméabilité à la vapeur d'eau :

pellicule (A) : 230 gr/m^2/24 h/20° C
pellicule (B) : 58 gr/m^2/24 h/20° C

.../...

Tableau I
Viandes en tranches

Evolution comparée des caractères organoleptiques, de la déshydratation et du microbisme, en fonction de diverses conditions de conservation : délai, température, humidité relative ...

Température humidité relative Etat de l'air	Déterminations effectuées	Délais de conservation					
			1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours
2° C 45 % air immobile	1 2 3 4	+ $6,5 \times 10^4$ $4,8 \times 10^4$	+ 1,31	b 4,4 5×10^4 $3,2 \times 10^4$	B 6,1 $6,4 \times 10^4$ $1,2 \times 10^5$	BV 10,5 $6,4 \times 10^5$ 4×10^5	BV 13,5 $1,6 \times 10^5$ $1,9 \times 10^5$
+ 2° C 55 % air immobile	1 2 3 4	+ 6×10^3 $1,2 \times 10^3$	+ 1,1	+ 2,5 $2,4 \times 10^3$ $5,8 \times 10^3$	+ 4	b 6,2 $3,6 \times 10^3$ $1,1 \times 10^3$	B 8,6
+ 2° C 65 % air pulsé	1 2 3 4	+ $6,5 \times 10^4$ $4,8 \times 10^4$	+ 2,39 1×10^4 8×10^3	+ 4,72 $5,6 \times 10^4$ $5,4 \times 10^4$	b 7,92 1×10^4 $1,2 \times 10^4$	B 9,7 $5,7 \times 10^4$ $4,3 \times 10^4$	BV 10,9 2×10^4 1×10^3
+ 2° C 70 % air pulsé	1 2 3 4	+ 6×10^3 $1,2 \times 10^3$	+ 1,9 $3,3 \times 10^3$ 2×10^3	+ 3,3	+ 5 $4,3 \times 10^3$ 2×10^3	b 8,8	B 10,1 $4,4 \times 10^3$ $6,8 \times 10^3$
+ 5° C 65 % air immobile	1 2 3 4	+ $1,2 \times 10^3$ $1,9 \times 10^3$	+ 3,2	+ 5,8 $2,8 \times 10^4$ $5,1 \times 10^4$	b 7,6 8×10^4 1×10^4	B 8,2 $1,6 \times 10^6$ $1,8 \times 10^6$	BV 10,9 4×10^6 $3,8 \times 10^6$
+ 5° C 75 % air pulsé	1 2 3 4	+ $1,2 \times 10^3$ $1,9 \times 10^3$	+ 2,5 $1,9 \times 10^3$ $2,9 \times 10^3$	+ 5,4 $2,4 \times 10^4$ $5,4 \times 10^4$	b 8,2 $9,6 \times 10^4$ $1,2 \times 10^5$	B 10,2 $1,2 \times 10^6$ $1,4 \times 10^6$	BV 12,2 $1,3 \times 10^6$ $1,9 \times 10^6$

+ caractères organoleptiques favorables
b début de brunissement
B brunissement accentué
BV brunissement et verdissement

1 appréciation des caractères organoleptiques
2 pourcentage de déshydratation
3 logarithme 10 des bactéries cultivant à + 20° C (au cm^2)
4 logarithme 10 des bactéries cultivant à + 5° C (au cm^2)

Tableau II
Viandes hachées

Evolution comparée des caractères organoleptiques, de la déshydratation et du microbisme, en fonction de diverses conditions de conservation : délai, température, humidité relative ...

Température umidité relative Etat de l'air	Déterminations effectuées	Délais de conservation					
			1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours
+ 2° C 45 % air immobile	1 2 3 4	+ $2,2 \times 10^{6}$ $2,4 \times 10^{6}$	+ 3	b 6,2 3×10^{6} $1,6 \times 10^{6}$	b 9,2 2×10^{6} $2,5 \times 10^{6}$	B 12,5 $1,7 \times 10^{6}$ 8×10^{5}	B 13,2
+ 2° C 55 % air immobile	1 2 3 4	+ 4×10^{5} 1×10^{4}	+ 1,6 1×10^{6} 1×10^{4}	+ 3,3	+ 5,1 $1,8 \times 10^{6}$ 5×10^{4}	b 7,3	B 9,08 7×10^{6} $9,9 \times 10^{4}$
+ 2° C 60 % air immobile	1 2 3 4	+ 4×10^{6} $2,4 \times 10^{6}$	+ 1,4 $5,3 \times 10^{6}$ $3,8 \times 10^{6}$	+ 2 $8,5 \times 10^{6}$ $9,4 \times 10^{6}$	+ 2,9 $1,5 \times 10^{7}$ $2,2 \times 10^{7}$	b 4,2 $1,7 \times 10^{7}$ $2,2 \times 10^{7}$	B 7,2 $7,2 \times 10^{7}$ $3,1 \times 10^{7}$
+ 2° C 65 % air pulsé	1 2 3 4	+ $2,2 \times 10^{6}$ $2,4 \times 10^{6}$	+ 3 $1,1 \times 10^{6}$ 9×10^{5}	b 6,5 $1,3 \times 10^{6}$ 6×10^{5}	b 9,6 1×10^{6} $1,8 \times 10^{6}$	b 12,2 $1,1 \times 10^{6}$ $3,5 \times 10^{6}$	B 13,9
+ 2° C 70 % air pulsé	1 2 3 4	+ 4×10^{5} 1×10^{5}	+ 2	+ 4,9 4×10^{5} 1×10^{5}	b 7,8	b 9,4 $4,4 \times 10^{6}$ $6,4 \times 10^{5}$	B 12,2
+ 5° C 50 % immobile	1 2 3 4	+ $2,5 \times 10^{6}$ $3,4 \times 10^{6}$	+ 3	b 5,7 $1,3 \times 10^{7}$ 2×10^{6}	B 8,1 $4,8 \times 10^{7}$ $2,6 \times 10^{7}$	B 12 $1,5 \times 10^{8}$ $1,2 \times 10^{8}$	BV 14,9
+ 5° C 70 % air immobile	1 2 3 4	+ 8×10^{5} 8×10^{5}	+	+ 3,8 $3,1 \times 10^{6}$ $3,1 \times 10^{6}$	b 4,5 $1,1 \times 10^{7}$ 1×10^{7}	B 6 4×10^{7} $3,5 \times 10^{7}$	B 6,7 $1,4 \times 10^{8}$ $2,4 \times 10^{8}$
+ 5° C 70 % air pulsé	1 2 3 4	+ 8×10^{5} 8×10^{5}	+	b 3,6 4×10^{6} 8×10^{5}	b 5,5 $1,3 \times 10^{7}$ $1,6 \times 10^{7}$	B 7,6 $2,8 \times 10^{7}$ $3,6 \times 10^{7}$	BV 11 $4,9 \times 10^{7}$ $5,7 \times 10^{7}$
+ 5° C 70 % air pulsé	1 2 3 4	+ $2,5 \times 10^{6}$ $3,4 \times 10^{6}$	+ 2,5 $3,6 \times 10^{6}$ $4,8 \times 10^{6}$	b 5,3 $2,4 \times 10^{7}$ $1,6 \times 10^{7}$	B 7,9 8×10^{7} $1,8 \times 10^{7}$	B 11,2 $2,6 \times 10^{8}$ $1,3 \times 10^{8}$	BV 13,6

1 - appréciation des caractères organoleptiques
2 - pourcentage de déshydratation
3 - logarithme 10 des bactéries cultivant à + 20° C (au gr)
4 - logarithme 10 des bactéries cultivant à 5° C (au gr)

Tableau III

Evolution comparée des caractères organoleptiques et de la déshydratation en fonction de la perméabilité des films (température + 2° C, humidité relative 45 %).

Type de viande	type de pellicule	Déterminations effectuées	Délais de conservation					
				1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours
Viande en tranches N° 1	(A)	1	+	+	+	b	b	B
		2		2,34	4,01	6,30	7,27	9,68
	(B)	1	+	+	+	+	+	+
		2		0,36	0,84	1,24	1,63	2,22
Viande en tranches n° 2	(A)	1	+	+	b	b	b	B
		2		2,31	4,97	6,33	8,03	9,30
	(B)	1	+	+	+	+	+	+
		2		0,43	0,92	1,36	2,03	2,55
Viande en tranches N° 3	(A)	1	+	+	+	b	B	B
		2		1,55	3,34	5,94	7,09	9,64
	(B)	1	+	+	+	+	+	+
		2		0,31	0,74	1,47	2	2,78
Viande hachée N° 1	(A)	1	+	+	b	B	B	B
		2		2,07	3,59	5,43	7,29	9,18
	(B)	1	+	+	+	+	+	b
		2		0,12	0,29	0,52	0,75	0,96
Viande hachée N° 2	(A)	1	+	+	b	b	B	
		2		1,38	3,90	6,16	6,62	
	(B)	1	+	+	+	+	+	
		2		0,28	0,45	0,95	0,96	
Viande hachée N° 3	(A)	1	+	+	b	b	B	B
		2		1,92	3,96	6,58	10,76	13,56
	(B)	1	+	+	+	+	+	+
		2		0,49	0,93	1,59	2,37	3,10

Ces données démontrent le rôle déterminant des caractéristiques de perméabilité du film sur la déshydratation et corrélativement sur le brunissement des viandes. Le choix de la pellicule est donc bien fonction du délai de conservation envisagé, comme nous l'avons précédemment indiqué.

I - appréciation des caractères organoleptiques
2 - pourcentage de déshydratation

Les facteurs microbiens

L'influence néfaste de la prolifération microbienne sur les qualités organoleptiques de la viande et notamment la couleur, constitue un fait bien établi. Nous ne reviendrons pas sur les classiques données relatives à l'origine et à la nature de la microflore tant superficielle que profonde (2) (9) (11) (19) (21). Rappelons simplement que les principaux organismes en cause sont : Achromobacter, Pseudomonas, Chromobacter, Micrococcus, Bacillus, Lactobacillus, Germes coliformes, levures, moisissures. JENSEN (14) a fait une récente mise au point sur ces problèmes et envisagé l'action des microorganismes sur les graisses, puis sur l'odeur et la couleur du tissu musculaire.

Bien que la plupart des espèces microbiennes qui contaminent les viandes soient dotées des enzymes lipolytiques et oxydants susceptibles d'entraîner l'acidification et la rancidité des lipides, nous n'insisterons pas ici sur ces phénomènes en raison de l'importance limitée qu'ils revêtent dans le cas particulier de notre étude : délai de conservation inférieur à 5 jours à température de 0° + 2° C.

L'influence complexe des bactéries peut entraîner une évolution favorable ou défavorable de la saveur et de l'odeur des viandes réfrigérées. Si l'activité microbienne est à même d'affirmer certains caractères organoleptiques agréables de cette denrée, notamment par la libération de cystine, cystéine et autres composés soufrés, elle participe plus souvent encore à l'élaboration de substances volatiles qui en modifient désagréablement les propriétés olfactives. On note l'apparition de l'odeur de moisi sous l'influence de Pseudomonas, Achromobacter, Actinomyces, de l'odeur de panais élaborée par Flavobacterium, de l'odeur de noix dûe à certains Pseudomonas. Parfois, il peut s'agir d'une odeur éthérée causée par la formation d'esters, cétones et acides volatils, par Achromobacter, Pseudomonas, Flavobacterium ; ou encore d'une odeur de poisson ou de triméthylamine élaborée à partir de la choline sous l'action du catabolisme microbien : Micrococcus, Achromobacter, Aerobacter, Pseudomonas, Flavobacterium, Escherichia coli, levures ...

AYRES (1) a montré que le taux initial de contamination microbienne influe grandement sur l'aspect des viandes conditionnées réfrigérées. BUTTLER, BRATZLER et MALLMANN (6) confirment que la prolifération microbienne réduit la durée de la persistance des caractères organoleptiques favorables de la viande, la première modification engendrée ou accélérée par l'action bactérienne étant la décoloration (formation de metmyoglobine) ; ensuite se manifestent les autres signes d'altération : odeur désagréable, film microbien visqueux. La limitation du taux microbien initial et le stockage de la viande à 0° au lieu de + 4,5°, permettent en fait de prolonger de 4 à 5 jours la phase de commercialisation.

Comment les germes induisent-ils la formation de metmyoglobine ? URBAIN et GREENWOOD (23) ont montré que des bactéries ensemencées dans une solution d'hémoglobine placée à + 10° C entraînent la formation de methémoglobine. JENSEN (14) confirme cette observation en ce qui concerne le pigment de la viande et implique dans l'élaboration de la metmyoglobine l'intervention ~~des~~ enzymatique des microbes vivants ou morts. BUTTLER, BRATZLER et MALLMANN mettent en cause la réduction de la tension d'oxygène engendrée par la respiration microbienne, la consommation de O_2 étant particulièrement accusée durant la phase de croissance

.../...

logarithmique de la flore aérobie : HEWITT (13). Les expériences de ces auteurs montrent d'une manière évidente, pour des viandes ensemencées avec Pseudomonas, que l'accroissement maximum du taux de metmyoglobine survient précisément durant la phase de croissance microbienne logarithmique, au moment où sont atteintes les tensions critiques de O_2. Ultérieurement, avec l'effondrement définitif de la tension d'oxygène, on peut constater la réduction progressive de la metmyoglobine en myoglobine.

Nous avons emprunté au travail de BUTTLER les courbes qui démontrent l'interférence de la prolifération microbienne avec la biochimie de la myoglobine.

En dehors des phénomènes de brunissement de la viande résultant de l'abaissement des réserves tissulaires en oxygène, il existe encore d'autres processus bactériens d'altération de la couleur.

On sait tout d'abord que les espèces chromogènes : Chromobacterium, Flavobacterium, Serratia, Bacillus, Micrococcus, Sarcina ... peuvent, dans les cas de contamination massive, provoquer la formation d'enduit microbien pigmenté sur les viandes.

De nombreux Pseudomonas se caractérisent par la production de pigments diffusibles : pyocyanine, fluorescéine. Dans le cadre particulier de notre étude (conservation des viandes à 0°, + 2° C durant moins de 5 jours) il s'est révélé que Ps. fluorescens, mais seulement dans les cas de prolifération excessive, pouvait imprégner les viandes réfrigérées à la fois par son pigment verdâtre et par son odeur aromatique nettement désagréable.

Nous arrivons maintenant à l'étude des bactéries paraissant intervenir spécifiquement dans les processus de décoloration des viandes par attaque des pigments musculaires : germes oxydants et germes sulfhydrogènes.

Parmi tous les contaminants des viandes, de nombreux auteurs accordent un intérêt tout particulier aux organismes rangés dans le groupe Achromobacter-Pseudomonas (non pigmentés) (1) (6) (12) (15) (16) et aux Lactobacillus (5) (8) (20) . La signification des premiers tient au fait qu'ils représentent la microflore dominante des viandes réfrigérées et que, parallèlement, ils constituent des germes aérobies stricts et fortement oxydants. Ce sont eux que l'on trouve, comme parfois les levures, dans le film visqueux qui recouvre les viandes conservées dans des conditions défavorables. Leur pouvoir oxydant et l'activité de leur oxydase-peroxydase peuvent être démontrés avec les techniques qui ont été décrites par JENSEN. Les pigments verdâtres que ces germes sont capables d'élaborer à partir de la myoglobine sont des dérivés oxydés de l'anneau porphyrique, différents de la metmyoglobine.

La réalisation de conditions oxydantes peut également dépendre de la présence en nombre anormalement élevé de Lactobacillus, germes producteurs de peroxyde d'hydrogène mais dépourvus de catalase. Contrairement à ce qui est patent pour les viandes salées, il ne nous est pas apparu dans nos recherches que les Lactobacillus puissent prendre une participation primordiale dans les phénomènes de décoloration : la résistance opposée par la viande fraîche à ce type de décoloration résulte de la persistance de l'activité catalasique de sa myoglobine et de son hémoglobine non dénaturée.

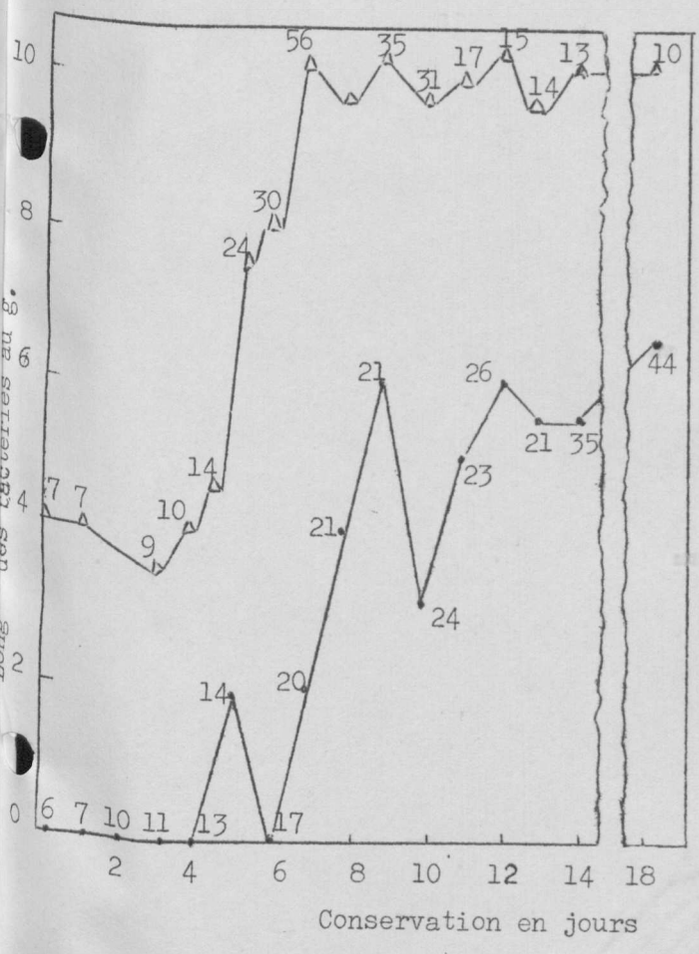
.../...

192

- COURBES EMPRUNTEES AU TRAVAIL de BUTTLER, BRATZLER et MALLMANN. (12)-

-:-:-:-:-:-:-

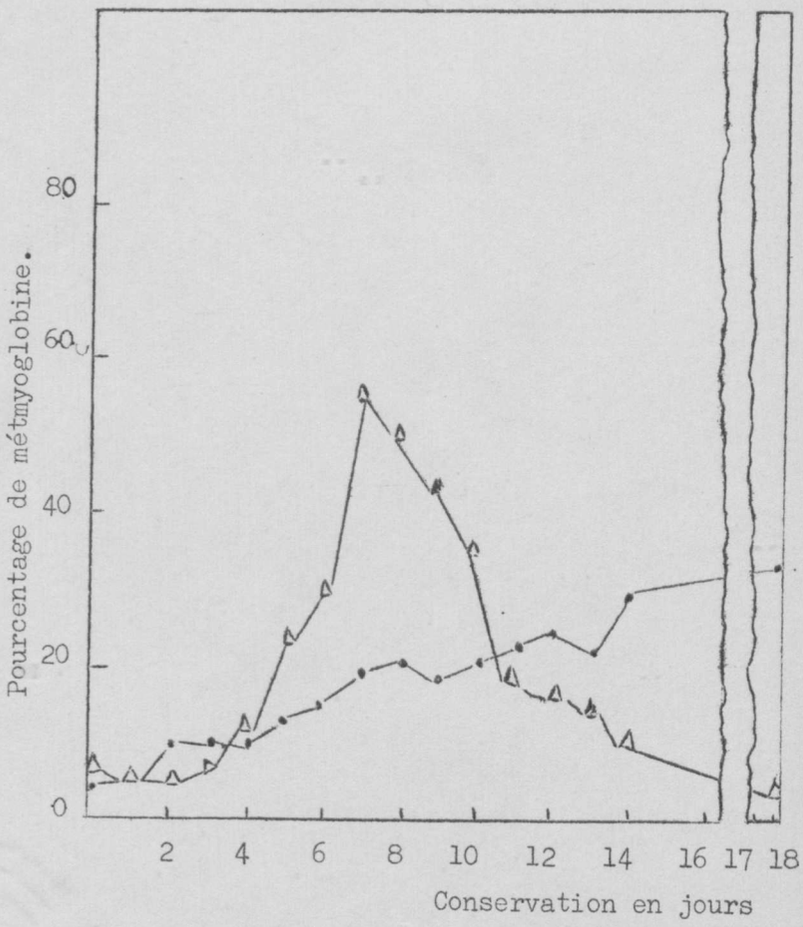
COURBE Nº 1



Prolifération microbienne
à 1,1º C - humidité relative 55%.

- Tranche de boeuf préemballée temoin
- Tranche de boeuf ensemencée avec Pseudomonas.

COURBE Nº 2



Pourcentage de metmyoglobine formée
à 1,1º C - humidité relative 55 %.

- Tranche de boeuf préemballée témoin
- Tranche de boeuf ensemencée avec Pseudomonas.

Les chiffres correspondent au % de metmyoglobine.

.../...

Il n'en demeure pas moins que les Lactobacillus représentent des contaminants redoutables des viandes : leur activité fermentaire se traduit par une acidification pouvant amener la surface des viandes à pH 5,2 et par l'élaboration d'une odeur lactique. JENSEN évoque également un rôle possible de l'acide lactique tant sur la stabilité que sur les qualités optiques de la myoglobine.

Le rôle des bactéries productrices de SH_2 a été étudié par JENSEN. L'acide sulfhydrique peut engendrer en présence d'oxygène la formation d'un pigment vert, la sulfmyoglobine. KRAFT, BRANT et AYRES (17) ont préconisé une méthode directe de détection de SH_2 dans les viandes conditionnées. Dans le cas particulier de notre étude (délai de conservation inférieur à 5 jours, à 0°, + 2° C) il ne nous est pas apparu que la flore sulfhydrogène intervenait dans les phénomènes de décoloration de la viande. BARNES (3) dans ses études sur la conservation des carcasses de poulet signale d'ailleurs que les températures inférieures à + 5° C préviennent ce type d'altération.

-:-

Les résultats que nous avons pu obtenir confirment bien entendu les données désormais classiques de l'influence du taux microbien initial et de la température de conservation sur l'évolution du microbisme des viandes. Nous ne décrirons pas les techniques bactériologiques utilisées qui ont été rapportées ailleurs (24). Nos graphiques 1-2-3-4 rendent compte de quelques résultats obtenus au cours d'une large expérimentation.

L'étude qualitative de cette microflore présente un intérêt au moins égal à celui de l'étude quantitative. Nous rapportons dans le Tableau IV les résultats de 1.500 déterminations microbiennes ayant trait à la répartition de Micrococcus et Streptococcus, Bacillus et Lactobacillus et bacilles à Gram (-) parmi les flores ayant cultivé à 37°, 30°, 20°, 5° C, isolées de viandes conditionnées réfrigérées.

Tableau IV
Pourcentage des types microbiens

Température d'incubation des cultures	Micrococcus et Streptococcus	Bacillus et Lactobacillus	Bacilles à Gram (-)
37° C	72 %	6 % Bacillus	22 %
30° C	41 %	26 % { 1/3 Bacillus, 2/3 Lactobacillus	34 %
20° C	39 %	22 % { 1/2 Bacillus, 1/2 Lactobacillus	39 %
5° C	30 %	20 % { 1/2 Bacillus, 1/2 Lactobacillus	50 %

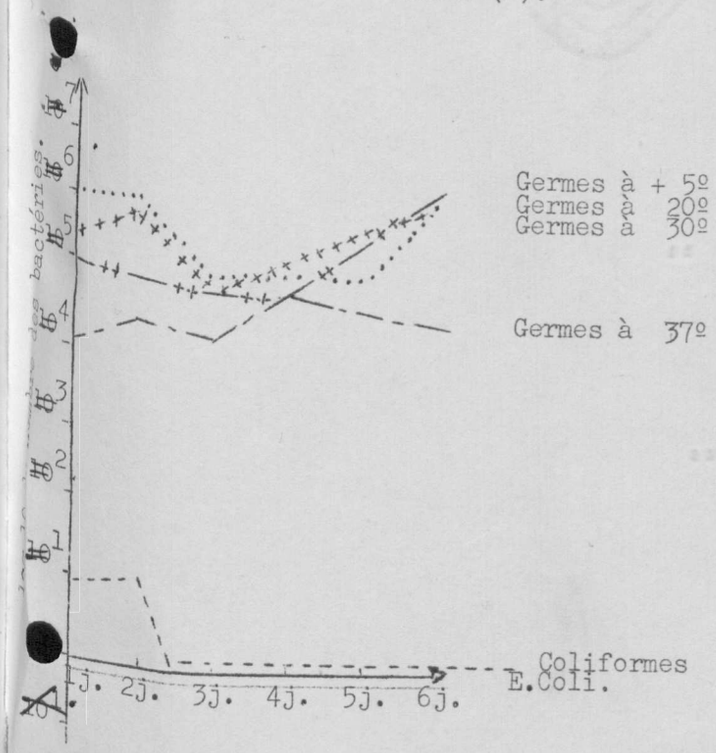
On voit qu'aux températures qui nous intéressent plus spécialement, l'allure générale de la microflore traduit certes la dominance des espèces à Gram (-), mais révèle aussi un taux élevé de Micrococcus et Streptococcus, soulignant ainsi l'importance de ces espèces pour la technologie carnée (Streptococcus α hémolytique). Bacillus et Lactobacillus représentent à + 5° C

.../...

- VIANDE HACHEE SOUS CELLOPHANE. - Conservée à + 2º. -

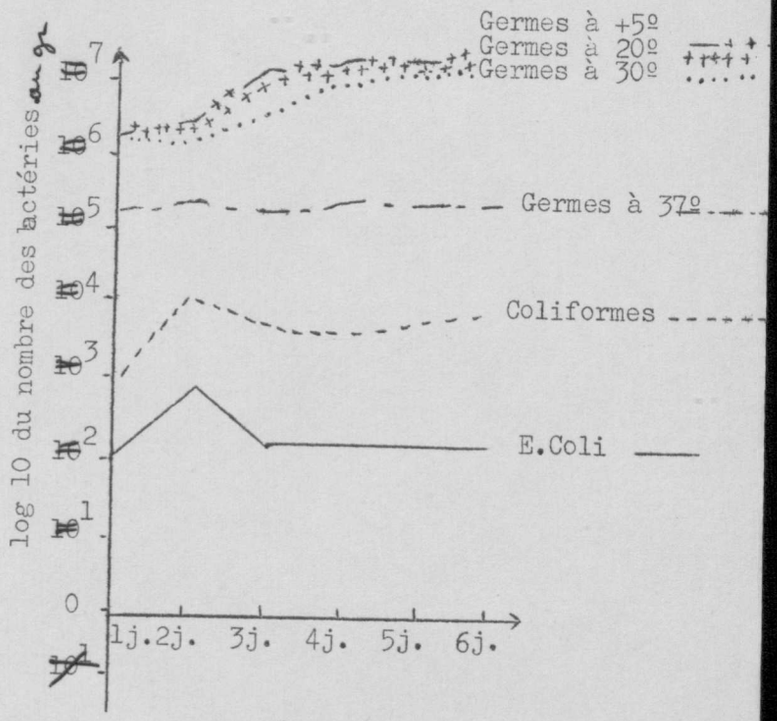
Influence de la teneur microbienne initiale.

- Echantillon de qualité bactériologique normale (1). -



Délai de conservation en jours.

- Echantillon anormalement pollué. - (2)



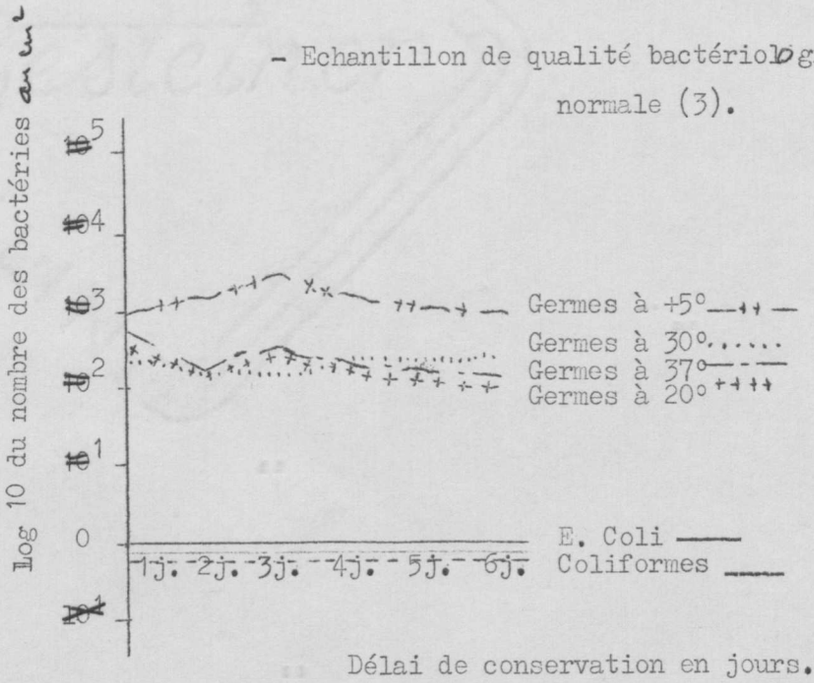
Délai de conservation en jours.

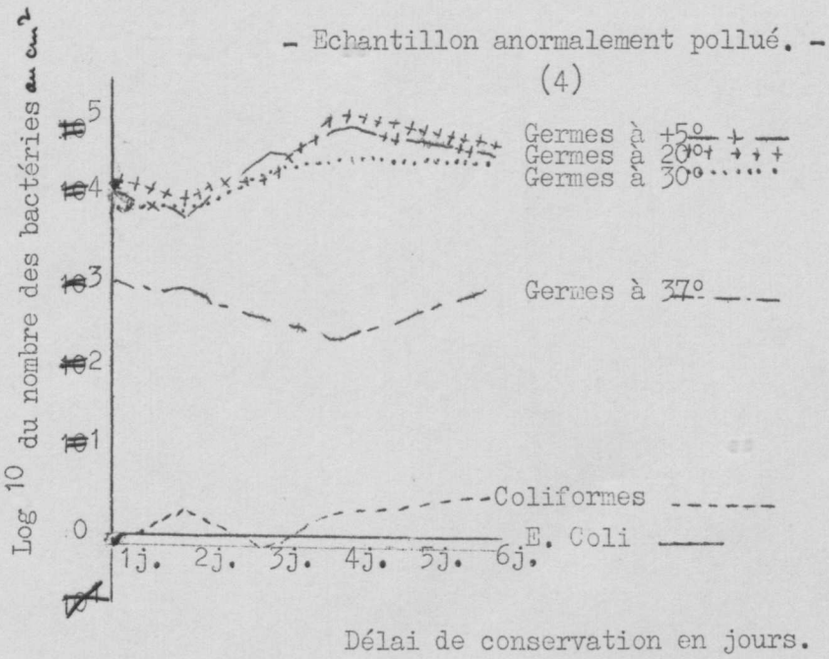
... / ...

195

- BIFTECK SOUS CELLOPHANE. - Conservé à + 2° -

Influence de la teneur microbienne initiale.





... / ...

chacun environ 10 % de la microflore active des viandes réfrigérées. En ce qui concerne les Lactobacillus, nous avons pu avec RAIBAUD, au cours de recherches encore fragmentaires, dégager quelques indications. La flore superficielle des viandes réfrigérées a révélé, à des taux d'environ 200 au gr., des Lactobacillus hétérofermentaires ; alors que certaines viandes hachées contenaient des Lactobacillus homofermentaires jusqu'au nombre de 1 million au gr. La variété Viridescens n'a pu être mise en évidence jusqu'ici. Bien que nous ne pensions pas devoir attribuer à ces contaminants des viandes fraîches le rôle qui leur est dévolu dans la dégradation de la couleur des salaisons, nous sommes persuadés que leur étude se montrerait pleine d'intérêt pratique pour la technologie carnée.

De l'étude des germes à Gram (-), nous avons dégagé les précisions rassemblées dans le Tableau V.

Tableau V

Pourcentage des différents germes à Gram (-) isolés des viandes conditionnées, en fonction de la température d'incubation des cultures.

Type microbien	37° C	30° C	10° C	5° C
Escherichia Coli	5 %	3 %	4 %	2 %
Citrobacter	14 %	15 %	13 %	12 %
Klebsiella	20 %	10 %	7 %	4 %
Paracolon	31 %	12 %	7 %	1 %
Proteus	6 %	6 %	1 %	1 %
Achromobacter-Pseudomonas (non pigmentés)	10 %	40 %	51 %	70 %
Alcaligènes	6 %	7 %	10 %	néant
Pseudomonas aeruginosa	8 %	néant	néant	néant
Pseudomonas fluorescens	néant	7 %	7 %	10 %

Nous confirmons ainsi qu'aux basses températures mises en oeuvre pour la conservation des viandes conditionnées, l'élément dominant de la microflore active est constitué par les germes du groupe Achromobacter-Pseudomonas (non pigmentés).

Beaucoup d'inconnues nous échappent concernant le microbisme des viandes et les problèmes de l'évolution des qualités organoleptiques de cette denrée en fonction du taux et de la nature des contaminants. Nous avons la certitude que cette microflore a la possibilité d'intervenir, au moyen de processus biochimiques aussi divers que complexes, sur les pigments de la viande, pour les oxyder et les dénaturer. Nous avons vérifié combien est essentielle pour la prévention de la dégradation microbienne de la couleur des viandes l'observation impérieuse d'une réfrigération continue entre 0° et + 2° C.

-:-

Conclusion - Résumé

Après avoir défini les modalités exigées en France pour la préparation et la commercialisation des viandes fraîches conditionnées, nous avons rendu compte de nos observations concernant la stabilité de la couleur de cette denrée en fonction du microbisme et de différents facteurs physiques tels que : caractère de perméabilité des films, température et état hygrométrique des points de conservation ...

Nos études ont porté exclusivement sur des viandes stockées à 0°, + 2° C durant des délais ne dépassant pas 5 jours. Dans ces conditions précises, il nous est apparu que les phénomènes microbiens se trouvent suffisamment estompés pour que la préservation optimale des qualités organoleptiques des viandes ainsi réfrigérées résulte avant tout des caractères physiques du film protecteur. Les pellicules très perméables aux gaz, et par conséquent à la vapeur d'eau, assurent durant les 2 premiers jours de conservation, les conditions d'oxygénation favorables à la stabilité de l'oxymyoglobine, donc au maintien de la couleur rouge vif recherchée pour les viandes. Passé ce délai interviennent des phénomènes de brunissement qui, dans notre expérimentation, étaient liés avant tout à l'accentuation progressive de la déshydratation de la viande. Le recours à des pellicules offrant une transmission très réduite de la vapeur d'eau paraît donc recommandable pour le conditionnement des viandes destinées à des délais de stockage supérieurs à 2 jours.

La préservation totalement satisfaisante de la couleur des viandes conditionnées impliquerait encore bien des recherches sur la biochimie de la myoglobine dans ses rapports avec l'activité respiratoire tissulaire, les processus enzymatiques de nature microbienne et les diverses caractéristiques de perméabilité des pellicules utilisées.

-:-

(Travail effectué au Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires du Ministère de l'Agriculture - Laboratoire du Centre Technique des Viandes conditionnées).

Bibliographie

1. AYRES J.C. (1951) - Proc. Conf. on Research, Council on Research, Am. Meat Inst. Univ. Chicago, 83
2. AYRES J.C. (1955) - Advanc. Food Research, 6, 109.
3. BARNES E. (1957) - J. Appl. Bact. 20, 273.
4. BROOKS J. (1938) - Food Research, 3, 75.
5. BUTTIAUX R. (1959) - Bull. Inst. Pasteur, 57, N° 2, 594.
6. BUTTLER O.D., BRATZLER L. J. & MALLMANN W. L. (1953) - Food Technol. 7, 397.
7. CONANT J.B. et FIESER L.F. (1924-25) - J. Biol. Chem. ,62, 595.
8. CORETTI K. (1958) - Die Fleisch Wirtschaft, 10, 218.
9. EMPEY W.A. et SCOTT W.J. (1939) - Bull. 126, Council Sci. Ind. Res. Melbourne.
10. GEORGE P. et STRATMANN C.J. (1952) - Biochem. J., 51, 418.

.../...

11. HAINES R.B. (1933) - J. Hyg. Cambridge, 33, 165.
12. HALLECK F.E., BALL C., STIER E.F. (1958) - Food Technology, 12, 197.
13. HEWITT L.F. (1950) - Oxidation Reduction Potentials in Bacteriology and Biochemistry - 6ème Edit. E. and S. Livingstone Ltd., Edimburgh.
14. JENSEN L.B. (1954) - Microbiology of Meats - 3ème Edit. The Garrard Press, Champaign, 111.
15. KELCH F. et LEISTNER L. (1957) - Die Fleischwirtschaft, 4, 334.
16. KIRSCH R. H., BERRY F.E., BALDWIN C.L., FORSTER F.M. (1952) - Food Research, 17, 345.
17. KRAFT A.A., BRANT A.W. et AYRES J.C. (1956) - Food Technology, 9, 443.
18. LANDROCK A.M. et WALLACE G.A. (1955) - Food Technol. 9, 441.
19. LEISTNER L., GRAU R. et MIRNA A. (1955) - Jahres-Bericht, Bundesforschungsanstalt, Kulmbach, 65.
20. NIVEN C.F., Jr. et EVANS J.B. (1957) - J. Bact. 73, 758.
21. PANTALEON J. (1957) - Proceedings of the second International Symposium on food Microbiology - Cambridge.
22. PIRKO P.C. et AYRES J.C. (1957) - Food Technol. 9,461.
23. URBAIN W.M. et GREENWOOD D.A. (1940) - Food Research, 5, 607.
24. VERGE J., PANTALON J. et BREVOT G. (1958) - Rec. Med. Vet. 134, 467.