



En 2007, une étude visant à évaluer la compétitivité technologique des viandes bovines françaises à longue DLC a été effectuée au profit d'Interbev et de l'Office de l'Élevage.

Ce projet avait pour objectifs :

- d'évaluer la possibilité de produire des muscles sous vide à longue DLC à partir de viandes françaises,
- d'identifier les inconvénients techniques dus à l'utilisation de viandes sous vide à longue DLC,
- de définir des préconisations techniques pour valoriser ces muscles en unités de vente consommateur (UVC).

Un seul muscle avait été utilisé : l'entrecôte PAT, muscle stable en couleur (Picgirard et Renerre, 2009). Des muscles plus fragiles en couleur issus d'animaux français n'avaient pas été étudiés, de même que des muscles sous vide en provenance d'Amérique du Sud.

L'étude présentée est une suite directe au programme de 2007 dont les objectifs sont de :

- vérifier si les résultats acquis sur les entrecôtes au travers de l'étude de 2007 sont reproductibles avec un muscle plus fragile tel que le filet;
- comparer le comportement de muscles d'origine française à longue DLC à celui des muscles d'origine sud américaine. Deux muscles ont été étudiés : l'entrecôte et le filet.

Viandes sous vide à longue DLC

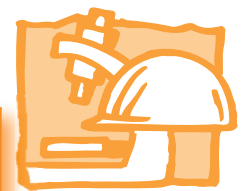
Comparaison de muscles d'origine française et sud-américaine

L'importation de muscles sous vide à longue DLC en provenance d'Amérique du Sud constitue une source d'approvisionnement intéressante pour compenser le manque de disponibilité de certains muscles nobles appréciés par les consommateurs. Il semble possible d'obtenir les mêmes niveaux de DLC avec des viandes françaises à condition de respecter un process spécifique avec des paramètres précis. Toutefois, que ces muscles soient d'origine française ou sud-américaine, l'utilisation de DLC de 90 à 120 jours semble excessive en vue d'une valorisation en UVC.

PICGIRARD L.

Adiv – 10 rue Jacqueline Auriol
63039 CLERMONT-FERRAND cedex 2

Science et technique



COMPORTEMENT DES MUSCLES

Évolution du pH

Le pH a tendance à chuter au fil de la durée de stockage (cf. tableau 2) mais cette tendance n'est pas significative de J45 à J90. Elle semble ne se manifester que de J90 à J120.

Le pH des entrecôtes d'Amérique du Sud est significativement supérieur à celui des filets qu'ils proviennent de France ou d'Amérique du Sud. Le pH de ces deux derniers n'est d'ailleurs pas significativement différent.

L'intégration des résultats acquis en 2007 sur des entrecôtes françaises montre que l'évolution du pH suivie par celles-ci semble proche de celle suivie par les entrecôtes d'origine sud-américaines.

Évolution de l'exsudation des muscles

La quantité d'exsudat produite par les entrecôtes est beaucoup plus faible que celle des filets (cf. tableau 3). Les filets d'origine Amérique du Sud ont tendance à perdre plus de jus au cours du stockage de J45 à J90 (- 3,63 % ± 1,89 de J45 à J90) que leurs homologues français (- 2,52 % ± 1,11 % sur la même période) mais cette tendance n'est pas globalement significative.

A contrario, l'exsudation des entrecôtes françaises (étude 2007) semble supérieure à celle des entrecôtes d'origine Amérique du Sud notamment à J90 mais, là encore, compte tenu de la forte variabilité des résultats, cette tendance n'est pas significative.

Évolution microbienne de surface

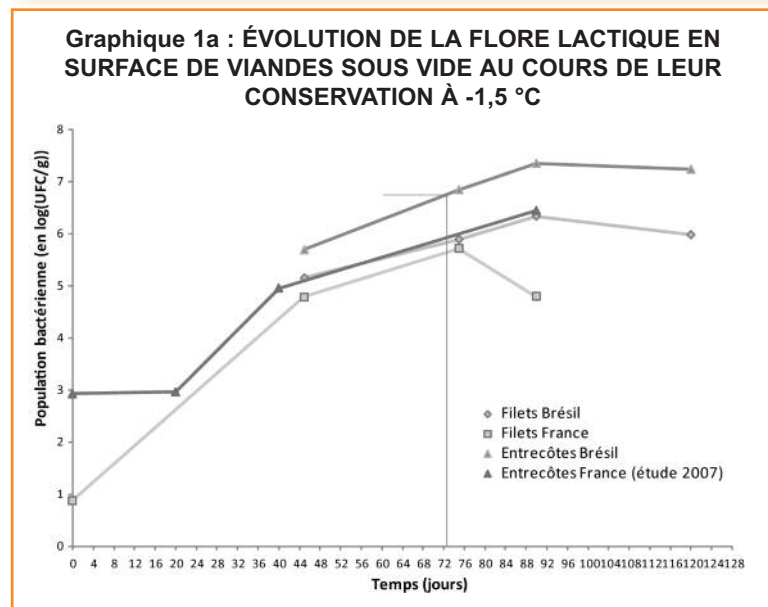
Les résultats bruts des dénombrements ont été comparés aux valeurs seuils préconisées par le Guide des bonnes pratiques d'hygiène (GBPH), c'est-à-dire aux critères de validation de la durée de vie microbiologique pour les muscles conditionnés de bovin, à savoir :

- *Pseudomonas* = 10⁵ UFC/g (5 log) ;
- entérobactéries = 10⁴ UFC/g (4 log) ;
- flore totale = 10⁷ UFC (7 log).

Pour la flore lactique, le seuil du Cnerma de 5.10⁶ UFC/g (6,7 log) a été retenu pour les unités de vente consommateur en fin de DLC conditionnées sous atmosphère modifiée et sous vide respectivement.

Durée de stockage à - 1,5 °C	Entrecôtes Amérique du Sud	Filets Amérique du Sud	Filets France	Entrecôtes France (Étude 2007)	Effet traitement
J045	5,79 ± 0,2 (ac)	5,52 ± 0,04 (b)	5,57 ± 0,05 (bc)	5,79 ± 0,16 (a)	X
J075	5,63 ± 0,07 (a)	5,51 ± 0,01 (b)	5,48 ± 0,03 (b)	/	X
J090	5,76 ± 0,04 (a)	5,43 ± 0,05 (b)	5,59 ± 0,01 (ab)	5,71 ± 0,18 (a)	X
J120	5,53 ± 0,06 (a)	5,33 ± 0,17 (a)	/	/	NS

Durée de stockage à - 1,5 °C	Entrecôtes Amérique du Sud	Filets Amérique du Sud	Filets France	Entrecôtes France (Étude 2007)	Effet traitement
J045	0,96 ± 0,43 (a)	3,43 ± 1,97 (b)	1,79 ± 0,24 (ab)	-1,61 ± 0,58 (a)	X
J075	1,45 ± 0,79 (a)	3,50 ± 1,24 (a)	3,01 ± 1,37 (a)	/	NS
J090	1,48 ± 1,05 (a)	4,05 ± 2,83 (a)	2,75 ± 1,34 (a)	-3,05 ± 1,05 (a)	NS
J120	2,56 ± 0,97 (a)	4,58 ± 0,25 (b)	/	/	X
Moyenne de J45 à J90	1,26 ± 0,72 (a)	3,63 ± 1,87 (b)	2,52 ± 1,11 (ab)	/	XX



Les graphiques 1a à 1c représentent les courbes de croissances mesurées pour trois flores. Les essais sont comparés aux valeurs acquises sur les entrecôtes d'origine française en 2007.

Les niveaux de contamination à J0 des filets d'origine française sont très faibles puisque les dénombrements en flore totale, *pseudomonas* et entérobactéries valent respectivement 24 UFC/g, < 10 UFC/g, < 10 UFC/g.

Les filets français ou sud-américains ne dépassent aucun critère. Ils peuvent ainsi prétendre à des DLC de 90 jours minimum. Pour le filet, l'effet origine est peu marqué. Seules les populations de *pseudomonas* et entérobactéries des filets français restent inférieures à celles de leurs homologues sud-américains. Les résultats sont toutefois à modérer par le très faible niveau de la contamination initiale des filets français.

Contrairement à l'effet origine, l'effet muscle est très marqué. Les entrecôtes présentent généralement des populations microbiennes supérieures à celle de filets, notamment en entérobactéries.

Pour les entrecôtes, les DLC envisagées ne peuvent excéder 75 jours. Pour les muscles sud-américains et au regard du critère de 6,7 log, la flore limitante est la flore lactique, flore banale, les entérobactéries étant limitantes pour les entrecôtes françaises au regard du critère de 3,7 log.

On constate d'ailleurs des niveaux de flore totale et lactique supérieurs des entrecôtes sud-américaines par rapport aux entrecôtes françaises alors que c'est l'inverse pour les entérobactéries.

L'ensemble de ces résultats ne laisse pas entrevoir une quelconque pratique de décontamination sur les produits qui ont été analysés lors de cette étude.

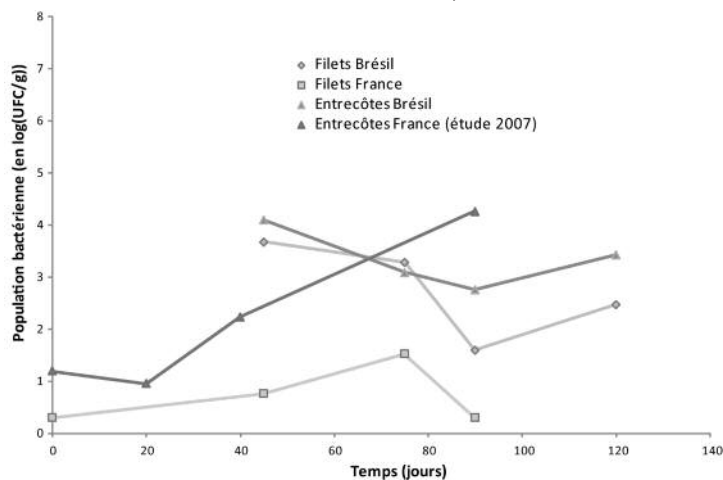
Taux d'amines biogènes

Les mesures des quantités d'amines biogènes n'ont concerné que les filets.

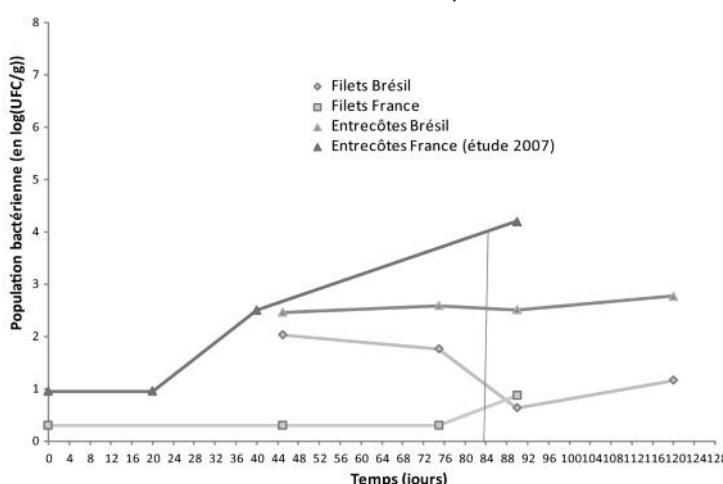
Les quantités totales d'amines dosées, à l'issue de chaque période de conservation, sont comparables entre filets d'origine Amérique du Sud ou France (cf. tableau 4).

Dans l'état actuel des connaissances, le taux global d'amines dosées sur les viandes, notamment la tyramine, amine la plus abondante, ne représente pas de danger pour des populations en bonne santé. Ce taux important semble associé à la croissance de la flore lactique. Les taux enregistrés sont, en effet, proches de ceux rencontrés pour du chorizo (Ruiz – Capillas C. et al., 2004).

Graphique 1b : ÉVOLUTION DE PSEUDOMONAS EN SURFACE DE VIANDES SOUS VIDE AU COURS DE LEUR CONSERVATION À -1,5 °C



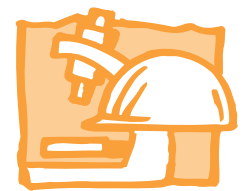
Graphique 1c : ÉVOLUTION DES ENTÉROBACTÉRIES EN SURFACE DE VIANDES SOUS VIDE AU COURS DE LEUR CONSERVATION À -1,5 °C



**Tableau 4
DOSAGE D'AMINES BIOGÈNES SUR LES FILETS SOUS VIDE**

Origine	Durée de conservation à -1,5 °C	Tryptamine	2-Phényl-ethylamine	Putrescine	Cadavérine	Histamine	Tyramine	Spermidine	Spermine	Total
		(mg/kg viande)	(mg/kg viande)	(mg/kg viande)	(mg/kg viande)	(mg/kg viande)	(mg/kg viande)	(mg/kg viande)	(mg/kg viande)	(mg/kg viande)
France	J45	0	0	2	0,91	6,91	1,72	4,73	28,8	45,1
France	J75	0	0	1,41	1,31	5,22	113,9	2,64	28	152,5
Brésil		20,5	3,7	1,41	0,48	3,64	89,6	3,59	31,6	154,5
France	J90	0	0	1,45	1,24	5,38	151,5	3,19	26	188,8
Brésil		21,8	7	2,23	0,53	4,64	96	6,51	31,4	170,1
Brésil	J120	40,2	21,2	1,29	3,17	2,76	164,8	3,32	28,6	265,3

(chaque case correspond à la moyenne de 2 analyses effectuées sur le même échantillon)



RÉSULTATS OBTENUS SUR LES PRODUITS TRANCHÉS

Exsudation des produits tranchés

Comme l'étude conduite en 2007, le conditionnement sous atmosphère génère moins d'exsudat que le conditionnement sous vide : $-1,17\% \pm 1,02$ contre $-3,66\% \pm 1,57$ en moyenne ($p < 0,1\%$). La quantité moyenne d'exsudat en UVX produite diminue au fil de la conservation des muscles sous vide à $-1,5^\circ\text{C}$: $-2,59\% \pm 1,95$ pour les muscles déballés après 25 jours de stockage contre $2,25\% \pm 1,7\%$ pour ceux déballés après 90 jours ($p < 5\%$). L'origine et la nature des muscles influencent aussi l'exsudation des UVC ($p < 0,10$) $-1,6\% \pm 1,02$ (a) pour les entrecôtes sud-américaines contre $-3,61\% \pm 1,97$ (b) pour les filets sud-américains et $-2,05\% \pm 1,69$ (c) pour les filets français.

Le type de traitement ($p < 0,1\%$) : $-1,6\% \pm 1,02$ pour les entrecôtes sud-américaines contre $-3,61\% \pm 1,97$ pour les filets sud-américains et $-2,05\% \pm 1,69$ pour les filets français. Ces deux derniers ont des comportements significativement différents.

Évolution de caractéristiques colorimétriques

Au fil de la conservation à $+4^\circ\text{C}$, le conditionnement sous atmosphère modifiée conduit à des teintes rouges a* significativement plus basses et des teintes jaunes b* significativement supérieures.

Les valeurs moyennes de teinte rouge et jaune, tous muscles confondus, pour des durées de stockage préalables de muscles de 75 jours et 90 jours, sont :

- a* : $22,02 \pm 2,49$ sous vide ;
 $20,7 \pm 2,3$ sous atmosphère ;
- b* : $3,74 \pm 1,71$ sous vide ;
 $4,21 \pm 1,9$ sous atmosphère.

Cette dégradation de la teinte rouge des UVC sous atmosphère modifiée se manifeste surtout pour les filets, muscles plus fragiles en couleur que l'entrecôte. Il se traduit par un grisonnement homogène de la surface visible de la tranche. Pour des durées de stockage des muscles sous vide de 75 et 90 jours, les valeurs moyennes de teintes rouge et jaune des UVC, quel que soit le conditionnement sont :

- a* : $21,8 \pm 2,01$ pour les entrecôtes Amérique du Sud (a) ;
 $21,5 \pm 2,8$ pour les filets Amérique du Sud (ab) ;

- $20,8 \pm 2,6$ pour les filets France (b) ;
- b* : $2,08 \pm 0,97$ pour les entrecôtes Amérique du Sud (a) ;
 $5,11 \pm 1,2$ pour les filets Amérique du Sud (b) ;
 $4,75 \pm 1,43$ pour les filets France (b).

Notes de couleur

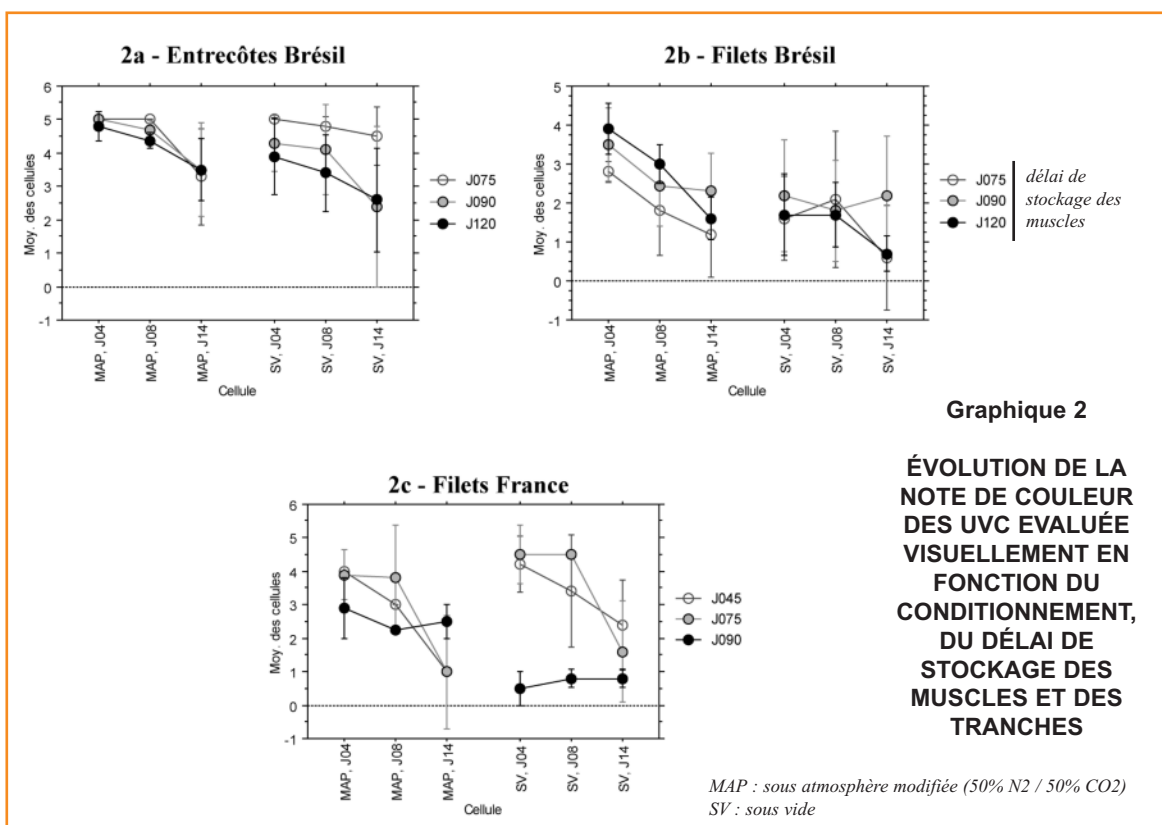
Les entrecôtes ont des notes de couleur significativement supérieures aux filets sud-américains et français ($p < 0,1\%$) : $4,3 \pm 1,25$, $2,05 \pm 1,31$ et $2,42 \pm 1,67$ respectivement, ces derniers n'étant globalement pas différents.

La couleur des UVC sous atmosphère semble plus stable que celle des UVC sous vide ($p < 5\%$) : $3,16 \pm 1,5$ contre $2,68 \pm 1,9$ respectivement.

La durée de stockage des UVC $+4^\circ\text{C}$ induit une forte chute de la note de couleur de J8 à J14 ($p < 0,1\%$).

Les évolutions des notes de couleur par muscle et origine sont représentées dans les graphiques 2a à 2c.

Le conditionnement sous atmosphère modifiée conduit à une meilleure stabilité de la couleur que le conditionnement sous vide comme l'avait montré l'étude conduite en 2007 mais pour cette technique, l'ajout d'un



absorbeur d'oxygène est indispensable surtout pour un muscle fragile tel que le filet. Les essais ont d'ailleurs confirmé la sensibilité beaucoup plus forte à l'oxydation des filets par rapport aux entrecôtes indépendamment de leur origine. En fonction des modes de conditionnement, les défauts observés se manifestent différemment.

Sous vide, les UVC bordent facilement avec une forte hétérogénéité de couleur entre le cœur des tranches de viande et leur périphérie. Sous mélange gazeux sans oxygène, le défaut se manifeste par un grisonnement homogène de toute la surface de la tranche visible. La surface en contact avec le fond de la barquette ne change pas de couleur. L'apport d'un absorbeur d'oxygène limite l'intensité du défaut de grisonnement.

Concernant les délais d'emploi des muscles sous vide, si des durées de stockage de 75 jours à -1,5 °C restent envisageables pour les entrecôtes, elles se limitent à 45 jours pour les filets qu'ils soient d'origine sud-américaine ou française.

Au-delà de ces durées de stockage des muscles, les DLC visuelles permises pour les UVC restent inférieures à 4 jours.

Les DLC visuelles envisageables pour chaque muscle en fonction de son origine, de sa durée de conservation à -1,5 °C et du mode de conditionnement de l'UVC sont résumées dans le tableau n° 5.

Tableau 5
DLC VISUELLES MINIMALES ENVISAGEABLES POUR LES UVC ISSUES DE MUSCLES STOCKÉS DURANT DE LONGUES PÉRIODES

Muscle	Durée de stockage à -1,5 °C	DLC visuelles minimales (jour)	
		Sous vide	Sous atmosphère
Entrecôte Brésil	J75	≈ 14	8
	J90	4	8
	J120	4	8
Filets Brésil	J75	< 4	4
	J90	< 4	< 4
	J120	< 4	< 4
Filets France	J45	4	8
	J75	4	4
	J90	< 4	< 4

Caractéristiques organoleptiques des viandes

À l'issue de chaque période de stockage des muscles, les produits tranchés conditionnés qui en étaient issus, ont été dégustés après 8 jours de conservation à +4 °C.

Ils ont été consommés après une cuisson au grill à 240 °C durant 1 min par face pour les tranches d'entrecôte et 2 min 15 s par face pour les tournedos.

L'évaluation gustative des viandes montre qu'une DLC organoleptique de 8 jours des viandes tranchées ne peut

être atteinte que pour :

- des entrecôtes entières stockées 75 jours sous vide puis conditionnées à l'état tranché sous atmosphère modifiée;
- des filets stockés 45 jours sous vide à l'état entier, indépendamment du mode de conditionnement en UVC;
- des filets stockés 75 jours sous vide à l'état entier ou des entrecôtes stockées 90 jours sous vide à l'état entier à condition que ces muscles soient conditionnés sous atmosphère modifiée après tranchage. Dans ces deux cas, un léger goût acide est malgré tout perceptible.

Tableau 6
DÉNOMBREMENTS MOYENS EFFECTUÉS SUR LES UVC ISSUES DE MUSCLES STOCKÉS DURANT DE LONGUES PÉRIODES (EN LOG UFC/G)

Origine	Muscle/Durée de stockage à -1,5 °C	Flore totale J0	Flore lactique J0	Pseudo-monas J0	Entérobactéries J0	Brocho J0	Flore totale J14	Flore lactique J14	Pseudo-monas J14	Entérobactéries J14	Brocho J14
Brésil	Entrecôte	7,04	6,73	2,82	1,89	1,71	7,51	7,32	3,39	2,86	1,86
	J075	6,99	6,75	3,11	1,44	2,42	7,79	7,65	2,61	1,61	2,46
	J090	7,39	7,3	2,85	2,19	0,9	7,96	7,79	4,32	4,14	1,71
	J120	6,74	6,15	2,49	2,04	1,81	6,76	6,52	3,25	2,83	1,41
	Filet	6,21	6,15	2,26	1,64	0,72	6,43	6,71	2,18	1,15	0,67
	J075	5,73	5,61	2,93	2,67	0,48	6,1	6,15	2,88	2,02	0,3
	J090	6,46	6,6	0,98	0,6	0,86	6,5	7,57	1,85	0,94	1,42
J120	6,43	6,24	2,88	1,66	0,83	6,68	6,41	1,8	0,48	0,3	
France	Filet	5,02	5,1	0,94	0,43	0,3	6,31	6,12	0,9	0,48	0,3
	J045	5,02	5,7	0,9	0,3	0,3	6,46	6	1,44	0,83	0,3
	J075	5,82	5,53	0,73	0,3	0,3	6,81	6,65	0,65	0,3	0,3
	J090	4,22	4,08	1,18	0,69	0,3	5,65	5,72	0,63	0,3	0,3

Pour tous les cas de figure testés, les DLC gustatives restent supérieures aux DLC visuelles définies précédemment.

Évolution microbiologique des viandes piécées

L'analyse de la microbiologie des tranches de viande issues de muscles sous vide conservés durant de longues périodes à -1,5 °C ne montre pas de différences entre le conditionnement sous vide et sous atmosphère modifiée.

À l'issue d'un stockage de 14 jours à +4 °C des UVC, seule la flore lactique des entrecôtes sud-américaines dépassent les critères préconisés (tableau 6).

Aucun dépassement n'est observé sur les autres flores.

Concernant l'effet de l'origine et de la nature des muscles, les entrecôtes tranchées d'origine Amérique du Sud présentent, après 14 jours de stockage à +4 °C, des niveaux de contamination supérieurs à ceux des filets, et notamment des filets d'origine française. Pour des durées de stockage des muscles supérieures à 90 jours, leurs populations maximales de *Pseudomonas* et entérobactéries sont supérieures à celles des filets sud-américains.

De la même manière, les vitesses de croissance des flores sont plus rapides sur les entrecôtes que sur les filets. Ces résultats confortent les analyses microbiologiques effectuées sur les muscles qui avaient également démontré la plus grande sensibilité microbiologique des entrecôtes par rapport aux filets.

Concernant l'effet origine, les différences entre filets français et brésiliens, sont très faibles. Cependant, les filets français ont tendance à avoir un meilleur comportement, certainement lié à l'excellente qualité microbiologique des matières premières.

Enfin, dans nos conditions, les durées de stockage préalables des muscles à -1,5 °C ont peu d'effet sur les niveaux de contamination finale des viandes tranchées conservées 14 jours à +4 °C.

CONCLUSION

L'effet de l'origine sud-américaine ou française induit peu de différences de comportement des muscles lors de leur conservation à -1,5 °C.

L'effet nature du muscle est, par contre, prépondérant. Ainsi, les entrecôtes se distinguent des filets par des niveaux de pH supérieurs durant toute la durée du processus de conservation à -1,5 °C, une exsudation inférieure, des niveaux de population microbienne supérieurs.

Sur ce dernier point, des différences de comportement microbiologique sont notables sur les entrecôtes en fonction de leur origine. Pour les entrecôtes sud-américaines, la flore lactique, flore non pathogène, est la flore limitante. Pour les entrecôtes françaises, l'étude conduite en 2007 avait montré qu'il s'agissait plutôt des entérobactéries.

En revanche, on pondérera le bon comportement des filets français en conservation par leur très faible contamination initiale de surface avant conditionnement.

Enfin, une conservation de 90 à 120 jours à -1,5 °C de filets ne génère pas une quantité suffisante d'amines biogènes pour nuire à la santé de consommateurs bien portants. Les doses retrouvées sont proches de celles rencontrées dans d'autres produits alimentaires tels que le chorizo.

Le comportement des UVC issues de muscles sous vide stockés durant de longues périodes montre une incidence importante du mode de conditionnement sur la quantité d'exsudat produit lors d'une conservation de 14 jours à +4 °C sous UVC. Le conditionnement sous atmosphère modifiée 50 % N₂/50 % CO₂ génère moins d'exsudat que le conditionnement sous vide. Comme pour l'étude du comportement des muscles entiers, les UVC d'entrecôtes exsudent moins que les UVC de filets.

En ce qui concerne les caractéristiques visuelles et organoleptiques, le conditionnement sous atmosphère modifiée avec un mélange gazeux 50 % N₂/50 % CO₂, permet d'obtenir des DLC visuelles supérieures au conditionnement sous vide en sachets de faible

imperméabilité ($\approx 50 \text{ cm}^3/\text{m}^2/24 \text{ h}$). Malgré tout, des DLC de 8 jours des UVC ne peuvent être espérées qu'avec des filets stockés au maximum 45 jours sous vide à -1,5 °C puis conditionnés sous atmosphère. La même DLC peut être atteinte avec des entrecôtes stockées au maximum 75 jours sous vide à -1,5 °C puis conditionnées sous atmosphère.

La couleur et le goût des filets sont donc beaucoup moins stables que ceux des entrecôtes. L'adjonction d'un absorbeur d'oxygène est d'ailleurs obligatoire pour les filets conditionnés sous atmosphère modifiée en absence d'oxygène alors qu'il n'est pas nécessaire pour les entrecôtes. Malgré cela, un grisonnement rapide mais acceptable de l'ensemble de la surface visible des filets tranchés sous atmosphère est notable. L'origine du muscle (France versus Amérique du Sud) a peu d'effet sur l'évolution de la couleur ou de la saveur des viandes sous UVC.

Enfin, la microbiologie des UVC issues de muscles stockés durant de longues périodes a confirmé les niveaux de population maximale et de croissance microbienne supérieurs des entrecôtes comparativement aux filets.

Les filets d'origine française ont un meilleur comportement en UVC que ceux d'origine brésilienne.

Aucune différence significative n'a été constatée entre conditionnement sous vide et sous atmosphère modifiée sous mélange gazeux 50 % N₂/50 % CO₂ quant à la croissance des différentes flores analysées.

En conclusion, l'étude a montré la faible influence de l'origine sur les capacités de conservation des muscles et/ou des UVC qui en sont issues dans la mesure où la contamination initiale des muscles est faible et que leurs conditions de conservation sont rigoureuses, même si les filets d'origine sud américaine semblent avoir un comportement légèrement inférieur à celui de leurs homologues français sous UVC : microbiologie supérieure, exsudat supérieur, couleur moins stable.



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

- PICGIRARD L., RENNERE M. – 2009 – Viandes sous vide : comportement technologique des viandes bovines françaises à longue DLC – VPC 27 (1) p 7-14.
- RUIZ-CAPILLAS C., JIMENEZ-COLMENERO F. – 2004 – Biogenic amine content in Spanish retail market meat products treated with protective atmosphere and high pressure – Eur. Foods. Res. Technical – 218 - p 237-241.