



# Conservation de viandes de veau conditionnées en UVCI avec du monoxyde de carbone

**Le recours au monoxyde de carbone pour conditionner les UVCI de viandes de veau allonge la durée de vie des produits sans os**

**Mots-clés :** Veau, Conditionnement, Emballage, UVCI, Durée de vie

**Auteurs :** Clémence Bièche-Terrier<sup>1</sup>, Isabelle Legrand<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de l'Élevage, Service Qualité des Viandes, Route d'Épinay sur Odon, 14310 Villers Bocage, France ; <sup>2</sup> Institut de l'Élevage, Service Qualité des Viandes, Maison Régionale de l'Agriculture du Limousin, Boulevard des Arcades, 87060 Limoges cedex 2, France

\* E-mail de l'auteur correspondant : [clemence.bieche@idele.fr](mailto:clemence.bieche@idele.fr)

**Le monoxyde de carbone est utilisé outre-Atlantique pour allonger la conservation des viandes. Bien que l'utilisation de ce gaz ne soit pas autorisée aujourd'hui en Europe, l'Institut de l'Élevage a étudié ses effets sur la viande de bœuf, avec des résultats prometteurs. Des essais similaires ont été conduits sur la viande de veau, dont la couleur occupe une place fondamentale dans le processus de vente.**

## Résumé :

Le monoxyde de carbone (CO) est employé outre-Atlantique pour conserver les viandes bovines en UVC sans oxygène, afin d'allonger la durée de conservation des viandes. Aujourd'hui interdit en Europe, son utilisation fait débat entre les partisans (conservation prolongée) et les opposants (possibilité de fraude concernant la fraîcheur des produits). Par ailleurs, la couleur rose est un aspect qualitatif essentiel de la viande de veau, et son maintien dans le temps est particulièrement difficile (risques d'oxydation). L'emploi du CO pourrait stabiliser cette couleur, mais risque aussi de provoquer une coloration plus soutenue voire artificielle du produit. Ceci a amené le service Qualité des Viandes de l'Institut de l'Élevage à mener une étude expérimentale pour évaluer l'impact de l'utilisation d'atmosphères de conditionnement anoxiques avec 0,4% de CO dans les UVC de veau, avec les conclusions suivantes : le CO permet le maintien d'une couleur attractive pour la viande de veau pendant 23 jours, sans paraître « artificielle » à l'œil d'un jury d'experts ; l'atmosphère anoxique avec 0,4% de CO empêche le développement des microorganismes aérobies stricts ; les escalopes de veau conditionnées sous CO, après 23 jours de conservation, ont des notes d'analyse sensorielle comparables à celles de produits frais, montrant la très bonne préservation des produits par ce conditionnement ; la conservation sous CO de viandes avec os, après 23 jours, a posé des problèmes d'odeurs très désagréables (développement de bactéries de type *Brochothrix thermosphacta*), sans altération visible du produit. Ainsi, le conditionnement sous atmosphère anoxique avec 0,4% de CO apparaît comme une piste très intéressante pour la conservation des viandes de veau sans os. Un travail complémentaire doit être mené pour évaluer l'impact du CO sur la couleur de la viande de veau après cuisson, pour valider le maintien correct des qualités organoleptiques jusque dans l'assiette du consommateur.

## Abstract: Use of carbon monoxide for extending shelf life of veal meat

Carbon monoxide (CO) is commonly used in the US and Canada to extend the shelf life of beef meat and improve colour stability during storage in anoxic packaging. While this technique is currently banned in Europe, its use is debated between supporters (extended shelf life) and opponents (possibility of fraud concerning product freshness). CO is of particular interest for veal meat, as the pink color is an essential quality aspect and it demonstrates poor colour stability over time (risk of oxidation). However, there are concerns that the resulting colour during storage with CO may appear unnatural or artificial. Therefore the Meat Quality Department of French Livestock Institute conducted an experimental study to evaluate the impact of using anoxic packaging atmospheres with 0.4% of CO on the colour stability and shelf life of veal meat. The conclusions are as follows: the CO treatment maintained an attractive color for veal meat for 23 days without seeming "artificial" according to an expert panel; the anoxic atmosphere with 0.4% CO inhibits the growth of strict aerobic microorganisms; sensory analysis ratings for the veal steaks packaged in CO for 23 days are equivalent to those of fresh meat, showing very good preservation products with this conditioning; whereas for samples including bone there were issues with very unpleasant odors (development *Brochothrix thermosphacta* bacteria) with no visible spoilage after 23 days 0.4% CO. Thus, storage under anoxic atmosphere supplemented with 0.4% CO appears to be a very interesting treatment for boneless veal. Further work should be conducted to assess the impact of CO on the color of veal meat after cooking, to validate the correct maintenance of the organoleptic qualities all the way to the consumer's plate.

## INTRODUCTION

La couleur est un facteur essentiel dans le processus de vente de la viande. En effet les acheteurs choisissent les produits en fonction de leur aspect, qui traduit à leurs yeux la fraîcheur du produit. C'est pourquoi les conditionnements des viandes avec atmosphères enrichies en oxygène ont notamment pour fonction de maintenir une couleur attractive de la viande sur toute la durée de la conservation. Cet aspect est particulièrement vrai pour la viande de veau, dont la couleur rose est un facteur commercial prépondérant.

La composante rouge de la viande est déterminée par la forme réduite ou oxydée de son pigment principal, la myoglobine : sous forme oxygénée elle apparaît rouge vif, en absence d'oxygène le pigment est réduit et de couleur pourpre, et en cas d'oxydation la myoglobine devient irrémédiablement brune-verdâtre. Aujourd'hui, en Europe, les industriels de la viande utilisent des conditionnements sous atmosphère suroxygénée afin d'obtenir des produits contenant de l'oxymyoglobine (myoglobine oxygénée). Cependant ce complexe est particulièrement instable au cours de la conservation des produits, et certains tendent à brunir voire verdir avant la fin de leur DLC (Date Limite de Conservation).

Une quatrième forme du pigment existe : la forme carboxylée (liaison avec un groupement CO) dont la couleur est rouge cerise et qui reste très stable dans le temps. Elle peut

être obtenue en recourant à des atmosphères de conservation dépourvues d'oxygène mais contenant un faible pourcentage de monoxyde de carbone (CO) (Djenane et al, 2006).

Aujourd'hui, seuls les Etats-Unis utilisent ce gaz pour conditionner la viande, avec une teneur maximale à 0,4%, ce qui est suffisant pour obtenir une réelle amélioration de la couleur de la viande et un allongement significatif de la durée de conservation des produits (Sorheim et al., 1999 ; Luno et al., 2000 ; Berdhal, 2006). Ce résultat a aussi été démontré sur les viandes de bœuf produites en France (Legrand et al, 2010). En Europe, le recours à ce type d'atmosphère est interdit à ce jour, l'administration considérant que les consommateurs pourraient être trompés sur la qualité des viandes, engendrant un risque de fraude vis-à-vis de la fraîcheur des viandes (Berdahl, 2006).

Cependant, dans l'éventualité où le recours aux atmosphères enrichies en CO soit un jour autorisé en Europe, il est intéressant d'évaluer leurs effets sur la viande de veau de boucherie, produit qui n'est pas consommé aux Etats-Unis. En effet, la couleur rose fraîche de la viande de veau est très caractéristique, et ne doit pas s'altérer, ni en verdissant par oxydation ni en paraissant artificiellement rouge à cause de la carboxylation. C'est pourquoi, cette première étude exploratoire a été réalisée.

## I. MATHEMATIQUES ET METHODES

### I.1. Tests de vieillissement comparatifs de viandes de veau

Le travail a consisté à suivre la présentation (observations sensorielles et mesures instrumentales de la couleur) et la qualité microbiologique de viandes de veau de boucherie conditionnées en UVCI sous atmosphère expérimentale (69,6% N<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub>, 0,4% CO) et à les comparer à des barquettes témoin, sous atmosphère suroxygénée « classique » (70% O<sub>2</sub>, 30% CO<sub>2</sub>), sur une durée totale de 23 jours (pour valider une DLC à 21 jours), avec des contrôles réalisés à J0, J10 et J23. Les produits conditionnés sous CO sont identifiés « Exp », et les deux types de témoins par :

- T10 qui ont été conservés sous atmosphère suroxygénée à température réfrigérée (conservation classique de ce type de produit) et analysés au 10<sup>ème</sup> jour de conservation,
- T0-10 et T0-23 (selon la date d'observation) pour les témoins « frais » décongelés (congelés à J0, décongelés la veille de l'observation et conditionnés sous atmosphère suroxygénée), l'objectif étant de pouvoir comparer l'aspect des viandes conservées sous CO avec des témoins issus des mêmes muscles mais dont les

### I.2. Analyse des produits

Trois types d'analyses des produits ont été réalisés aux trois dates d'observation :

- des évaluations sensorielles de la qualité commerciale des UVCI, par 2 experts, toujours identiques. Il s'agissait d'apprécier différents paramètres avant et après l'ouverture des UVCI, comme la couleur de la viande, celle du gras, l'exsudation du produit, son odeur (uniquement après ouverture pour ce dernier critère)... Une note d'impression générale traduisant l'acceptabilité commerciale globale du produit a été affectée avant et après ouverture des barquettes. Pour

qualités sensorielles (la couleur notamment) ne se sont pas altérées lors de la conservation (la congélation servant à « figer » les produits pendant le vieillissement).

Deux sortes de produits ont été suivies : des escalopes issues de noix et des côtes de veau avec os. Ces viandes proviennent de 8 animaux. De chaque muscle, 9 portions ont été utilisées pour les tests de vieillissement selon le schéma de la Figure 1. Les vieillissements des portions Exp se sont faits selon la norme NF V01-003 (2010) : les deux premiers tiers de la conservation ont été réalisés à 2°C (J0 à J14) et le dernier tiers a été réalisé à 8°C (J14 à J23) pour simuler le stockage en réfrigérateur ménager.

L'étude s'est limitée aux tests de vieillissement des viandes de veau à l'état frais. Un travail complémentaire pour étudier ces viandes conservées sous CO après cuisson sera nécessaire pour évaluer l'acceptabilité de ces produits jusque dans l'assiette du consommateur.

tous les critères évalués, une note de 1 (très mauvais) à 5 (très bon) a été attribuée, 3 étant la limite d'acceptabilité ;

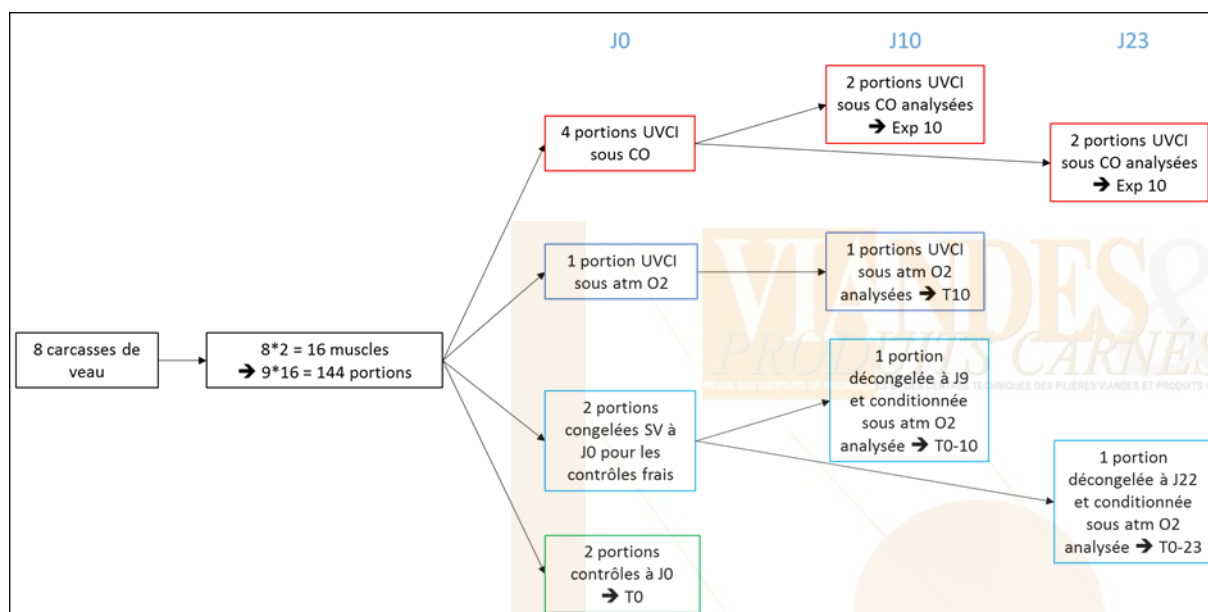
- des mesures instrumentales de couleur des tranches de viande au colorimètre (Chromamètre CR-410 de Minolta, système CIE 1976 (L\*, a\*, b\*)) ;
- des analyses bactériologiques, sur prélèvements cœur-surface, pour dénombrer les flores totale (EN ISO 4833) et lactique (ISO 15214), les entérobactéries (ISO 21528-2), *Brochothrix thermosphacta* (ISO 13722) et *Pseudomonas* spp (NF V04-504). Pour éviter

d'éventuelles contaminations extérieures, les échantillons réservés aux analyses microbiologiques ont été manipulés au minimum après ouverture des conditionnements, et n'ont donc servi ni aux analyses

sensorielles après ouverture des conditionnements ni aux mesures instrumentales.

La répartition des échantillons selon les analyses aux différentes dates est présentée dans le Tableau 1.

**Figure 1 : Schéma expérimental des tests de vieillissement de viandes de veau conditionnées sous CO**



Le protocole expérimental mis en place a permis d'observer la conservation d'escalopes et côtes de veau conditionnées sous CO jusqu'à 23 jours, en comparant ces produits avec des témoins « frais » décongelés et des témoins vieillis en UVCI suroxygénés

**Tableau 1 : Répartition des contrôles sur les échantillons de chaque muscle au cours du vieillissement**

Date d'analyse	Echantillons		Contrôles réalisés			
	Type	Nombre	Acceptabilité commerciale sans ouverture	Acceptabilité commerciale avant et après ouverture	Chromamètre (L*, a*, b*)	Dénombrements bactériens
J0	T0	2	-	-	2	2
J10	Exp10	2	1	1	1	1
	T0-10	1	-	1	1	-
	T10	1	1	-	-	1
J23	Exp23	2	1	1	1	1
	T0-23	1	-	1	1	-
Total / muscle		9	3	4	6	5

Les échantillons témoins et expérimentaux ont été répartis de sorte à pouvoir réaliser l'ensemble des contrôles analytiques.

## II. RESULTATS ET DISCUSSION

### II.1. Evaluation de l'acceptabilité commerciale des produits

Les évaluations sensorielles ont particulièrement porté sur la couleur des viandes, tant du point de vue de l'attractivité (couleur rose, fraîche...) que de celui de la normalité (coloration artificielle...) : les résultats sont présentés dans la Figure 2. On constate que l'emploi du CO permet non seulement une bonne stabilisation de la couleur, encore 23 jours après conditionnement, mais qu'il ne provoque pas de coloration artificielle qui paraîtrait anormale à l'œil, les notes de normalité étant systématiquement supérieures à 3. De plus, la comparaison avec les témoins T10, T0-10 et T0-23 montre que les produits conditionnés sous CO étaient systématiquement mieux notés aux dates d'observation, donc avaient un aspect plus attractif.

Les autres critères (exsudat, odeur, couleur des gras...) ont également été évalués pour chaque échantillon, ainsi que

l'acceptabilité commerciale à travers une note d'impression générale pour chaque produit observé : si cette note était supérieure à 3, le produit était jugé commercialisable. Ces évaluations donnent les résultats suivants :

- Avant ouverture des emballages, 63 des 64 produits conservés sous CO étaient acceptables d'un point de vue commercial. Ces produits ont eu des notes d'acceptabilité presque systématiquement supérieures à celles des témoins, à J10 comme à J23. Les notes attribuées à J23, tout en étant plus basses que celles données à J10, restaient supérieures ou égales à 3 pour tous les produits Exp et supérieures à celles des T0-23 (témoins « frais » décongelés). Les notes de couleur de viande constituaient le facteur limitant des notes d'acceptabilité commerciale. La couleur des viandes de

veau conservées sous CO n'est pas apparue artificiellement rouge aux 2 experts.

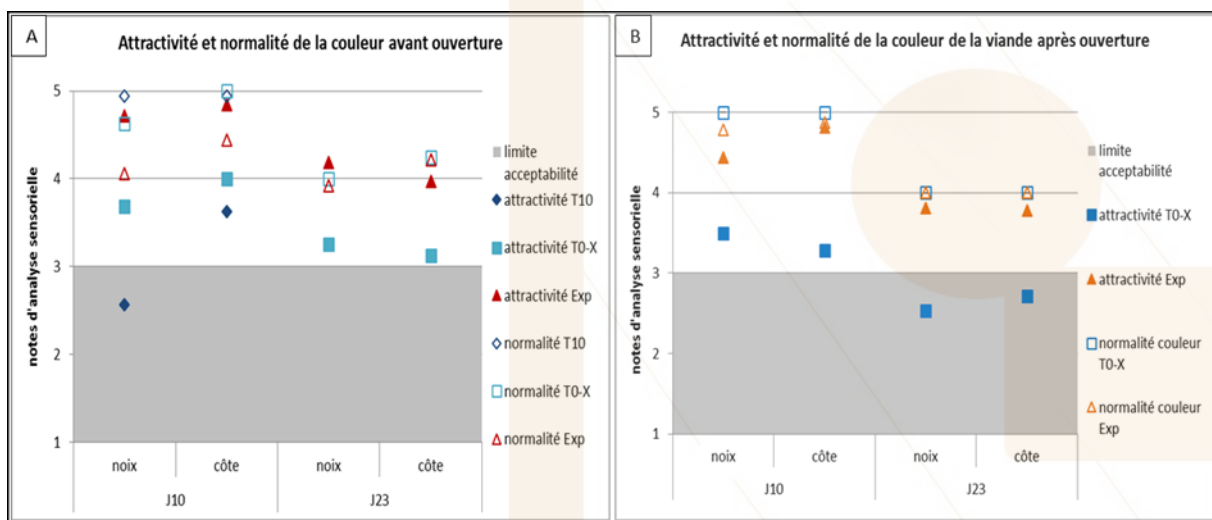
- Après ouverture des emballages, les observations des produits Exp (escalopes et côtes) ont montré qu'ils avaient conservé une couleur bien plus attractive que les témoins (T0-X et T10), même après 23 jours de conservation, sans que cette couleur paraisse anormale aux yeux des experts. Par contre, les côtes de veau Exp dégageaient pour la plupart une mauvaise odeur (viande rance voire pourrie) provoquant leur rejet à hauteur de 88% par rapport à l'acceptabilité commerciale des produits. Par ailleurs, les notes d'impression générale des T0-X après ouverture étaient relativement basses (les valeurs moyennes pour les escalopes et les côtes sont respectivement de 3,01 et 2,88 à J10, et de 2,56 et 2,60 à J23) de tenue et de fermeté des produits. En conséquence, les côtes Exp et les produits T0-X étaient

généralement moins acceptables d'un point de vue commercial après ouverture des emballages.

Ces constats sont traduits par des pourcentages de produits commercialement acceptables par rapport nombre total de produits investigués, à J10 et J23, représentés dans la Figure 3.

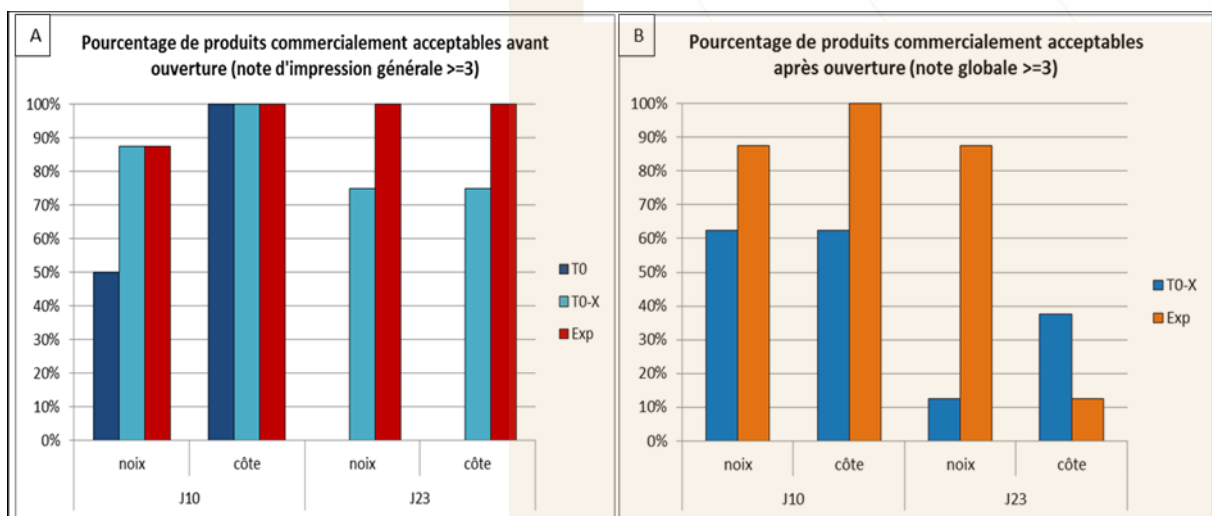
Ces résultats montrent que l'emploi du CO améliore clairement la couleur de la viande, par rapport aux témoins décongelés (T0-10 et T0-23) et aux témoins vieilliss sous atmosphère suroxygénée (T10). La crainte que la carboxymyoglobine fasse apparaître la couleur de la viande de veau artificiellement rouge a été écartée par l'appréciation de la normalité de la couleur, qui ne descendait jamais en-dessous de la note 4, signifiant qu'elle demeurait tout à fait acceptable. Par contre, ces observations ont permis de mettre en évidence que les produits avec os se conservaient mal sous CO, altérant l'odeur sans dégradation de l'aspect visuel.

**Figure 2 :** Notes moyennes d'attractivité et de normalité de la couleur des viandes de veau, attribuées par 2 experts, avant et après ouverture des conditionnements



Les observations de l'attractivité et de la normalité de la couleur des produits ont montré que le conditionnement sous CO permettait de maintenir l'aspect attractif des viandes de veau jusqu'à 23 jours de conservation.

**Figure 3 :** Proportions de produits commercialement acceptables, avant et après ouverture des conditionnements



Le pourcentage de produits commercialement acceptables peut diminuer drastiquement après ouverture des conditionnements, notamment pour les côtes de veau conservées 23 jours sous CO.

## II.2. Suivi de la couleur au Chromamètre CR 410

La couleur de la viande a été mesurée à l'aide d'un Chromamètre Minolta CR410, analysant la réflexion de la lumière selon le référentiel  $L^*a^*b^*$ . La composante  $a^*$  représente la gamme de l'axe rouge (valeurs positives) jusqu'au vert (valeurs négatives) en passant par le gris (0) : son suivi décrit donc l'évolution du rouge dans les produits observés (Normand, 2005).

Les mesures à J0 ont montré que la valeur de  $a^*$  des échantillons de viande à J0 variait de 19,74 à 23,39. Les évolutions de  $a^*$  observées avec le vieillissement des témoins T10 et des échantillons Exp10 et Exp23 ont permis d'observer les faits suivants :

- Les T10 avaient des valeurs individuelles de  $a^*$  après 10 jours de conservation qui s'étendaient de 18,93 à 28,43, avec une tendance générale à la hausse par rapport à J0, due à l'oxygénation de la myoglobine. Cependant certains T10 avaient des mesures de  $a^*$  inférieures à celles réalisées à J0, consécutives de l'oxydation du

## II.3. Analyses bactériologiques

Les dénombrements des flores totales et lactiques, des entérobactéries, des *Pseudomonas* spp et de *Brochothrix thermosphacta* ont été réalisés à J0 (T0), J10 (T10 et Exp10) et J23 (Exp23). Les résultats obtenus (Figure 4) ont permis d'observer les faits suivants :

- Par rapport aux témoins T0 et T10, les analyses ont mis en évidence que l'atmosphère CO n'a pas eu d'effet bactériostatique global, les évolutions de flore totale entre J0 et J10 étant équivalentes pour les deux atmosphères de conditionnement investiguées. Par contre, l'absence d'oxygène a inhibé la croissance de germes aérobies stricts, tels que *Pseudomonas* spp qui sont restés inférieurs à 2 log ufc/g jusqu'à la fin de la durée de conservation testée.
- Le développement des bactéries lactiques au cours de la conservation sous CO était important (obtention du ratio [flore totale] / [flore lactique] inférieur à 100, pour tous les échantillons Exp10 et Exp23, qui montre un développement normal des flores microbiennes en surface des viandes sous atmosphère anoxique ou sous vide).
- Les entérobactéries, qui étaient restées à un niveau très bas pendant la première partie de la conservation, se sont développées entre J10 et J23 dans les échantillons sous

pigment, provoquant une teinte brunâtre voire altérée aux échantillons concernés.

- Les valeurs de  $a^*$  pour les produits Exp10, entre 24,31 et 32,19, étaient systématiquement supérieures à celles mesurées à J0 et à celles des échantillons T10. Cette augmentation était en lien avec la formation de carboxymyoglobine grâce au CO, dont la couleur rouge cerise est très intense et très stable dans le temps, ainsi qu'à l'absence d'oxydation du pigment (atmosphère anoxique). L'indice  $a^*$  a continué sa progression entre J10 et J23, jusqu'à une fourchette comprise entre 27,97 et 34,71, montrant le maintien et même la progression de l'intensité du rouge.

Ces mesures instrumentales vont dans le sens des notations de couleur de l'analyse sensorielle et de ce qui a été observé sur le bœuf dans les études précédentes (Legrand et al, 2010).

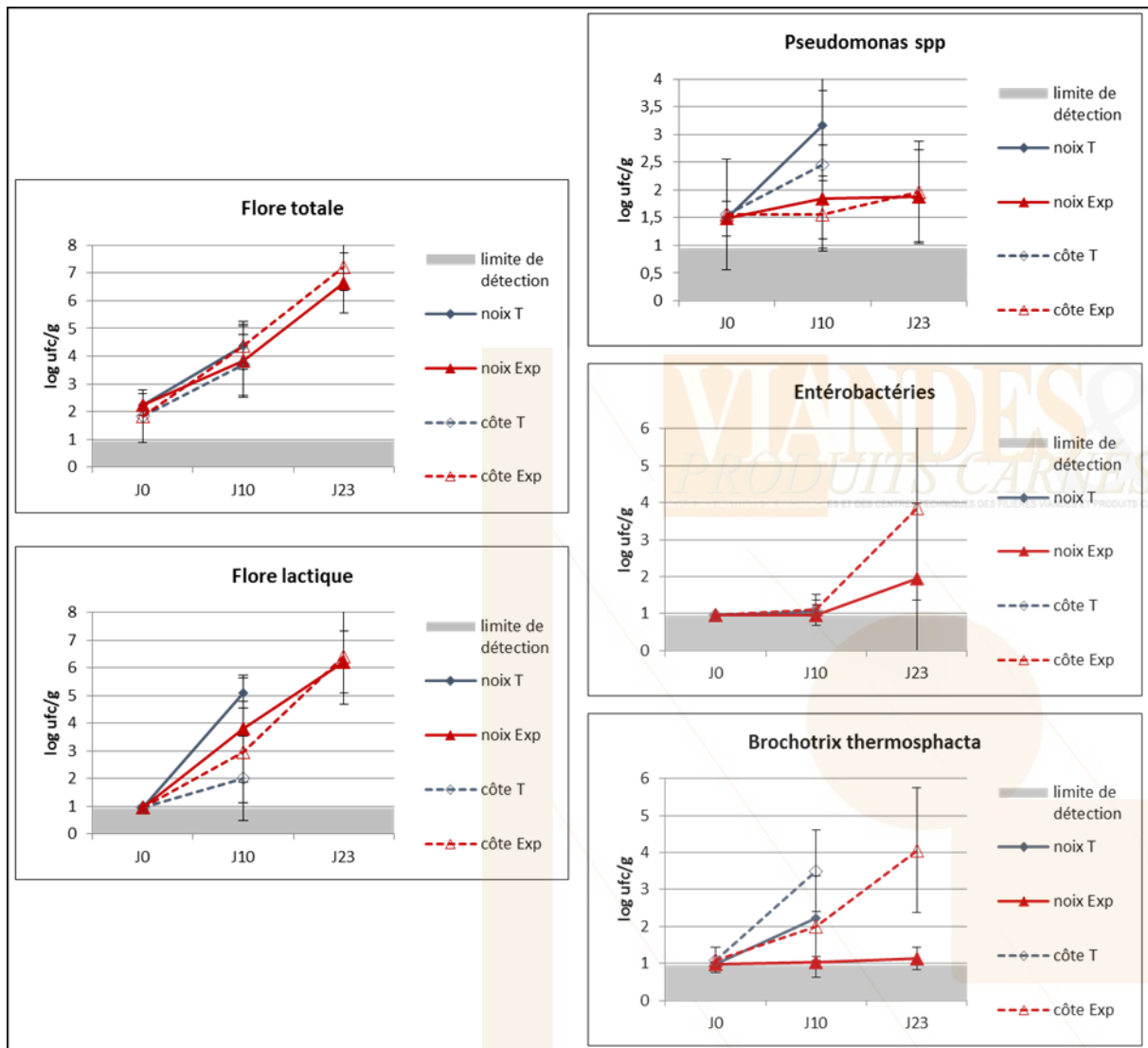
CO, particulièrement sur les côtes, en dépit de la dominance des bactéries lactiques.

- *Brochothrix thermosphacta*, autre bactérie d'altération des viandes, s'est développée sur les témoins T10 et sur les côtes de veau Exp, particulièrement au-delà de J10, provoquant certainement l'odeur désagréable perçue sur ces produits à J23.

En définitive, les escalopes de noix de veau conditionnées sans oxygène avec 0,4% de CO se sont globalement bien conservées au niveau microbiologique, sur une durée totale de 23 jours.

Concernant les côtes de veau, si aucun échantillon n'a dépassé les seuils recommandés de contamination bactérienne après 23 jours de conservation, les qualités organoleptiques de ces produits étaient néanmoins altérées à la fin de la DLC testée, en lien avec le développement de *Brochothrix thermosphacta*, et des entérobactéries au-delà de J10. Ces croissances bactériennes sont sans doute à mettre en relation avec la présence d'os, connue pour être un obstacle à la bonne conservation des viandes conditionnées en UVCI (Legrand, 1992 ; Quilichini, 1990 ; Quilichini et al, 1984).

**Figure 4 : Résultats des dénombrements microbiens sur les produits de viande de veau**



Les développements bactériens des échantillons vieillis sous CO ont notamment été influencés par la présence d'os.

## CONCLUSION

Cette étude sur la viande de veau conditionnée sous atmosphère anoxique avec 0,4% de CO a permis de mettre en évidence les bons résultats de la conservation des viandes de veau sans os, à travers les points suivants :

- Comme pour le bœuf, le CO permet le maintien d'une couleur très attractive pour la viande de veau, sur une période de conservation longue pour un produit frais ;
- Cette couleur n'apparaît pas comme artificielle à l'œil des 2 experts ayant réalisé les observations et ne provoque pas de rougissement inacceptable de la viande ;
- L'atmosphère anoxique avec 0,4% de CO empêche le développement microorganismes aérobies stricts, tels que *Pseudomonas* spp ;
- Les escalopes de noix de veau conditionnées sous monoxyde de carbone, après 23 jours de conservation, présentent des notes d'acceptabilité commerciale comparables à celles de produits frais, montrant la très bonne préservation des qualités du produit par ce conditionnement.

Par contre, la conservation de viande avec os sur une aussi longue durée a posé problème, à cause de la détérioration de l'odeur des produits. Ce phénomène est à mettre en relation

avec le développement significatif de bactéries d'altérations de type *Brochothrix thermosphacta* sur les côtes avec os. Cette altération de l'odeur est d'autant plus problématique qu'elle n'était pas prévisible par l'observation visuelle de la viande : aucune détérioration de l'apparence n'a été notée sur les côtes après 23 jours de conservation.

Ainsi le conditionnement sous atmosphère anoxique avec 0,4% de CO semble-t-il adapté pour allonger la durée de conservation des viandes de veau sans os, mais pas de celles avec des os, pour lesquelles il existe donc un risque de mécontentement du consommateur à l'ouverture des conditionnement.

Ces résultats sont issus d'une expérimentation réalisée avec un faible effectif (produits issus de 8 animaux seulement). Afin de confirmer ces données et de pouvoir aller plus loin dans leur interprétation, il serait nécessaire de répéter ces essais sur un plus grand nombre de produits d'une part, et d'aller jusqu'à la perception du produit après cuisson d'autre part, pour valider que les qualités organoleptiques (notamment la normalité de la couleur) sont maintenues jusqu'à l'assiette du consommateur. Les observations scientifiques sur viandes de bœuf montrent une très bonne stabilité de la couleur rouge même après cuisson, ce qui pose

le problème de l'appréciation du degré de cuisson à l'œil par les consommateurs (Legrand et al, 2010). Cette persistance du rouge après cuisson pourrait s'avérer particulièrement problématique en viande de veau, du fait que l'aspect normal

d'une viande de veau cuite est plutôt brun/beige/rosé, et non pas rosé/rouge (couleur qui pourrait dérouter les consommateurs).

### **Références :**

Berdahl D. (2006). Citizen petition requesting FDA to enforce ban on carbon monoxide gas in case-ready fresh meat packaging. Docket n°2005P-0459, RC1, vol 2, comments, 11p, corr Sept 2006, <http://www.fda.gov/ohrms/DOCKETS/dockets/05p0459/05p-0459-rc00001-01-vol2.pdf>

Djenane D., Meddahi A., Roncalés P. (2006). Les systèmes antioxydants et antimicrobiens pour la conservation de la viande, *Sci. Aliments*, 26, 37-73

Legrand I. (1992). Conservation sous-vide ou sous-atmosphère de CO<sub>2</sub> pur de la viande fraîche d'agneau, *Viandes Prod. Carnés*, 13, 79-84

Legrand I., Recoules E. (2010). Emploi du monoxyde de carbone pour le conditionnement des viandes sous UVC, *Compte Rendu, Institut de l'Elevage – Interbev*

Luno M., Roncalés P., Djenane D., Beltran J. A. (2000). Beef shelf life in low O<sub>2</sub> and high O<sub>2</sub> atmospheres containing different low CO concentrations, *Meat Sci.*, 55, 413-419

Normand J. (2005). Couleur de la viande de veau et de gros bovins, Note de synthèse bibliographique, Institut de l'Elevage – Interbev – Ofival

Quilichini Y. (1990). Le sous-vide et le veau. 1. La conservation, *Viandes Prod. Carnés*, 11, 79-86

Quilichini Y., Sornay J. (1984). Conservation de la viande de veau sous-vide, *Viandes Prod. Carnés*, 5, 7-10

Sorheim O., Nissen H., Nesbakken T. (1999). The storage life of beef and pork packaged in an atmosphere with low carbon monoxide and high carbon dioxide, *Meat Sci.*, 52, 157-164