



Influence de la nébulisation sur la conservation de viande dans une vitrine réfrigérée

Véronique Osswald, Laurence Fournaison

► To cite this version:

Véronique Osswald, Laurence Fournaison. Influence de la nébulisation sur la conservation de viande dans une vitrine réfrigérée. *Revue Générale du Froid et du Conditionnement d’Air*, 2014, 1143, pp.39-45. hal-02600392

HAL Id: hal-02600392

<https://hal.inrae.fr/hal-02600392>

Submitted on 22 Sep 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Influence de la nébulisation sur la conservation de viande dans une vitrine réfrigérée

par V. Osswald* et L. Fournaison*

Chapô

L'utilisation de la « nébulisation » permet d'améliorer les conditions de séjour de la viande fraîche dans les meubles frigorifiques de vente.

Résumé

Lors du stockage dans le meuble frigorifique de vente, la viande non-emballée est exposée à la dessiccation. Le maintien de la température en deçà de la température réglementaire est parfois difficile dans les meubles de vente traditionnels. L'ajout de nébulisation (micro gouttelettes d'eau) dans un meuble frigorifique de vente permet d'intensifier l'échange de chaleur et de limiter la dessiccation de la viande. Les résultats de la nébulisation sur la dégradation de l'aspect de la viande et sur les pertes de masse des échantillons sont présentés dans cet article.

Abstract

During retail display unwrapped meat is particularly vulnerable to evaporative losses. The product storage temperature is time to time difficult to maintain below the prescribed value in this kind of cabinet. Adding water droplets in the air allows heat transfer intensification and reduces meat dehydration. Results about effects of humidification system on meat appearance and weight losses are assessed in this present article.

Mots-clés

Nébulisation – Viande – Meuble frigorifique de vente – Dessiccation – Aspect – Perte de masse

* Irstea - 92761 Antony Cedex
veronique.osswald@irstea.fr

Introduction et objectifs

Afin de garantir la qualité organoleptique et microbiologique des denrées alimentaires, un respect rigoureux de la chaîne du froid est impératif. Les produits carnés sont très sensibles à une faiblesse dans la chaîne du froid [1], et le maillon de la distribution est particulièrement crucial. En France, plus de 90 % de la viande vendue non transformée au consommateur final passe par un meuble réfrigéré. Cela représente en moyenne 78 kg de viande par an et par habitant. Il a été, à plusieurs reprises, constaté qu'en pratique, les meubles frigorifiques de vente utilisés pour les produits dont la température doit être maintenue en dessous de +4°C, ont des difficultés à assurer cette performance [6-7]. D'une manière générale, les commerces distributeurs de viande (boucheries traditionnelles, petits commerces d'alimentation générale ou grandes et moyennes surfaces) sont équipés de chambres froides (pour le stockage) et de meubles frigorifiques de vente (MFV) [2] accessibles aux consommateurs.

Ces MFV doivent assurer deux fonctions principales :

- présenter de manière attractive la viande au regard du consommateur,
- assurer le maintien en température réglementaire ($< +4^{\circ}\text{C}$), afin de conserver de manière optimale la qualité organoleptique et microbiologique de la viande.

On distingue deux familles de meubles frigorifiques de vente selon qu'il s'agisse de vente en libre-service (le client se sert lui-même de denrées préemballées) ou de vente dite « traditionnelle », réalisée par du personnel, de denrées principalement non emballées (vente au détail). Dans ce dernier cas, la circulation d'un rideau d'air « froid » maintient la température de conservation de la viande qui est exposée sans protection. En effet, lors de leur exposition en MFV, les produits sont soumis au rayonnement infrarouge ambiant (100 Wm^{-2}) [3] et l'apport de froid est incontournable pour garantir la température de conservation.

La circulation d'air froid relativement sec peut entraîner des pertes d'eau [4], et peut aussi modifier perceptiblement l'aspect des denrées [5]. Afin de pallier ces problèmes, le recours à la nébulisation peut être une piste intéressante. En effet, la nébulisation consiste à faire circuler autour des denrées un aérosol d'eau. Il s'agit d'un milieu diphasique, constitué d'air et de microgouttelettes d'eau dont la taille est inférieure à 100 microns. La nébulisation de la viande permet ainsi de limiter les pertes en eau de la viande et de contribuer au maintien de la température dans les meubles grâce au phénomène d'évaporation de l'aérosol. C'est une technologie déjà utilisée dans la conservation des fruits et légumes frais [8], ou bien encore lors de la réfrigération des carcasses de viande [9]. De premières études portant sur la nébulisation de la viande ont déjà été réalisées [10-11] sur des produits emballés ou non.

Récemment, une étude a été menée par l'Institut de l'Elevage, à la demande d'INTERBEV et d'INAPORC, sur l'aspect contamination microbiologique et les premiers résultats sont rassurants [13]. Irstea, en partenariat avec une société fabricant des systèmes de nébulisation, Areco, a réalisé une étude sur la nébulisation dans un meuble frigorifique de vente de boucherie de détail via la technologie Humiditrاد®. L'objectif de cette étude consiste à caractériser les performances de la nébulisation sur de la viande non-emballée, dans différentes conditions d'ambiances de magasins, par le suivi de l'aspect et de la perte de masse principalement, ainsi que la mesure des températures à cœur de la viande et des performances frigorifiques de la vitrine.

Matériels et méthodes

Caractéristiques de la vitrine et des conditions climatiques d'essai

La vitrine réfrigérée utilisée est de la marque Bonnet & Névé, modèle Maxima LP2, avec un groupe frigorifique intégré (R-404A) (Figure 1). Le MFV est conçu pour pouvoir fonctionner normalement dans les conditions d'ambiance III de la norme NF EN ISO 23953-2 « Meubles frigorifiques de vente - Partie 2 : classification, exigences et méthodes d'essai », qui correspondent à des conditions normales de fonctionnement pour une température ambiante de 25°C et une humidité relative ambiante de 60 % HR. Lors des essais, la consigne de température de soufflage d'air dans le meuble est fixée à -8°C afin de maintenir les produits à des températures inférieures à 4°C en toute position dans le meuble. Le régulateur (de type EKC101, Danfoss) permet de contrôler la température d'air au soufflage du meuble. Les essais ont été réalisés dans une cellule climatique régulée en température et humidité. Deux classes d'ambiances différentes ont été utilisées : C1 (30°C ; 55 % HR) et C2 (25°C ; 60 % HR), cette dernière correspond à la classe III de la norme NF EN ISO 23953-2.

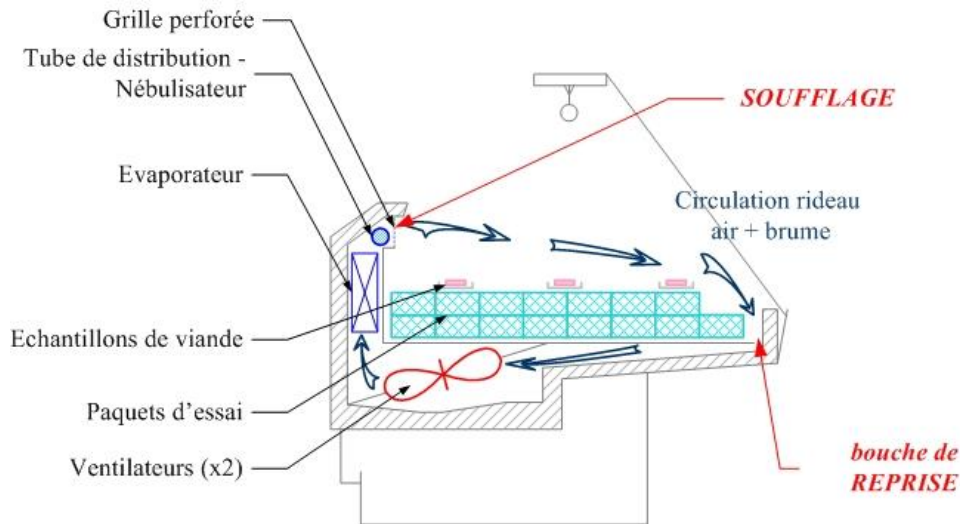


Figure 1. Schéma du meuble frigorifique de vente et du système de nébulisation

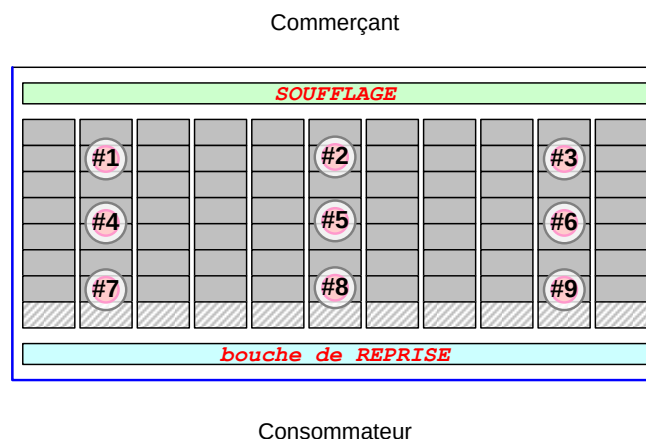
Caractéristiques du système de nébulisation

La réalisation de l'aérosol est assurée par un système Humiditrad[®] fourni par Areco, partenaire de l'étude. Ce système est constitué d'un système de purification d'eau, d'une chambre de nébulisation, où se trouvent un système de désinfection (Humidisafe[®]) et des céramiques piézoélectriques qui génèrent l'aérosol, et de deux tubes de distribution qui transportent l'aérosol en aval de l'évaporateur et en amont de la grille perforée. Ces tubes répartissent l'aérosol de part et d'autre du meuble au travers de huit orifices de 1 cm de diamètre équirépartis sur chaque tube. L'alimentation en aérosol sur la partie droite du meuble est indépendante de celle de gauche, chacune dépendant d'une céramique piézoélectrique, réglée à la même fréquence. La qualité du brouillard est un paramètre important de la nébulisation, il est possible de faire varier la densité du brouillard, la vitesse débitante du brouillard jusqu'aux tubes de distribution ou bien encore le cycle de fonctionnement de la nébulisation. Au cours des essais, seul le paramètre de la densité est modifié.

Caractéristiques du chargement du meuble

Afin de réaliser cette étude dans des conditions similaires à celle d'une vitrine de boucherie, la vitrine test est chargée de 165 paquets d'essai (représentatifs de l'aliment) de 1 kg, répartis sur deux couches. Ces paquets d'essai sont constitués principalement d'oxyéthylméthylcellulose et d'eau, et ils ont des caractéristiques thermiques proches de celles du bœuf maigre. Le chargement respecte la norme NF EN ISO 23953-2. Sur ces paquets ont été déposés neuf échantillons de viande désignés par #1 à #9 (ou 27 pour les essais multi viandes) détaillés en cylindres de 38 mm (+/-3 mm) de diamètre et de 10 mm (+/-3 mm) d'épaisseur et disposés

dans des boîtes de Pétri (Figure 2). Les essais sont réalisés avec trois viandes différentes sélectionnées selon leur sensibilité au dessèchement : dinde, bœuf et porc. Ainsi, nous avons retenu trois types de viande qui sont : le blanc de dinde, la côte de porc dans l'échine et la macreuse à bifteck (classés du plus au moins sensible au dessèchement).



Légende:

-  2 couches superposées de paquets d'oxyéthylméthylcellulose
-  1 seule couche de paquets d'oxyéthylméthylcellulose
-  échantillon de viande

Figure 2. Positions des échantillons de viande dans le MFV

Instrumentation

Pour mener à bien nos essais, nous avons instrumenté les morceaux de viande et le meuble frigorifique de vente.

Pour la viande, les paramètres mesurés sont :

- la masse des échantillons (pesées discontinues à l'aide d'une balance de précision (étendue: 0-424 g, incertitude de +/- 0.004 g),
- la température à cœur de chacun des échantillons de viande au moyen de thermocouples type T (étalonnés au préalable, incertitudes de +/- 0.2 °C),
- l'évolution de l'aspect de la viande à l'aide de photographies prises au cours du temps.

Pour le meuble frigorifique de vente les paramètres relevés sont :

- la puissance électrique consommée par le meuble,

- la quantité d'eau récupérée lors des dégivrages,
- le débit d'eau nébulisée (via la masse d'eau consommée dans le temps),
- l'humidité relative (HR) au sein de la vitrine (à l'aide d'hygromètres capacitifs),
- ainsi que des températures d'air (soufflage, reprise, etc.) toujours au moyen de thermocouples de type T (étalonnés au préalable, incertitudes de +/- 0.2 °C).

La température et l'humidité relative ambiante de la cellule d'essai ont aussi été mesurées au cours des expérimentations.

Conditions expérimentales testées

Deux débits de nébulisation/densité de brouillards ont été testés. L'un « moyen » (noté « débit nébulisation 1 », par la suite) correspondant à $\frac{1}{4}$ de la pleine échelle de densité et l'autre « fort » (noté « débit de nébulisation 2 ») correspondant à $\frac{1}{2}$ de la pleine échelle. Ce dernier est le débit limite au-delà duquel le brouillard formé ne laisse plus voir la viande.

Résultats et discussion

L'objectif de ces essais est d'étudier au cours du temps la dessiccation de la viande lors de sa présentation en meuble frigorifique de vente. Afin de suivre ce phénomène, la perte en masse de l'échantillon a été mesurée et le changement d'aspect de la surface a été qualifié.

Impact de la nébulisation : évolution de l'aspect visuel au cours du temps

Généralement, les études qui traitent de l'aspect de la viande s'appuient sur des critères subjectifs comme la couleur ou la texture par exemple. Dans cette étude, afin de qualifier l'aspect de la viande au cours du temps, une série de photos a été prise pour chacun des neuf morceaux de viande disposés dans le meuble frigorifique de vente. Les photos ont été réalisées au même moment que les pesées. Les Figure 3 et Figure 4 présentent l'effet de la nébulisation sur l'aspect de la viande dans le meuble de vente en fonction du temps. Ces figures mettent en évidence l'évolution de l'aspect et sa non-homogénéité spatiale. Les échantillons 2, 5 et 8 (Figure 4) sont plus particulièrement desséchés, et ce dès les premières heures d'exposition. Par ailleurs, l'aspect pendant les cinq premières heures sur la quasi-totalité du meuble de vente (Figure 3) évolue peu, excepté l'échantillon en position 5. Cette particularité des positions 2, 5 et 8, se retrouve sur la quasi-totalité des résultats, et peut s'expliquer par une zone visuellement moins nébulisée au centre de la vitrine au cours des essais. Afin de s'affranchir de l'hétérogénéité spatiale du traitement, nous avons comparé sur les Figure 5 et Figure 6 l'aspect des échantillons situés aux mêmes positions dans le meuble en

fonction du débit d'eau nébulisée. Les échantillons présentant des altérations importantes en termes d'aspect ont été choisis. Ainsi, il peut être constaté que la nébulisation réduit le dessèchement et que l'augmentation du débit d'eau nébulisée (débit maximum nébulisé : 530 g d'eau/h +/-20 g d'eau/h) favorise cet effet. A titre d'exemple, la viande de dinde non nébulisée change significativement d'aspect au bout de 2 h et évolue de manière irréversible, pour revêtir un aspect inacceptable après 24 h. Pour les positions les mieux exposées (Figure 5) et les débits les plus importants, il n'y a qu'un léger changement d'aspect au bout de 24 h, pour ne quasiment plus évoluer entre 24 h et 74 h d'exposition dans le meuble (temps d'exposition maximum).

Pour ce qui concerne les morceaux de porc ou de bœuf, l'effet sur l'aspect au bout de 24 h est beaucoup moins significatif comme le montre les Figure 7 et Figure 8.

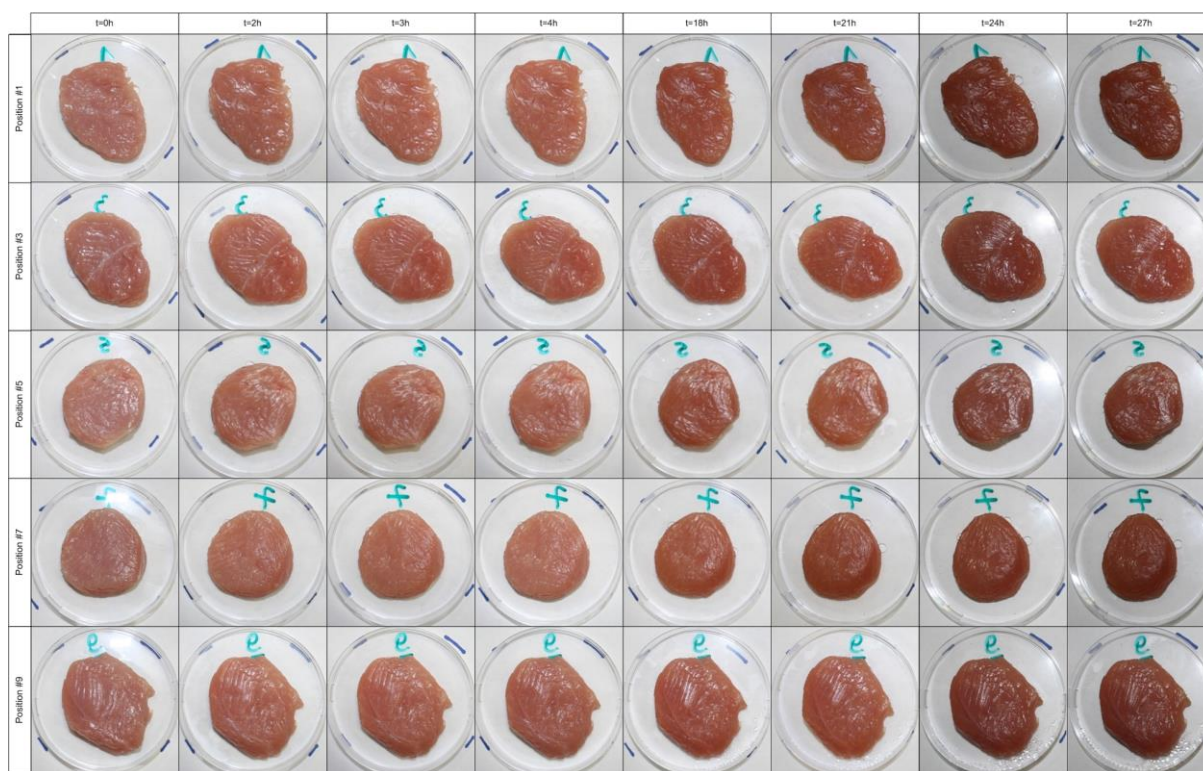


Figure 3. Aspect de la dinde en fonction du temps (sur les 27 premières heures) et de la position des échantillons dans le MFV (Débit nébulisation 1 – C1)

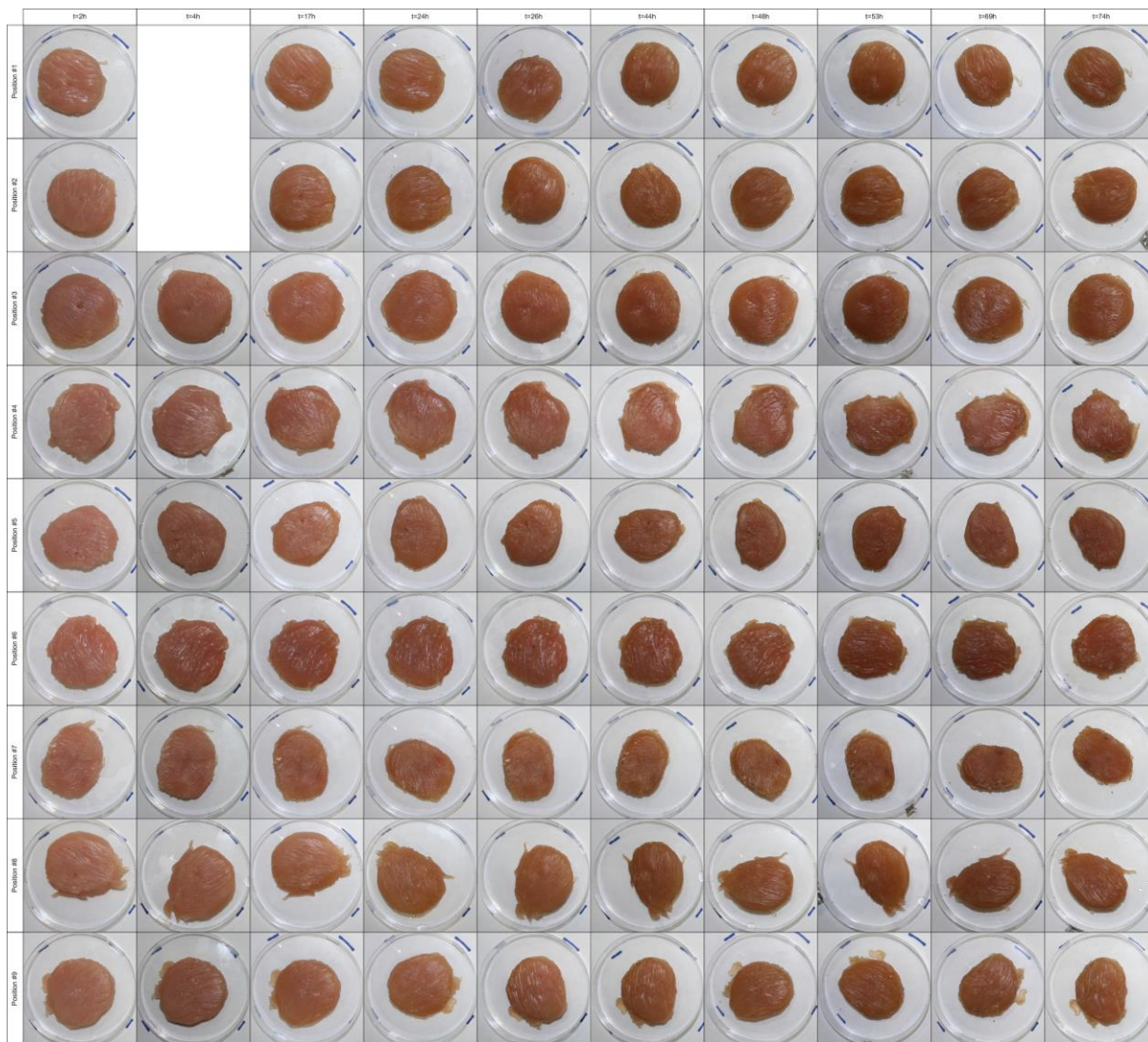


Figure 4. Aspect de la dinde en fonction du temps (sur 74 h) et de la position des échantillons dans le MFV (Débit nébulisation 1 – C2)

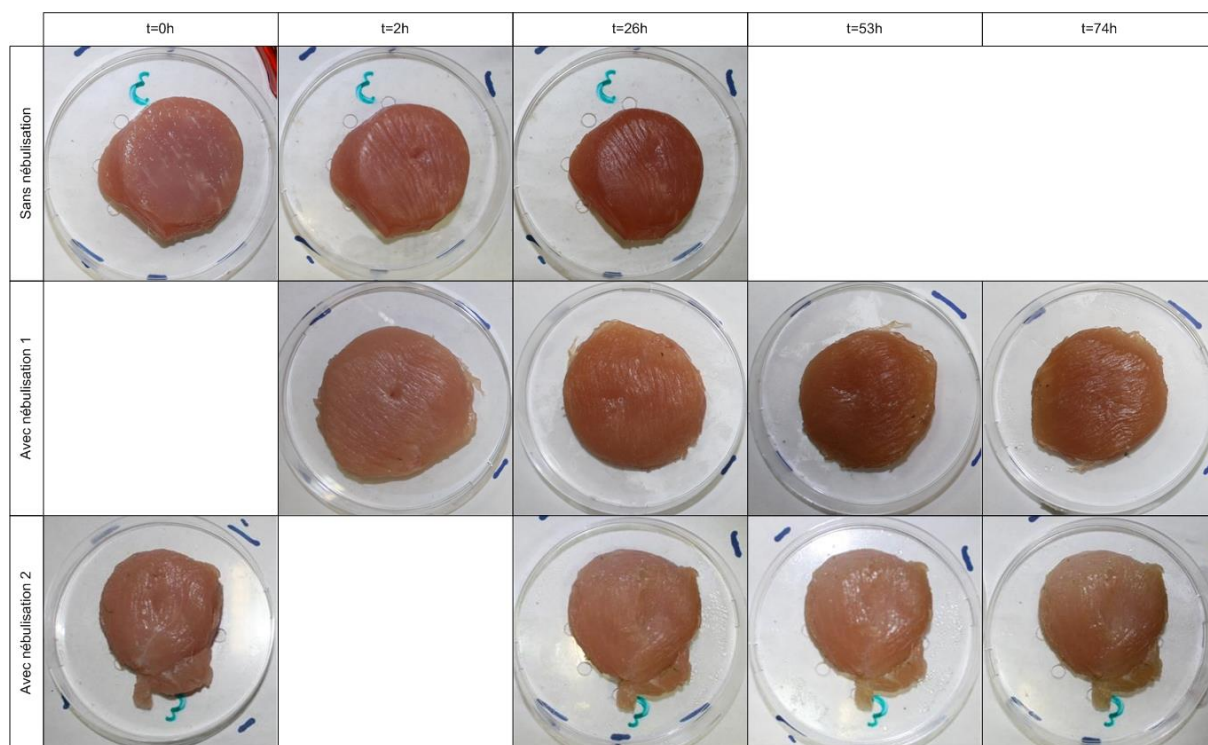


Figure 5. Aspect de l'échantillon de dinde #3 selon la quantité d'eau nébulisée et le temps
– C2

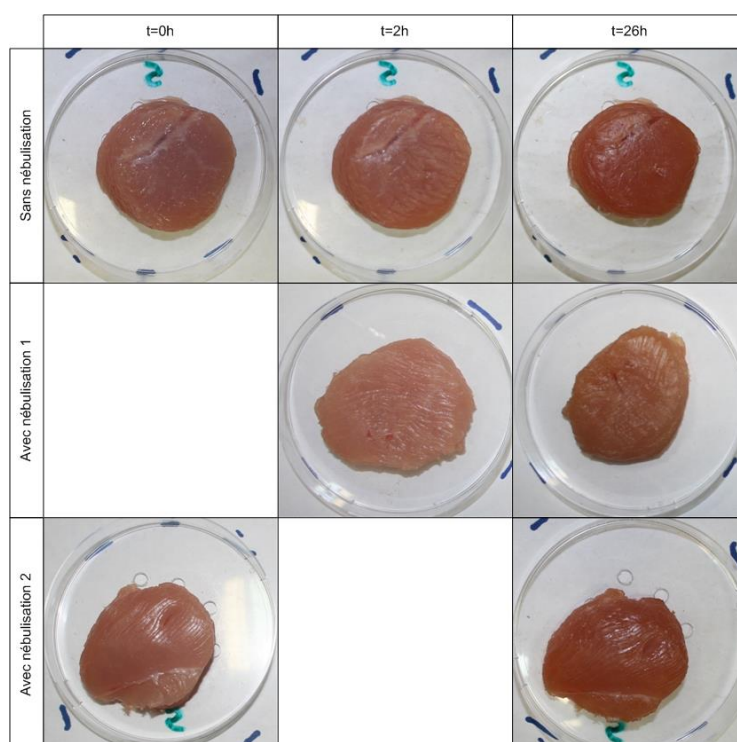


Figure 6. Aspect de l'échantillon de dinde #5 selon la quantité d'eau nébulisée et le temps
- C2

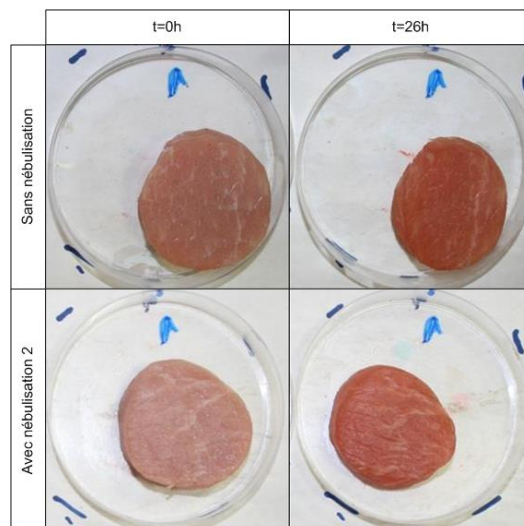


Figure 7. Aspect de l'échantillon de porc #1(le moins desséché) selon la quantité d'eau nébulisée et du temps – C2

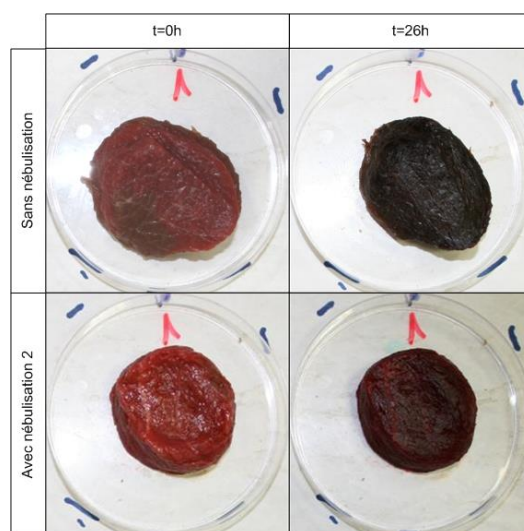


Figure 8. Aspect de l'échantillon de bœuf #1(le moins desséché) selon la quantité d'eau nébulisée et du temps – C2

Impact de la nébulisation : limitation de la perte de d'eau

Parallèlement au suivi d'aspect de la viande, l'évolution de la masse des échantillons a été étudiée. Ainsi, les pesées et les photographies sont réalisées au même moment. La Figure 9 représente la perte de masse au cours du temps selon l'emplacement des échantillons dans le meuble. De manière prévisible, la nébulisation limite la perte d'eau des échantillons. Cependant, la perte de masse est fortement liée à la position dans le meuble. Les emplacements les plus pénalisants sont ceux situés au centre du meuble (positions 2, 5 et 8) tel que cela a déjà été constaté concernant l'aspect sur les photographies. Ceci est lié à l'hétérogénéité de la distribution de la nébulisation du meuble. La variation de la masse est de

-2 % au bout de huit heures pour la position 1 contre -3,9 % pour la position 5 comme représenté sur le zoom « entre 0 et 8h » de la Figure 9. Sur la durée de l'essai (74 heures), on constate que l'échantillon 3 perd le moins d'eau : -18.1 %, alors que dans le même temps l'échantillon 5 perd -29.7 %. Par ailleurs, une légère dissymétrie gauche/droite dans le meuble de l'ordre de 2 à 3 % est constatée et la cinétique d'évaporation suit une tendance identique pour les échantillons placés d'un même côté du meuble

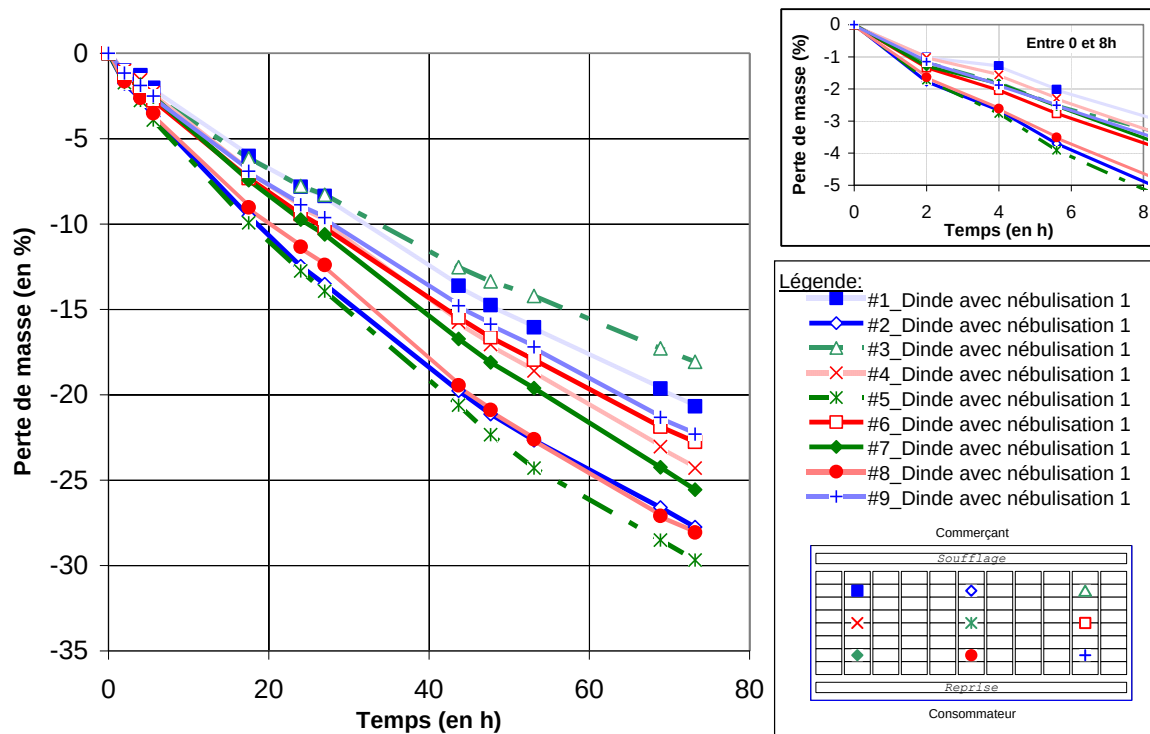


Figure 9. Effet de la position dans le MFV - Evolution de la perte de masse en fonction du temps et de la position de l'échantillon dans le MFV (Débit de nébulisation 1 – C2).

L'étude a aussi mis en évidence l'impact de la quantité d'eau nébulisée. L'évolution de la perte de masse des échantillons 3 et 5 (respectivement celui qui est moins sensible à la perte d'eau et celui qui est plus sensible) selon les débits d'eau nébulisés est présentée sur la Figure 10.

Le

reprend les valeurs de perte de masse.

Tableau I. Evolution en fonction du temps et selon le débit d'eau nébulisée des pertes de masse des échantillons 3 et 5.

	5,6 – 6 h		24 – 25 h		74 h	
	Ech. #3	Ech. #5	Ech. #3	Ech. #5	Ech. #3	Ech. #5
Sans nébulisation	-3,3 %	-3,9 %	-10,0 %	-13,0 %	--	--
Avec nébulisation débit 1	-2,5 %	-3,9 %	-7,8 %	-12,7 %	-18,1 %	-29,7 %
Avec nébulisation débit 2	-1,6 %	-3,0 %	-1,9 %	-7,8 %	-4,3 %	-21,9 %

On constate que, grâce à la nébulisation, la perte de masse liée à l'exposition de la viande dans le meuble peut-être réduite d'environ 6 % sur les 24 premières heures comme représenté sur la Figure 10. Ces résultats illustrent l'importance de la nébulisation sur la dessiccation. Toutefois, ces essais ont été réalisés sur des petits cylindres de viande et le rapport surface exposée/masse est très grand par rapport à des muscles entiers qui pourraient être présentés en vitrine réfrigérée. Ces résultats sont donc plus significatifs pour de la viande prétranchée et ainsi exposée. Contrairement aux résultats d'une étude préalablement réalisée [11], nous n'avons observé aucun gain de masse.

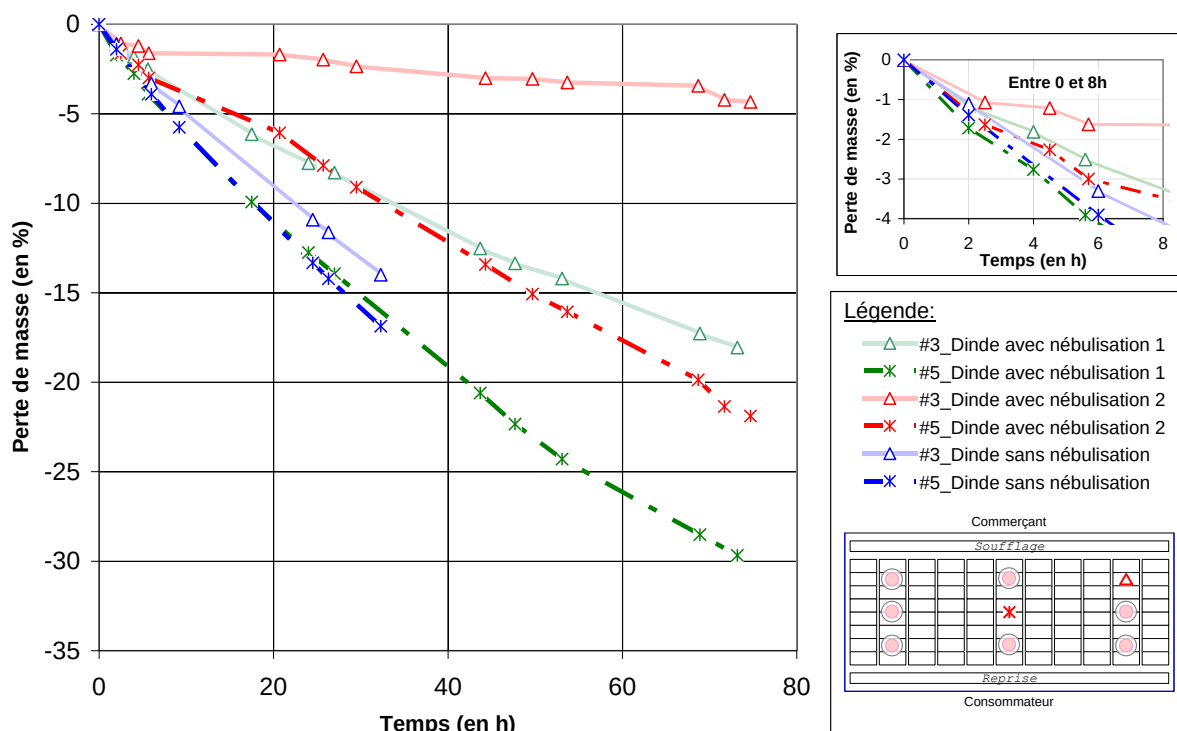


Figure 10. Effet du débit de nébulisation – Evolution de la perte de masse des échantillons en position 3 et 5 de dinde en fonction du débit de nébulisation et du temps (C2).

Impact de la nébulisation : sur le fonctionnement du MVF

Cette étude a porté principalement sur la viande (aspect, perte de masse), mais elle a aussi permis de qualifier le fonctionnement du meuble. En effet, l'introduction de la nébulisation dans la vitrine peut influencer les performances du meuble frigorifique, et notamment la formation de givre sur l'évaporateur. Les résultats ne montrent pas d'écart significatif sur la puissance consommée ou sur la régulation de la température de soufflage du meuble avec ou sans nébulisation.

La nébulisation rallonge la durée des dégivrages (une fois et demie plus longue) mais reste dans le délai maximum admis et imposé par le réglage usine au niveau du meuble. La quantité d'eau récupérée lors du dégivrage est plus importante en présence de nébulisation ; à titre d'exemple, dans le cas du débit de nébulisation 1 on récupère 1 680 g d'eau contre 1 280 g sans nébulisation. Dans ce cas l'eau récupérée lors du dégivrage correspond à $\frac{1}{4}$ du débit d'eau nébulisé (272 g d'eau nébulisée/h) sur la même période de fonctionnement.

Conclusion

Au cours de cette étude, nous avons pu observer que la nébulisation permettait à la fois de limiter l'aspect de dessèchement observé sur de la viande présentée dans les meubles frigorifiques de vente et de limiter la perte de masse de moitié au cours des six premières heures. L'aspect visuel étant le second critère de choix des clients pour une viande [12], ce procédé réunit le double avantage de satisfaire à la fois le client (qui achète une viande qui a un bel aspect) et le professionnel (moins de perte en masse, donc économie directe). Ces résultats sont très dépendants du système de nébulisation, du débit nébulisé choisi, mais aussi de la vitrine et de sa régulation. Cependant le système de nébulisation peut, grâce à la modification de paramètres tels que le débit d'eau nébulisée ou la vitesse d'air du ventilateur entraînant les gouttelettes, s'adapter à de nombreuses configurations de vitrines.

Si les résultats sont probants en termes d'aspect pour la dinde, ils le sont un peu moins pour le porc et le bœuf. Bien entendu, ces premiers résultats en termes d'aspect/perte de masse doivent être complétés par une étude microbiologique, car les risques de contamination pourraient être accrus par la présence de la nébulisation. Une étude réalisée sur deux vitrines en parallèle, l'une traditionnelle, l'autre équipée d'un système de nébulisation a été récemment menée par l'Institut de l'Elevage. Des analyses de la flore totale, des pseudomonas, des salmonelles, de *Listeria monocytogenes* et *Yersinia* (porc uniquement) ont été effectuées sur des morceaux de demi-gros et des tranches. Les résultats de cette étude permettront probablement de répondre à cette interrogation sur le risque éventuel de contamination.

Remerciements

Cette étude a été menée grâce la participation matérielle et technique d'Areco, société spécialisée en système de nébulisation Humiditrاد®.

Bibliographie

1. R. Rosset, *Conservation de la viande : recours impératif au froid*. Revue Générale du Froid : pp. 18-23. décembre 1995
2. G. Rigot, *BE 9780 - Meubles frigorifiques de vente*. Techniques de l'Ingénieur. 2002. pp. 1-14.
3. G. Létang et J.-P. Frencia, *La réfrigération de la viande*. Revue Générale du Froid et du conditionnement d'air : pp. 38-45. novembre 2008
4. G. Rigot, *Meubles et vitrines frigorifiques*. Froid Commercial. 1990: PYC Edition. 337 pages.
5. S.J. James et C. James, *Meat Refrigeration*. 2002: Woodhead Publishing Limited. 347 pages.

6. C. Muckensturm, *Plan annuel de surveillance au stade de la distribution en 2008 et 2009*. Revue Générale du Froid et du conditionnement d'air : pp. 42-45. février 2011
7. E. Morelli, V. Noel, P. Rosset et G. Poumeyrol, *Températures de conservation des denrées alimentaires dans les meubles frigorifiques de vente utilisés dans l'artisanat*. Revue Générale du Froid et du conditionnement d'air : pp. 54-61. octobre 2012
8. G. Létang, *Fiche MEMOFROID La brumisation*. Revue Générale du Froid et du conditionnement d'air. juin 2008
9. G. Létang, *Economie d'énergie en réfrigération des carcasses de gros animaux grâce à la brumisation*. Revue Générale du Froid: pp. 25-29. mai 1990
10. G. Létang et J. Moureh, *Application de la brumisation dans les meubles de vente pour les denrées alimentaires fraîches*. Revue Générale du Froid et du conditionnement d'air: pp. 51-66. octobre 2005
11. T. Brown, J.E.L. Corry et J.A. Evans, *Humidification of unwrapped chilled meat on retail display using an ultrasonic fogging system*. Meat Science. **77**(4): pp. 670-677.
12. G. Giraud et C. Amblard, *Viande bovine tracée et labellisée, quelle perception par le consommateur?* 2002, ENITA de Clermont-Ferrand, Unité de Recherche Typicité des Produits Alimentaires.
13. P. Tribot-Laspierre, *Le procédé de nébulisation HumidiTrad(R) pour les vitrines réfrigérées du rayon boucherie*. Bulletin Hebdomadaire d'Informations de la Fédération des Industriels et des Commerçants en Gros de la Viande (FNICGV). 2013. pp. 2.