



Le marinage est une technique qu'utilisaient nos ancêtres pour conserver les viandes et les aromatiser avec des effets secondaires sur la tendreté et le goût.

Les méthodes et les fonctions du marinage ont évolué et se sont adaptées aux produits. Avec la fabrication du jambon cuit, diverses technologies se sont développées mais sont restées très adaptées au jambon cuit et peu aux pièces marinées crues des viandes de porc, de bœuf et de volaille...

Le rôle et les propriétés de l'attendrissage, de l'injection et du malaxage, technologies couramment employées dans la fabrication de viandes marinées, sont rappelés au travers de cet article.

[1] Dans le cadre de l'UMT Génie Alimentaire Appliqué aux Produits Carnés, le contenu de cet article a fait l'objet d'une présentation au cours de la réunion-débat organisée par le Pôle de Compétitivité InnoViandes sur les procédés de marinage et de cuisson des viandes le 20 janvier 2009 à Clermont-Ferrand.

Les viandes marinées

Que savons-nous sur le marinage des viandes ? ⁽¹⁾

Le marinage est un terme global regroupant des technologies très variées. Dans l'industrie des viandes, le marinage est entendu comme l'ensemble des actions et procédés mis en œuvre pour produire une viande marinée ou saumurée. Il s'agit de l'attendrissage mécanique, de l'injection, du malaxage mais aussi de l'enrobage... Chacun de ces procédés est utilisé pour une ou des fonctions spécifiques.

PARAFITA E.

Adiv, 10 rue Jacqueline Auriol
ZAC du Parc Industriel des Gravanches
63039 CLERMONT-FERRAND CEDEX 2

Science et technique



LE RÔLE DES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS

L'attendrissage mécanique des viandes peut être pratiqué avant l'injection pour attendrir la viande et améliorer la pénétration de la saumure. Selon les travaux de Rosenfold et al. (2006), il permettrait de diminuer significativement la variabilité de tendreté et améliorerait l'acceptabilité des morceaux de viande considérés comme moins tendres. L'attendrissage est obtenu à l'aide d'un appareil composé de lames. En transperçant la viande, les lames coupent les fibres musculaires et le tissu conjonctif. Ce procédé peut également être pratiqué au moment de l'injection avec une injecteuse équipée de sabres. Les effets de l'attendrissage sur les rendements de cuisson sont relativement controversés. En effet, l'équipe de Hayward (1980) soutient que l'attendrissage mécanique favorise les pertes à la cuisson, d'autres auteurs comme Bowling et al. (1976), ou plus récemment Sebranek (2009), affirment qu'il augmente la rétention d'eau.

Selon Davis et al. (1975), les pertes observées à la cuisson seraient dues aux trous laissés par les lames de l'attendrisseur. Néanmoins, ses travaux en 1977 montrent que les différences de rendement de cuisson sont liées aux traitements des viandes.

En effet, les pertes auront lieu durant le stockage si la cuisson n'est pas réalisée de suite. Le calcul du rendement technologique apparaît donc plus pertinent que le calcul du rendement de cuisson.

L'injection, quant à elle, a pour rôle principal de forcer la pénétration de la saumure à cœur du produit et de réduire ainsi le temps nécessaire à l'homogénéisation. D'après certains auteurs, elle améliorerait la tendreté des viandes (Vote et al., 2000; McGee et al., 2003). L'injection est réalisée à l'aide d'une injecteuse dont le nombre et le type d'aiguilles (diamètre, nombre de trous) varient d'un modèle à un autre. La pression d'injection est réglable de même que la vitesse du tapis sur lequel sont positionnés les produits à injecter. Le taux d'injection peut donc être maîtrisé et constant en fonction des deux paramètres précédents. Des réglages sont toutefois nécessaires à chaque changement de produit. En effet, Boles et Shand (2001) ont montré que les muscles de bœuf réagissent différemment à l'injection de saumure par

rapport à des muscles de porc et de volailles. De plus, pour une parfaite maîtrise du procédé, les taux d'injection ne doivent pas dépasser certaines valeurs, de l'ordre de 10 à 15 % du poids du produit mis en œuvre. Enfin, selon Uttaro et Aalhus (2007), l'injection réalisée parallèlement aux fibres permettrait une meilleure diffusion du sel.

Le malaxage (autrefois appelé baratage) a plusieurs effets. Il permet, en absence d'injection, d'assurer la pénétration de la saumure dans le produit de manière homogène. Il permettrait également d'améliorer la tendreté et le pouvoir de rétention d'eau des viandes. Le malaxage est réalisé au moyen d'un malaxeur dont les dimensions et le type de pales (centrales hélicoïdales ou latérales) peuvent être adaptés. Le procédé peut être conduit de différentes façons : vitesse de rotation (fréquemment 6 à 10 RPM), durée du malaxage (de 1 h à 4 h en fonction des produits – hors jambons cuits – et des temps d'arrêt) mais aussi éventuellement alternance de cycles de phases de travail et de phases de repos ou bien encore la mise sous vide du malaxeur.

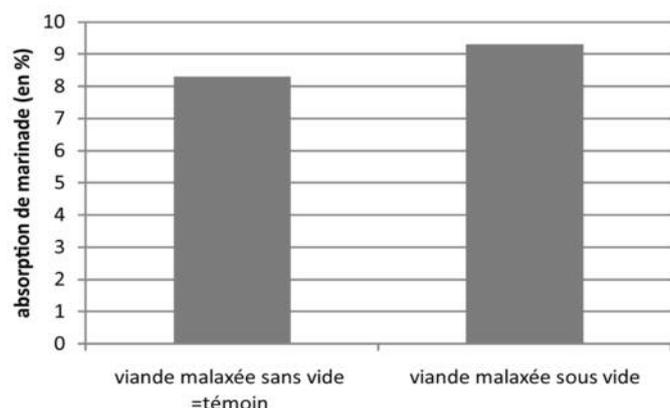
La définition des paramètres de malaxage est donc un exercice particulièrement complexe d'autant que les effets du malaxage indiqués dans la littérature diffèrent en fonction des auteurs. Ainsi, selon Ghavimi et al. (1987), la vitesse de malaxage n'a pas d'effet significatif sur le rendement de cuisson et la tendreté, alors que, selon Pietrasik et Shand (2004), les rôties de bœuf baratées durant une

longue période seraient plus tendres à condition qu'ils aient subi au préalable un attendrissage mécanique. Il est cependant admis que des durées de malaxage importantes permettent l'extraction de protéines salinosolubles, phénomène essentiel dans la fabrication du jambon cuit industriel. Concernant la mise sous vide du malaxeur, certains auteurs comme Deumier et al. (2003) affirment que la pratique du poumonage, c'est-à-dire la mise sous vide de façon discontinue améliorerait la prise de sel, diminuerait la perte en eau et améliorerait les rendements. Sans nécessairement pratiquer le poumonage, Young et Smith (2003) ont montré que l'application du vide lors d'un malaxage permettait une meilleure absorption de marinade (figure 1).

La littérature est donc très contradictoire concernant le temps et la vitesse à appliquer. Pour la fabrication de viande marinée de bœuf, elle ne permet en aucun cas de définir un barème optimal.

L'enrobage consiste à apporter une marinade dite sèche c'est-à-dire de surface à des pièces de viandes crues. Il permet d'améliorer les qualités organoleptiques du produit et notamment l'aspect (couleur et texture de surface...) et le goût. Dans l'enrobage, divers ingrédients et épices peuvent être ajoutés afin de « typer » le produit d'un point de vue gustatif et permettre une meilleure conservation. Cette étape est réalisée le plus souvent en malaxeur. La marinade d'enrobage se présente assez souvent sous forme liquide avec une base d'huile

Figure 1
EFFET DE L'APPLICATION DU VIDE (50 KPA) LORS DU MALAXAGE DE FILET DE POULET (MALAXAGE 30 MIN SOUS VIDE OU À PRESSION ATMOSPHÉRIQUE = TÉMOIN)



(d'après Young et Smith, 2004)



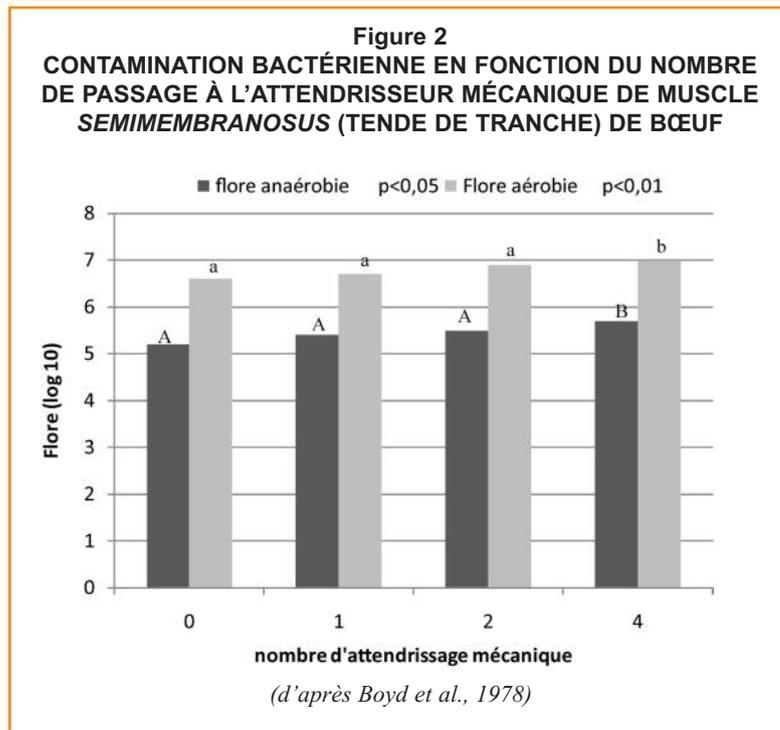
ou alors sous forme de poudre, et elle diffère de la saumure ou marinade dite liquide, par sa composition et sa localisation. En effet, la saumure pénètre à cœur du produit contrairement à la marinade d'enrobage qui reste essentiellement en surface. La saumure apporte de l'eau, du sel (qui permet le gonflement des myofibrilles et la solubilisation des protéines salinosolubles), du sucre (qui influe sur la couleur des salaisons) et divers additifs (conservateurs, antioxydants...). Ainsi la composition de l'enrobant et celle de la saumure sont souvent complémentaires et sont adaptées au produit et à la technologie mise en œuvre.

Le recours à ces différents procédés (attendrissage mécanique, injection, malaxage, enrobage) dépend des qualités de la matière première et des caractéristiques attendues du produit fini. Ainsi, pour les viandes et pièces crues, l'objectif du marinage sera d'apporter de la valeur ajoutée à des viandes de moins bonne valeur bouchère, notamment par l'attendrissage et l'aromatisation. En effet, l'apport de saumure à cœur du produit permettra de combler le déficit de jutosité lié à l'attendrissage et d'apporter des agents conservateurs permettant de stabiliser la contamination microbienne potentielle apportée par l'attendrissage (figure 2). Dans ce cas, le produit est réglementairement considéré comme une préparation de viande et non comme une viande fraîche. Certains additifs sont donc autorisés dans la formulation et notamment des conservateurs...

Pour les viandes et pièces cuites, le marinage permet d'améliorer les rendements de cuisson et l'assemblage des pièces à chaud par extraction des protéines salinosolubles.

LA MAÎTRISE DU MARINAGE OU L'ART DE SE POSER LES BONNES QUESTIONS...

La conduite du marinage implique de prendre en compte de nombreux paramètres liés à la matière première : la nature des produits finis (pièces crues entières, pièces cuites entières ou pièces assemblées cuites), l'espèce animale, le type de muscle et la taille des produits (muscles, rôtis ou cubes,...). Elle nécessite également de s'interroger sur les éléments suivants : quels équipements choisir ? Quels procédés employés (injection seule ou couplée au malaxage, avec



ou sans attendrissage) ? Quelle vitesse de rotations du malaxeur ? Combien de nombre de tours ? Quelle sera la durée des cycles de malaxage ? Une mise sous vide du malaxeur est-elle nécessaire ? Seule l'expérimentation peut permettre de répondre à ces questions. Les industriels sont donc généralement confrontés à la nécessité de réaliser un nombre d'essais conséquent avant toute fabrication et à chaque changement de paramètres (par exemple, lors d'un changement de malaxeur, d'un changement de muscle,...).

En effet, si la littérature et l'expérience des équipementiers sont relativement fournies concernant la fabrication du jambon cuit, ce n'est pas encore le cas pour la fabrication de viande marinée crue ou cuite entière. Les technologies utilisées pour la fabrication de ces produits sont souvent empruntées à la fabrication du jambon cuit et ne se révèlent pas forcément adaptées. Pietrasik et Shand (2004) se sont intéressés aux effets de la durée de malaxage sur des rôtis attendris ou non. Ils montrent que la durée améliore la tendreté des rôtis, qu'ils soient injectés à 20 ou 40 % (figures 3 et 4). Certains auteurs se sont aussi intéressés à d'autres technologies comme les ultra-sons (0,1 – 300 MPa) qui amélioreraient la diffusion du sel et la structure de la viande comparativement à l'immersion et au barattage sous vide (Carcel et al., 2007 ; Siro et al., 2009). Les

hautes pressions (150 Mpa) permettraient également d'améliorer la diffusion du sel (Villacis et al., 2008).

Dans le cadre du programme européen ProSafeBeef, l'Adiv conduit des travaux, en collaboration avec l'Inra de Theix, le centre NOFI-MA (Norvège) et le centre de recherche AUP (Pologne) afin d'optimiser les procédés de marinage pour la viande de bœuf. Les premiers essais réalisés sur trois muscles différents et sur deux tailles de produits (muscle entier ou rôti) ont montré que le transfert des résultats scientifiques est difficile en raison de l'utilisation d'équipements et de muscles différents. Les travaux engagés par l'Adiv et l'Inra de Theix se poursuivent pour mieux comprendre les effets des différents procédés de marinage et identifier comment faciliter le transfert des connaissances et du savoir-faire, les changements d'équipements, et améliorer la standardisation des produits.

Néanmoins, les derniers travaux menés par l'Adiv (Lapendrie et Parafita, 2009) sur le rond de gîte ont permis de comparer différents procédés et d'établir pour chacun, le gain de tendreté obtenu par rapport au témoin ainsi que les rendements de cuisson et les rendements technologiques. Ces travaux feront l'objet d'articles en français dans le hors-série VPC consacré aux 13^è JSMTV.

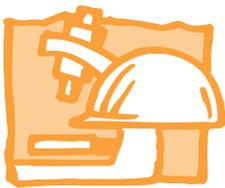
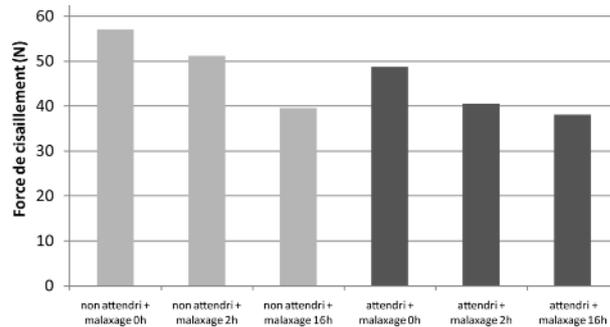
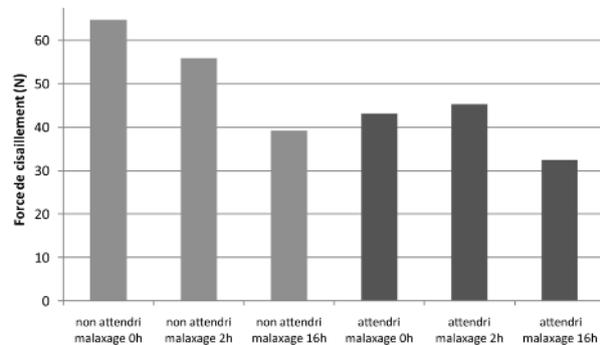


Figure 3
EFFET DE L'ATTENDRISSAGE ET DU TEMPS DE MALAXAGE
SUR LES CARACTÉRISTIQUES DE TEXTURE DU RÔTI DE
BŒUF CUIT INJECTÉ À 20 %



(d'après Pietrasik et Shand, 2004)

Figure 4
EFFET DE L'ATTENDRISSAGE ET DU TEMPS DE MALAXAGE
SUR LES CARACTÉRISTIQUES DE TEXTURE DU RÔTI DE
BŒUF CUIT INJECTÉ À 40 %



(d'après Pietrasik et Shand, 2004)

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

BOLES J.A., SHAND P.J., 2001. Meat cut injection level affects the tenderness and cook yield of processed roast beef. *Meat Sci.*, 59 : 259-265.

BOYD K.J., OCKERMAN H.W., PLIMPTON R.F., 1978. Sensory characteristics and microbiological evaluation of stored mechanically tenderized beef semimembranosus muscle. *J. Food Sci.*, 43 : 670-672.

BOWLING R.A., SMITH G.C., CARPENTER Z.L., MARSHALL W.H., SHELTON M., 1976. Blade tenderization of wholesale cuts from ram lambs and kids goats. *J. Anim. Sci.*, 43 : 122-130.

CARCEL J.A., BENEDITO J., BON J., MULET A., 2007. High intensity ultrasound effects on meat brining. *Meat Sci.*, 76 : 611-619.

DAVIS G.W., HUFFMAN D.L., CORDRAY J.C., 1975. Effect of mechanical tenderization, aging and pressing on beef quality. *J. Food Sci.*, 40 : 1622-1624.

DAVIS G.W., SMITH G.C., CARPENTER Z.L., 1977. Effect of blade tenderization on storage life retail caselife and palatability of beef. *J. Food Sci.*, 42 : 330-337.

DEUMIER F., BOHUON P., TRYSTRAM G., SABER N., COLLIGNAN A., 2003. Pulsed vacuum brining of poultry meat : experimental study on the impact of vacuum cycles on mass transfer. *J. Food Eng.*, 58 : 75-83.

GHAVIMI B., ALTHEN T.G., ROGERS R.W., 1987. Effects of tumbling at various speed on some characteristics of restructured cured beef. *J. Food Sci.*, 52 : 543-544.

HAYWARD L.H., HUNT M.C., KASTNER C.L., KROPF D.H., 1980. Blade tenderization effects on beef longissimus sensory and Instron textural measurements. *J. Food Sci.*, 45, 925-935.

LAPENDRIE A., PARAFITA E., 2009. Blade tenderization and injection effects on beef Semitendinosus muscle tenderness and technological yield. 55th ICOMST (International Congress of Meat Science and Technology) – Copenhagen (Denmark). August 16-21, 2009 (poster).

MCGEE M.R., HENRY K.L., BROOKS J.C., RAY F.K., MORGAN J.B., 2003. Injection of sodium chloride, sodium triphosphate and sodium lactate improves Warner-Bratzler shear and sensory characteristics of pre-cooked inside round roasts. *Meat Sci.*, 64 : 273-277.

PIETRASIK Z., SHAND P.J., 2004. Effects of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Sci.*, 66 : 871-879.

ROSENVOLD K., CLAUSEN I., MADSEN N.T., 2006. Mechanical tenderization and enhancement improve eating quality of beef from dairy cows, 52nd International Congress of Meat Science and Technology.

SEBRANEK J.P.H. D., 2009. Three factors to increase marinade retention, <http://www.meatingplace.com>

SIRO I., VEN C.S., BALLA C.S., 2009. Application of an ultrasonic assisted curing technique for improving the diffusion of sodium chloride in porcine meat. *J. Food Eng.*, 91, 353-362.

UTTARO B., AALHUS J.L., 2007. Effect of thawing on distribution of an injected salt and phosphate brine in beef. *Meat Sci.*, 75 : 480-486.

VILLACIS M.F., RASTOGI N.K., BALASUBRAMANIAM V.M., 2008. Effect of high pressure on moisture and NaCl diffusion into turkey breast, *LWT. Food Sci. Technol.*, 41 : 836-844.

VOTE D.J., PLATTER W.J., TATUM J.D., SCHMIDT G.R., BELK K.E., SMITH G.C., SPEER N.C., 2000. Injection of beef strip loins with solutions containing sodium triphosphate, sodium lactate and sodium chloride to enhance palatability. *J. Anim. Sci.*, 78 : 952-957.

YOUNG L.L., SMITH D.P., 2004. Effect of vacuum on moisture absorption and retention by marinated broiler fillets. *Poult. Sci.*, 83 : 129-131.