



UNE SÉLECTION PRÉCOCE DES MATIÈRES PREMIÈRES

Le système de déchargement des jambons entiers depuis le camion de livraison doit permettre la mise en œuvre de procédures de tri et la vérification du respect du cahier des charges défini avec les fournisseurs. Dans ce sens, le convoyage sur tapis et balancelles est particulièrement recommandé.

La fabrication de jambons supérieurs impose une sélection précoce des matières premières. Pour les jambons prétranchés, cette obligation est particulièrement exacerbée. Elle peut même se poursuivre jusqu'au parage, par le déclassement de certains muscles.

Une première approche est obtenue par l'appréciation de la couleur à l'aide d'étalons colorés. L'échelle japonaise est recommandée pour cette opération. Elle permet notamment d'éliminer les pièces de faibles qualités technologiques (viandes exsudatives).

Cette appréciation, moyennement bien corrélée avec la qualité technologique, peut être suffisante. La mesure du pH améliore la validité du tri, mais elle n'est guère compatible avec la vitesse de déchargement des jambons. Pour les jambons destinés au prétranchage, cette mesure est obligatoire. Pour simplifier la procédure, elle peut donc n'être appliquée qu'aux seuls jambons déjà sélectionnés par la couleur.

Une chaîne de tri mécanisée permet d'augmenter la productivité de l'opération et de traiter chaque jambon individuellement. Elle comporte un poste de pesées (automatiques) et de mesures de pH (effectuées par un opérateur). Les résultats des mesures sont automatiquement enregistrés sur un ordinateur, qui gère la répartition des jambons en classes de poids et de pH : les jambons sont poussés automatiquement dans des cages de stockage par des pales perpendiculaires au tapis de convoyage.

Lors des Journées de la Recherche Porcine en 1999, le Cemagref de Rennes a présenté un système de vision numérique en temps réel permettant une évaluation rapide de la qualité des jambons frais. Le dispositif comprend un système d'acquisition d'images (dont une caméra numérique) couplé à un sous-système de traitement des images. Les mesures automatiques sont bien corrélées aux mesures manuelles (épaisseur de gras sous la couenne) et à l'appréciation de plusieurs opérateurs (couleur des muscles).

Cuisson sous vide et prétranchage du jambon cuit

Deux moteurs de l'évolution technique

Pour le jambon cuit, le développement de la cuisson sous vide et celui des jambons prétranchés exigent une maîtrise importante des procédés. Les opérations unitaires classiques (salage, malaxage, moulage, traitement thermique, démoulage) ont également connu des améliorations.

J.L. MARTIN

CTSCCV
Service Technologie
7 avenue du Général de Gaulle
94700 MAISONS ALFORT



MEILLEURE ERGONOMIE DES POSTES DE TRAVAIL À LA PRÉPARATION

Les opérations de désossage, dégraissage, dépièçage et parage sont réalisées manuellement : seul le découennage est mécanisé (découenneuse).

Les améliorations importantes vont vers une meilleure ergonomie du poste et de la chaîne de travail. Elles dépendent principalement de choix en terme d'organisation de la succession des tâches à effectuer :

- soit un opérateur effectue la totalité des opérations sur un même jambon,
- soit la séparation des tâches est préférée, le jambon devant alors circuler facilement d'un opérateur à l'autre.

La récupération des déchets (os, gras de parage interne...) et des sous-produits (parures de gras, couenne, muscles déclassés...) doit également être optimisée.

On peut ainsi envisager une chaîne comportant plusieurs circuits :

- un pour les jambons en cours de traitement, circulant entre les opérateurs, d'un bout à l'autre de la chaîne,
- un pour les déchets, emportés vers des bennes de récupération,
- un pour les cagettes de sous-produits devant être réutilisés dans d'autres fabrications.

SAUMURES : L'INFORMATIQUE AIDE L'HOMME

Quatre opérations successives sont réalisées :

- préparation des composants secs,
- mélange des composants dans l'eau,
- stockage de la saumure,
- transfert de la saumure vers le poste de salage.

L'opération de préparation des composants reste simple : pesées successives, suivant une recette établie en fonction du type de produit.

Elle est de mieux en mieux maîtrisée, afin de limiter les risques d'erreurs quantitatives (pesées erronées) et qualitatives (composants non prévus).

Si la réalisation manuelle des pesées est encore pratiquée, elle est de plus en plus souvent asservie à des systèmes informatiques assurant plusieurs fonctions :

- affichage de la recette pour l'opérateur,
- ordonnancement des pesées, composant par composant,
- détermination de limites d'acceptabilité en dehors desquelles le système empêche la pesée suivante.

Le transfert des composés est effectué en sacs, bacs ou chariots roulants identifiés. Le mélange final avec l'eau peut alors être réalisé :

- en bacs : l'opérateur effectue l'agitation à l'aide d'un mixeur,
- dans un mélangeur à hélice (l'ajout des composés et de l'eau reste manuel),
- à l'aide d'un système en ligne : une centrale de préparation est connectée à un circuit d'eau fermé, qui assure l'homogénéisation de la saumure. Les composants sont ajoutés directement dans ce circuit, par une trémie.

Les différentes saumures préparées sont distribuées par un réseau de conduites, vers des cuves tampons. L'homogénéité est assurée par une circulation continue en boucle.

Le refroidissement puis le stockage au froid de la saumure sont obligatoires et réalisés par une des techniques suivantes :

- conservation des bacs en chambre froide,
- ou régulation à l'aide d'un serpentín plongeur dans les mélangeurs à hélice,
- ou régulation par passage sur un échangeur au niveau de la cuve de mélange-stockage.

Dans les systèmes de préparation et de stockage intégrés, le transfert en

bacs est remplacé par une circulation automatique dans des canalisations. Une bonne gestion informatisée limite les risques d'utilisation d'une saumure dans un produit auquel elle n'est pas destinée.

SALAGE : MAÎTRISER L'EAU AJOUTÉE

Pour le salage par injection, deux grandes familles d'injecteurs (multi-aiguilles) existent pour :

- des taux d'injection faibles (de l'ordre de 5 à 20 % environ),
- ou des taux très élevés (jusqu'à 60 à 70 %).

Les principaux paramètres de maîtrise du procédé sont les suivants :

- nombre élevé d'aiguilles pour réduire l'espacement entre les points d'injection (important pour les taux d'injection réduits) ou assurer des taux d'injection élevés en un nombre limité de passage,
- pression au niveau des aiguilles : élevée pour assurer un taux d'injection important, basse pour les produits à faible taux d'injection.

Pour le salage à sec : les composants de la saumure sont ajoutés avec une très faible quantité d'eau, directement dans le malaxeur. Cette méthode favorise donc l'objectif de cuisson sous vide, dans l'emballage définitif, des jambons commercialisés à la coupe.

Une bonne pénétration de la saumure exige un traitement mécanique préalable des muscles à l'aide d'appareils spécifiques :

- un sabreur a la même configuration qu'un injecteur : les aiguilles d'injection sont remplacées par des lames, qui assurent la perforation des masses musculaires,
- un steaker comporte un ou plusieurs rouleaux qui appliquent aux jambons une pression importante. Ce traitement peut être augmenté lorsque ces rouleaux sont munis de lames coupantes.

Les incisions réalisées correspondent à une augmentation de la surface d'échange, qui facilite la pénétration des composants de la saumure très concentrée, ajoutée dans le malaxeur.

Afin de permettre la pénétration totale et la répartition homogène de la saumure dans les muscles, le procédé de fabrication doit être adapté : le temps de traitement est augmenté, par une phase de "maturation", intégrée au malaxage, ou intercalée entre le moulage sous vide et le traitement thermique.

Cette technologie pose un certain nombre de problèmes d'ordre technologique (texture relativement sèche et caoutchouteuse). C'est pourquoi le salage mixte, qui combine l'injection et le sabrage, représente le meilleur compromis.

LE SALAGE MIXTE : LE MEILLEUR COMPROMIS

La technologie de salage mixte présente un certain nombre d'avantages : meilleure maîtrise du processus et des résultats (notamment analytiques), limitation des jus de cuisson, réduction des coûts d'emballage du jambon coupe.

Elle est généralement mise en œuvre à l'aide d'injecteurs-sabreurs, qui comportent :

- des aiguilles qui permettent une injection de saumure à taux réduit (5 à 7 % par exemple),
- des lames qui augmentent la surface d'échange, et facilitent donc la pénétration d'un mélange salant sec, ajouté dans le malaxeur.

Aiguilles et lames peuvent être positionnées soit sur deux têtes distinctes, soit sur une même tête (alternativement ou imbriquées).

Le procédé de réincorporation de parures de jambon lors de l'injection permet l'utilisation des viandes issues du parage poussé des jambons. Elle comporte les opérations suivantes :

- déchetage de parures fraîches ou congelées en "chips" de viande,
- mélange des "chips" à la saumure,
- affinage du mélange,
- injection à la multi-aiguilles.

La température est constamment maîtrisée, à des valeurs négatives

(-18 °C après congélation; -1 °C maximum lors de l'injection).

Cette technologie, particulièrement intéressante pour la fabrication de jambons prétranchés, apporte une amélioration notable de la tenue de tranche et de l'homogénéité de la couleur.

PILOTAGE INFORMATISÉ POUR LE MALAXAGE

Deux types principaux de malaxeurs existent, qui produisent des effets mécaniques assez différents par leur intensité.

Les malaxeurs à cuve fixe sont mis en œuvre pour les produits à fort rendement (taux d'injection élevés). L'effet mécanique, assuré par des pales tournant en continu sur un axe vertical, est important. Il permet la pénétration de la totalité des composants de la saumure (phosphates, gélifiants, protéines...).

Les malaxeurs à cuve mobile sont utilisés essentiellement pour les produits faiblement injectés (jambons supérieurs...) ou fragiles (poisson, filets de volaille...).

L'effet mécanique modéré est obtenu à chaque impact, c'est-à-dire à chaque rotation de la cuve (selon un axe horizontal). Il est déterminé par la régulation d'un certain nombre de paramètres :

- vitesse et nombre total de rotations,
- répartition des rotations dans le temps (barèmes comportant des phases de travail et des phases de repos).

Le malaxage des produits fortement injectés peut être également mené à l'aide de tels appareils (travail continu, sans phase de repos).

Le pilotage informatique constitue l'évolution technique la plus notable de cette opération : les malaxeurs d'un même parc sont reliés à un ordinateur central pour le pilotage et la surveillance du processus, l'acquisition et la visualisation des informations, l'édition de rapports d'opérations.

La maîtrise des conditions de température peut être assurée, non seulement par la régulation de la température de la salle de travail, mais

aussi directement par celle de la cuve (refroidissement par injection de gaz).

VERS LA DISPARITION DU RECONDITIONNEMENT

Le développement de la cuisson sous vide a sensiblement modifié la technologie du moulage. Différentes possibilités existent en fonction de la technologie mise en œuvre (jambon supérieur ou non) et du type de produit fini envisagé (entier ou prétranché).

La cuisson de jambons entiers dans leur emballage définitif est difficile pour le jambon supérieur (absence de composant permettant de réduire à zéro les pertes de cuisson). Le déballage obligatoire après cuisson pour reconditionnement impose de choisir un matériau qui adhère peu au produit, pour éviter les décollements, par exemple, de la couenne. L'emballage final doit pouvoir subir la pasteurisation obligatoire pour réduire les recontaminations inévitables au cours du déballage et du reconditionnement.

L'évolution vers des technologies nouvelles (comme la réincorporation de viandes de parage de jambon lors de l'injection) devrait faire disparaître la phase de reconditionnement. Pour aller dans le même sens, l'emballage devra présenter un niveau d'adhésion à la viande suffisamment élevé pour permettre une cuisson sans exsudat.

La technologie des produits de catégories choix et standard pose beaucoup moins de problème vis-à-vis de la cuisson dans l'emballage final (les composants autorisés assurent une rétention d'eau élevée).

Les caractéristiques du produit (texture souple en sortie de malaxage, pas d'exigence particulière pour la disposition des masses musculaires, absence de couenne...) permettent une mise sous vide en "tubes" (*casing*). L'opération peut être réalisée à l'aide de poussoirs ou de pompes sous vide, munies de sorties (cornets) de diamètre important (200 mm, par exemple). Différentes formes sont disponibles : parallélépipédiques, oblongues ou cylindriques.

Le choix du procédé est essentiellement lié à un problème de cadence. Si les jambons entiers peuvent être



conditionnés en sacs, le moulage en alvéoles thermoformées tend à se généraliser, quel que soit le type de produit.

Les alvéoles peuvent être préformées et achetées en l'état. Le moulage est alors réalisé à l'aide d'une operculeuse, à simple cloche (1 jambon traité à la fois) ou double cloche (remplissage de l'alvéole pendant la mise sous vide de la deuxième). La fermeture de l'alvéole (operculage) est assurée par un film supérieur soudable. L'inconvénient principal de cette méthode est la difficile conservation des alvéoles, leurs caractéristiques évoluant au cours du temps, même au froid.

Le thermoformage sur ligne beaucoup plus courant est préférable. La thermoformeuse intègre plusieurs éléments :

- station de thermoformage (plaque chauffante pressant le film inférieur formable selon une forme pré définie),
- aire de chargement des alvéoles (moulage proprement dit),
- station de mise sous vide et d'operculage,
- station de séparation des alvéoles.

Le moulage de jambons en barres de 12 à 24 kg pour la commercialisation en jambons prétranchés en libre service doit être particulièrement maîtrisé. L'utilisation d'un système de chargement vertical dans des sacs rétractables, positionnés dans le moule, favorise le respect de cette exigence.

La différenciation commerciale passe, entre autre, par la présentation (dimensions des tranches, présence de couenne...). Si elle est fortement soutenue par le conditionnement final, elle est prise en compte dès le moulage et la mise en forme avant cuisson.

DÉVELOPPEMENT DES SYSTÈMES MULTIMOULES

La conséquence la plus notable du développement de la cuisson sous vide a été la disparition des moules individuels. Ceux-ci ont été remplacés par des systèmes multimoules, plaques en inox utilisables pour des jambons entiers ou en barres à tran-

cher. Un certain nombre d'emplacements assurent le maintien des produits au cours de la cuisson (par exemple, 4 pour des barres de jambons à trancher ou 12 pour des jambons entiers).

Les multimoules sont disposés en piles, le fond de l'un servant de couvercle à celui situé au-dessous. Le même système (mécanisé ou automatisé) est utilisé pour l'empilage avant cuisson (constitution d'unités de cuisson) et leur dépilage après refroidissement.

Dans le cas d'une simple mécanisation, ces opérations sont effectuées à l'aide d'un système de préhension (ventouses dirigées par boîtier manuel électrique).

Les lignes entièrement automatisées vont du poste de moulage (présentation des barres aux mouleurs) jusqu'au démoulage (dépilage avec récupération des jambons unitaires ou des barres), en passant par les cellules de cuisson (contenant plusieurs piles) et les salles de refroidissement. Le convoyage est assuré par un système de rails au sol (piles de multimoules) ou de balancelles (jambons démoulés).

La maîtrise de l'ensemble du traitement thermique est devenue particulièrement importante dans le cadre de la mise en place de la méthode HACCP.

BONNE MAÎTRISE DU TRAITEMENT THERMIQUE

Les dimensions des jambons cuits imposent un chauffage lent, le plus homogène possible entre la surface et le cœur. C'est pourquoi l'utilisation de la vapeur ou de l'eau n'a, jusqu'à présent, jamais été remise en cause.

Selon le débit de fabrication, la cuisson à la vapeur est réalisée :

- en cellule, armoire permettant le traitement d'un ou plusieurs charriots, placés deux par deux, l'un derrière l'autre. Les portes (une par couple de charriots) sont placées en façade de l'appareil.

ou

- en tunnels, comportant une entrée et une sortie.

L'évolution de la technologie permet :

- la maîtrise et le contrôle des conditions de chauffage (régulation

homogène de la température, de l'humidité relative et de la ventilation dans l'enceinte; enregistrement de ces mêmes caractéristiques),

- Le suivi des barèmes : le calcul de la valeur pasteurisatrice à partir de l'évolution de la température à cœur s'est largement développé.

Les systèmes de régulation et de contrôle peuvent être directement intégrés à chaque appareil de cuisson. Des systèmes informatiques centralisés assurent l'ensemble de ces opérations pour un parc d'appareils.

Les appareils de suivi indépendants comportant des sondes de température à câbles sont de plus en plus supplantés par les systèmes embarqués permettant un enregistrement facile, du début de la cuisson à la fin du refroidissement. Le traitement des données est effectué a posteriori, par ordinateur.

L'eau peut également être utilisée comme vecteur de chaleur, notamment dans les deux systèmes suivants.

Le procédé Thermix assure le traitement complet des jambons en multimoules, disposés dans des cuves. Selon l'étape, de l'eau chaude (cuisson), froide (pré-refroidissement) ou glacée (refroidissement) circule continuellement dans les cuves. Les conditions de traitement sont maîtrisées à l'aide d'un système informatique.

Dans le procédé Polycent, la double enveloppe des multimoules d'une même pile est branchée sur celle des multimoules positionnés respectivement au-dessus et au-dessous. L'eau, provenant de cuves chaude ou froide (selon la phase du traitement), circule à l'intérieur de ce circuit fermé, permettant a priori une bonne homogénéité de cuisson à l'intérieur d'une même pile.

Deux phases de refroidissement sont généralement pratiquées, dans des chambres froides spécifiques :

- un refroidissement rapide dans la première, à basse température (0 °C ou légèrement inférieure), et fortement ventilée,
- un stockage avant démoulage, dans la deuxième, à une température comprise entre 0 et 3 °C.



QUALITÉ HYGIÉNIQUE DU DÉMOULAGE

L'ouverture des sacs ou des alvéoles nécessite certaines précautions particulières.

- Ouverture de l'emballage (limitation des recontaminations du produit fini) : la mise en place de systèmes de découpe a été particulièrement étudiée pour les jambons prétranchés. Par exemple, une lame tranchante stérilisée assure l'ouverture du sac sur toute sa longueur. Un tel système peut servir d'interface pour passer de la barre démolée (manipulation par un premier opérateur) à la barre mise à nu (prise en charge par un deuxième opérateur pour chargement sur le trancheur). Il est alors placé dans le sas d'entrée des produits dans la salle de tranchage.

- Récupération du jus de cuisson : pour éviter de souiller le poste de travail, l'ouverture des sacs est effectuée sur une grille surmontant une cuve munie d'une pompe assurant l'évacuation du jus.

LE FROID AMÉLIORE LE TRANCHAGE

Le stockage préalable au froid avant tranchage est une obligation d'un point de vue non seulement microbiologique, mais aussi technique : la texture ferme obtenue en surface assure un tranchage suffisamment net, limite l'apparition de "sciure" de viande, assure un portionnage précis et réduit les pertes au tranchage.

Ce paramètre est particulièrement maîtrisé par le procédé *Crust-Flow* : croûtage sur quelques millimètres d'épaisseur, par une forte convection d'azote froid pendant une durée courte.

Cette opération est réalisée dans un tunnel (dans lequel les jambons circulent sur un convoyeur), piloté par un automate.

L'asservissement de ce système à un trancheur à haute cadence empêche le réchauffement du produit pendant le chargement du trancheur, qui peut avoir lieu lorsque le croûtage est réalisé dans une cellule de refroidissement (transfert moins direct).

GAGNER EN DURÉE DE VIE

La découpe des barres en tranches, et la mise en sachets de celles-ci, sont réalisées dans des salles à environnement maîtrisé, afin d'assurer une durée de vie suffisante.

Les opérations consécutives sont réalisées sur une ligne, pilotée par microprocesseur ou ordinateur, et constituée :

- d'un trancheur à haute cadence (1 500 t/min), à chargement manuel, mécanisé ou automatique,

- d'un convoyeur asservi à un système de tri, par rapport au poids, ou par analyse de la surface ou de l'épaisseur (réalisée par un opérateur, par caméra vidéo ou par scanner),

- d'une zone de récupération des tranches écartées précédemment pour une nouvelle répartition respectant le poids des sachets (opération manuelle ou par rétro correction automatique),

- d'un système de conditionnement en sachets, sous vide ou sous atmosphère modifiée.

Des sas d'entrée et sortie dédiés au produit, au personnel ou au matériel, complètent la spécificité de ces salles à l'intérieur de la chaîne de fabrication. Un dispositif comparable existe dans des unités de fabrication de jambons entiers, même si les exigences microbiologiques y sont relativement moins élevées.

RÉDUIRE LES CONTAMINATIONS DE SURFACE

La maîtrise de la durée de vie des produits exige généralement un traitement particulier pour réduire les recontaminations de surface dues au conditionnement.

La pasteurisation de surface est appliquée depuis longtemps aux jambons entiers. En sortie de mise sous vide, un convoyeur transfère les jambons dans un tunnel assurant, soit un bain en eau chaude (95 °C), soit un traitement par la vapeur. Le premier système semble le plus approprié, dans la mesure où il induit une moindre production de chaleur dans la salle de

conditionnement. Ce problème est généralement résolu en positionnant le tunnel dans une pièce indépendante.

Le système Camatix assure l'immersion complète des produits dans deux cuves successives, contenant respectivement :

- de l'eau chaude pour la pasteurisation,

- de l'eau glacée pour le refroidissement (qui limite l'élévation de température à cœur).

Le convoyage depuis le conditionnement, sur balancelles, est automatisé, jusqu'à la ligne de pesage-étiquetage.

La faible épaisseur des sachets de jambons tranchés constitue un frein à la mise en œuvre d'un procédé thermique. Le procédé Hyperbar constitue donc, probablement, la seule alternative technologique pour la maîtrise du problème. Pasteurisateur à froid, cet appareil met en œuvre la technologie des hautes pressions :

- immersion dans l'eau dans une chambre de compression,

- application d'une pression de 4000 à 5000 bars pendant quelques minutes, qui provoque la destruction des cellules microbiennes.

Ce procédé assure un traitement homogène des produits, pour une cadence de l'ordre de 600 kg/h. Son principal inconvénient, outre son prix élevé, est l'occupation au sol pour un volume utile limité (épaisseur importante des parois pour soutenir la pression).

Les fabricants de jambons cuits disposent donc d'un certain nombre de possibilités. Chacune d'elle peut constituer la meilleure solution possible, pour une entreprise donnée, en fonction de paramètres d'ordre technique (matériel le mieux adapté au type de produit, au procédé mis en œuvre, à la productivité, au niveau de mécanisation ou d'automatisation) mais également en fonction de paramètres financiers qui lui sont propres.

□