

# QUALITE TECHNOLOGIQUE ET CARACTERISTIQUES DES PRODUITS TRANSFORMES DE VOLAILLES

Daviet Léa<sup>1</sup>, Jarrault Céline<sup>1</sup>, Baéza Elisabeth<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Fleury Michon, Service R&D, pôle recherche, BP 1, 85707 Pouzauges, France

<sup>2</sup> BOA, INRAE, Université de Tours, 37380 Nouzilly, France

\*[elisabeth.baeza-campone@inrae.fr](mailto:elisabeth.baeza-campone@inrae.fr)

## RÉSUMÉ

La consommation de viande de volailles ne cesse de progresser en partie grâce au développement des produits élaborés. La grande majorité de la viande utilisée pour la transformation provient de la production standard. Cette production repose sur l'utilisation de souches dont la croissance est très rapide et dont les rendements en viande (filet en particulier) sont très élevés. Depuis une dizaine d'années, sont apparus des défauts d'intégrité musculaire graves au niveau du filet : le *White Striping*, le *Wooden Breast*, et le *Spaghetti Meat*, qui altèrent les propriétés nutritionnelle, technologique et sensorielle de la viande de poulet. Par ailleurs, afin de répondre à la demande sociétale en termes de bien-être animal, on assiste actuellement à une diversification des modes de production favorisant des itinéraires d'élevage moins intensifs basés sur l'utilisation de souches moins performantes sur la vitesse de croissance et le rendement en viande et élevées en densité moindre. Par conséquent, les sources d'approvisionnement pour l'industrie de la viande se diversifient. Dans cette revue, nous présenterons tout d'abord la diversité et la qualité nutritionnelle des produits transformés. Nous verrons ensuite si la matière première disponible est bien adaptée à la transformation. Enfin, nous détaillerons les stratégies mises en œuvre par l'industrie pour gérer la variabilité de la matière première, les exigences réglementaires et sanitaires et les attentes des consommateurs.

## ABSTRACT

### Technological quality and characteristics of poultry processed products

The consumption of poultry meat continues to increase in part thanks to the development of processed products. The vast majority of the meat used for processing comes from standard production. This production is based on the use of strains whose growth is very rapid and whose meat yields (especially fillet) are very high. Over the past ten years, serious integrity defects have appeared in the breast muscles: white striping, wooden breast and spaghetti meat, which alter the nutritional, technological and sensory properties of chicken meat. Moreover, in order to meet societal demand in terms of well-being, there is currently a diversification of production methods favouring less intensive breeding systems based on the use of less efficient strains on growth rate and meat yield and reared with lower densities. The sources of supply for the meat industry are then diversifying. In this review, we will first present the diversity and nutritional quality of processed products. We will then see if the available raw material is well adapted to processing. Finally, we will detail the strategies implemented by the industry to manage raw material variability, regulatory and health requirements and consumer expectations.

## INTRODUCTION

Depuis 2017, la viande de volaille est la première viande consommée au niveau mondial (FAO, 2017). Selon les données de l'organisme de statistiques agricoles AGRESTE (2020), la consommation française de viande de volaille était de 30,5 kg/habitant/an en 2019, dont 22 kg de poulet, 4,5 kg de dinde, 3,2 kg de canard et 1 kg d'autres volailles (oies, pintades, ...). Elle se positionne au deuxième rang derrière la consommation de viande porcine qui était de 34 kg/habitant/an en 2019. Une part du succès de la viande de volailles, en particulier de poulet, est qu'elle est de plus en plus utilisée pour la transformation en produits élaborés dont la consommation ne cesse de croître. Si l'on considère le poulet, principale volaille consommée en France, la part de marché des produits élaborés était de 30% en 2019, contre 49% pour la découpe et 21% pour le poulet PAC. En 1998, la part des produits élaborés n'était que de 15% et en 2009 elle représentait 26%.

A l'exception de certains pays comme la France dont la production sous signe de qualité est significative (Label Rouge notamment) et tend à préserver la consommation de poulets entiers, la grande majorité de la viande de volaille est issue de la production standard. Celle-ci utilise des souches dont la croissance est toujours plus rapide et dont les rendements en viande (filet en particulier) n'ont cessé d'augmenter. La production de poulets standards permet actuellement de fournir à l'industrie de la découpe et de la transformation des poulets présentant des rendements en filets compris entre 20 et 25% du poids vif selon l'âge et le poids à l'abattage et dont l'engraissement périphérique reste limité (Baéza *et al.*, 2012).

Ces dernières années, la forte demande en produits transformés à base de viande de volaille s'accompagne d'une pression sociétale de plus en plus forte concernant les conditions d'élevage des animaux, avec des attentes en termes de bien-être animal mais aussi de qualité, que ce soit sur le plan sanitaire, nutritionnel et sensoriel. Ce contexte concerne la plupart des pays européens et on assiste actuellement à une diversification des modes de production favorisant des itinéraires d'élevage moins intensifs basés sur l'utilisation de souches moins performantes sur la vitesse de croissance et le rendement en viande, élevées en densité moindre, dans des milieux enrichis ou dans certain cas avec accès à un parcours extérieur. Ceci concerne la production Bio mais aussi plusieurs labels issus de l'agriculture conventionnelle européenne (ex : « Better Chicken Commitment ») ou française (ex : « Label Rouge », « Qualité Certifiée »). Dans cette revue, nous présenterons tout d'abord la diversité et la qualité nutritionnelle des produits transformés. Nous verrons ensuite si la matière première disponible est bien adaptée à la transformation. Enfin, nous détaillerons les stratégies

prises en œuvre par l'industrie pour gérer la variabilité de la matière première, répondre aux exigences réglementaires et sanitaires et satisfaire les attentes des consommateurs.

## 1. DIVERSITE ET QUALITE NUTRITIONNELLE DES PRODUITS TRANSFORMES

Les produits transformés à base de viande de volaille peuvent être classés en quatre grandes catégories : produits panés (cordons bleus, escalopes à la viennoise, nuggets), charcuteries (pâtés et terrines, rillettes, boudin blanc, saucisses et saucissons, galantine), produits élaborés saumurés, marinés ou crus (découpes, brochettes, produits hachés et farcis) et produits cuits (jambons, confits, rôtis). En France, le marché de la volaille en rayon libre-service représente environ 215 kT dont 58% de produits crus et marinés de volaille, 16% de charcuteries et jambons cuits de volaille, 20% pour les autres produits cuits élaborés et 6% pour la sauriserie (d'après IRI Kantar, 2020, communication personnelle). En France, ces produits sont parfaitement définis et décrits (voir Tableau 1 pour l'exemple de la composition du cordon bleu de volaille) dans la note technique n°B1-19-08 élaborée par le groupe d'étude des marchés de restauration collective et de nutrition (GEMRCN, 2008). La proportion de viande de volailles dépend du type de produit.

Les produits transformés de volaille sont élaborés en utilisant un nombre et une quantité d'ingrédients variables selon la catégorie de produits. En France, la transformation de la viande de volaille est cadrée par le code des usages du CIDEF (2019). Les principaux ingrédients utilisés sont l'eau, des sels, des épices et des agents conservateurs et texturant (Barbut, 2015). L'eau permet d'assurer une meilleure diffusion du sel et des aromates et de compenser les pertes en jus au cours de la cuisson. Elle accroît la jutosité et réduit la teneur en lipides des produits. Plusieurs sels peuvent être utilisés : chlorure de sodium, phosphates, nitrites, nitrates, sodium ascorbate et sodium erythorbate. Ils agissent sur la flaveur, la solubilisation des protéines, le pouvoir de rétention de l'eau de la viande et ils ont un rôle antimicrobien et antioxydant. Les épices sont utilisées pour leur action sur la flaveur et la couleur (exemple : le paprika) des produits. Ils ont également des propriétés anti-oxydantes et antimicrobiennes (exemple : le romarin). Selon les catégories de produits, il est possible aussi d'utiliser des arômes, des agents sucrant et brunissant, des antioxydants, des ferments, des inhibiteurs de moisissures, des acidifiants, des enzymes et des gélifiants. Les produits transformés utilisent les propriétés gélifiantes et liantes des protéines et les propriétés liantes et émulsifiantes des lipides de la viande. Les principaux gélifiants sont dérivés des protéines animales (lait, collagène, plasma sanguin) ou végétales (soja, pois). Les autres agents texturant sont des sucres complexes

(exemple : amidon de blé ou de maïs) ou des gommages hydrocolloïdes issues des algues (alginate, carragénanes ; Amini Sarteshnizi *et al.*, 2015). Les produits peuvent également être fumés de façon traditionnelle ou en utilisant une fumée condensée liquide. Certains produits transformés (saucisses, mortadelle) peuvent être enveloppés dans une matrice naturelle (boyaux, structure de collagène) ou synthétique (cellulose, plastique).

En France, les valeurs nutritionnelles moyennes des produits sur le marché sont consultables gratuitement sur le site du CIQUAL (2021) de l'ANSES. Le tableau 2 présente les valeurs nutritionnelles de quelques produits commercialisés en France tels que le blanc de poulet, les saucisses, le cordon bleu et les nuggets.

Dans la littérature scientifique internationale, peu d'études décrivent la composition de produits transformés de volailles (Tableau 3). Les nuggets sont riches en lipides, acides gras saturés (AGS ; Gibbs *et al.*, 2013), carbohydrates et sel. Selon Albuquerque *et al.* (2016), au Portugal, une portion journalière de nuggets peut représenter jusqu'à 49% du besoin journalier en sel d'une personne adulte. Dans la base CIQUAL (2021), la teneur moyenne en sel des nuggets est de 1,37%. Une portion de 100 g de nuggets représente donc 23% du besoin journalier d'une personne adulte (sur la base de 6 g/j). Une analyse histologique de nuggets commercialisés aux USA a mis en évidence que l'émulsion de viande contenait en fait 40-50% de muscle, le reste étant de la graisse, des nerfs, des vaisseaux sanguins, de l'épithélium de peau ou de viscères et des spicules osseux (De Shazo *et al.*, 2013). Kayisoglu *et al.* (2003) ont analysé la composition chimique de kebabs de poulets crus et cuits commercialisés en Turquie. La cuisson accroît la teneur en protéines (27,89 vs. 19,80%), en sel (1,66 vs. 1,12%) et en minéraux (2,37 vs. 1,91%) alors que la teneur en lipides diminue (12,81 vs. 15,99). Vazgecer *et al.* (2004) ont également analysé la composition chimique de kebabs de poulet commercialisés en Turquie qui contiennent 26% de protéines, 21% de lipides et 12% de collagène. Panozzo *et al.* (2015) ont analysé la qualité nutritionnelle de kebabs commercialisés dans le nord de l'Italie contenant de la viande de poulet et/ou de dinde. De leur étude, il ressort que la recette est très standardisée. Les différences observées pour l'apport en carbohydrates dépendent uniquement de la quantité de pain utilisée. Un kebab couvre 45 et 36% du besoin quotidien en énergie, 95,7 et 82,1% du besoin en protéines et 42,5 et 33,4% du besoin en AGS pour une femme et un homme adulte, respectivement et 85,5% du besoin en sel. Bartholoma *et al.* (1997) ont fait une enquête sur les kebabs achetés dans des commerces de détail de cinq régions d'Allemagne en 1996. Leurs analyses ont montré que la quantité de viande et sa teneur en lipides n'étaient pas conformes à la réglementation allemande qui prévoit un maximum de 60% de viande hachée et une teneur en lipides inférieure à 20%.

Il existe donc une offre très large de produits transformés et pour un type de produit, la composition et les caractéristiques nutritionnelles peuvent être très variables selon la réglementation du pays. La proportion de viande de volaille dépend aussi du type de produit. Plus cette proportion sera élevée et plus la qualité de la matière première pourra impacter la qualité du produit transformé. Qu'en est-il de la variabilité de la qualité de la matière première mise à disposition de l'industrie de la viande de volaille ?

## 2. LA MATIERE PREMIERE DISPONIBLE EST-ELLE ADAPTEE A LA TRANSFORMATION ?

La grande majorité de la viande de volailles utilisée pour approvisionner le marché des découpes et des produits élaborés est issue de la production standard (Hercule, 2019). Cette production repose sur l'utilisation de souches dont la croissance est très rapide et dont les rendements en viande (filet en particulier) sont très élevés. Ainsi, les poulets destinés à l'industrie de la découpe et de la transformation peuvent atteindre un poids de 2 kg en 5-6 semaines et présentent des rendements en filets compris entre 20 et 25% du poids vif selon l'âge et le poids à l'abattage (Baéza *et al.*, 2012). Ces animaux ont fait l'objet d'une sélection intensive sur la croissance et les rendements en muscles pectoraux, illustrée par Zuidhof *et al.* (2014) qui comparent le poids de poulets de 1957 (900 g) et de 2005 (4,2 kg) et Petracci *et al.* (2015) qui montrent que les rendements en filets ont augmenté de 13,5% en 1957 à 21% en 2012.

Les conséquences de la sélection pour la croissance et les rendements en filet sur la qualité de la viande ont commencé à être étudiées il y a une vingtaine d'années. Il a été montré que l'amélioration génétique avait conduit à une hypertrophie des fibres musculaires et un amincissement des réserves en glycogène du filet qui se sont traduits par une augmentation du pH ultime et globalement une amélioration de la tendreté et de la qualité technologique des filets (Berri *et al.*, 2001 ; 2007).

Cependant, une étude menée par la Commission Européenne en 2012, en collaboration avec la société LGC, a mis en évidence une augmentation de 1 à 2% de la teneur en eau des filets de poulets et au contraire une diminution du taux de protéines de 1 à 3% depuis la précédente étude, menée en 1994 (LGC, 2016).

Par ailleurs, depuis une dizaine d'années, des défauts d'intégrité musculaire graves sont apparus au niveau du filet : le *White Striping*, le *Wooden Breast*, et le *Spaghetti Meat*, qui présentent des similitudes avec certaines myopathies humaines. Ces défauts apparaissent essentiellement sur les filets issus de poulets à croissance rapide et fort rendement en filet, et leur incidence augmente avec le poids et l'âge à l'abattage des animaux. Ces défauts impactent en premier lieu l'aspect des filets et donc leur acceptabilité par le consommateur (Kuttappan *et al.*, 2012). Ils altèrent également la qualité nutritionnelle,

avec notamment une augmentation significative de la teneur en lipides dans le cas du *White Striping*, et du collagène, dans le cas du *Wooden Breast*, au détriment de la teneur en protéines musculaires (Mudalal *et al.*, 2014). La fonctionnalité des protéines et la qualité technologique sont également très impactées avec des rendements à la transformation très détériorés, en particulier dans le cas du *Wooden Breast*, malgré un pH tissulaire plus élevé (Mudalal *et al.*, 2015 ; Baldi *et al.*, 2019 ; Zhang *et al.*, 2020). La susceptibilité à l'oxydation (lipides et protéines) est également accrue (Baldi *et al.*, 2018) et les teneurs en carnosine et anserine (peptides présentant des activités antioxydantes) sont moindres (Sundekilde *et al.*, 2017). Ces défauts ont fait l'objet d'un nombre important de publications mais citons ici quelques ouvrages et synthèses récents qui rassemblent la plupart des connaissances acquises à ce jour : Petracci *et al.* (2017), Baéza *et al.* (2018), Petracci *et al.* (2019). Malgré l'ensemble des connaissances acquises récemment sur l'étiologie des défauts et les mécanismes impliqués, leur incidence reste élevée et encore mal maîtrisée. De plus, les filières d'approvisionnement de la découpe et de la transformation se diversifient, faisant appel à des itinéraires de production plus ou moins intensifs ou répondant à des cahiers des charges bien spécifiques (Label Rouge, Bio, etc.). Or, selon une étude collaborative entre l'INRA, l'ITAVI et l'ADIV, menée en 2003, l'utilisation de poulets à croissance intermédiaire et lente pour la fabrication de blancs et de jambons de poulets se traduit par des rendements technologiques inférieurs par rapport à ceux fabriqués à partir de filets de poulets standards, et un produit fini jugé plus sec (Berri *et al.*, 2005). Singh *et al.* (2016) ont comparé l'influence de la souche de poulet (une souche à croissance rapide, Cobb 400 et 3 souches locales indiennes) sur la qualité des nuggets. Les nuggets produits avec la souche Cobb 400 sont les plus riches en eau et en lipides. Ils présentent également l'émulsion la plus stable, le rendement en cuisson le plus important et les notes de couleur, d'apparence et de flaveur les plus élevées. Enfin, Nunes *et al.* (2006) ont fabriqué des nuggets avec de la viande de reproducteurs Gallus et de poules pondeuses de réforme et ils n'ont pas mis en évidence de différence d'appréciation sensorielle par un panel de 400 consommateurs en comparaison avec des nuggets produits à partir de viande de poulet standard. L'ensemble des évolutions récentes fait qu'il existe une variabilité croissante d'aptitudes à la transformation des filets de poulets, avec des conséquences sur les rendements technologiques au cours de la transformation impactant non seulement la performance industrielle mais aussi la qualité sensorielle des produits, en particulier leur apparence visuelle, leur texture et leur goût, entraînant une insatisfaction des consommateurs. La variabilité des matières premières (intra et inter-filières, intra et inter-fournisseurs) est aujourd'hui subie et insuffisamment maîtrisée. Les

problèmes technologiques associés vont s'amplifier dans un contexte d'évolution des pratiques d'élevage mais également des pratiques de transformation des produits finis visant à réduire l'ajout de sel ou supprimer certains additifs sous la pression d'attentes sociétales fortes.

### 3. COMMENT L'INDUSTRIE GERE-T-ELLE LA VARIABILITE DE LA MATIERE PREMIERE, LES EXIGENCES REGLEMENTAIRES ET SANITAIRES ET LES ATTENTES DES CONSOMMATEURS ?

L'industrie de la viande modifie régulièrement les recettes et procédés de transformation pour améliorer le rendement technologique, les qualités sensorielle et nutritionnelle et l'aptitude à la conservation des produits.

Pour améliorer le **rendement technologique**, les études se sont surtout focalisées sur le rendement après cuisson en testant différentes sources et niveaux de fibres ou d'amidon et en analysant aussi les effets sur la qualité sensorielle et/ou nutritionnelle des produits transformés (Baéza, 2020). Par exemple, Gokce *et al.* (2016) ont testé l'utilisation de différentes farines de céréales et légumes pour fabriquer des nuggets de poulet. Les farines de blé et maïs permettent d'obtenir les meilleurs rendements après cuisson. La farine de seigle diminue leur tendreté. Kim *et al.* (2012) ont testé deux durées de barattage sur la qualité du blanc de poulet. Un barattage de 60 min accroît la capacité de rétention de l'eau et améliore la texture du blanc de poulet par comparaison avec un barattage de 10 min. Incorporer 1% albumine d'œuf permet d'augmenter le rendement de transformation et la qualité sensorielle de rôtis préparés avec des filets de dinde de type PSE (*Pale, Soft and Exsudative* ; Ozturk et Serdaroglu, 2017). Cavalcante da Rocha *et al.* (2020) ont fabriqué des saucisses de poulet avec des filets atteints de *Wooden Breast* sans détériorer leur qualité globale ni accroître leur sensibilité à l'oxydation lors d'une conservation à -20°C. Fernandes Santos *et al.* (2019) and De Oliveira *et al.* (2019) ont préparé des émulsions de viande de poulet avec des filets atteints de *White Stripping* ou *Wooden Breast* et la qualité du produit fini type Mortadelle n'était pas altérée.

D'autres études ont plutôt concerné la **qualité sensorielle** (Baéza, 2020). Par exemple, l'ajout de transglutaminase et de caséinate de sodium aux fines tranches de viande de poulet destinées à la production de kebab a accru la cohésion des broches (Kilic, 2003). Concernant la **qualité nutritionnelle** et l'**aptitude à la conservation** des produits transformés, les efforts ont plutôt portés sur la réduction de la teneur en lipides, l'enrichissement en acides gras polyinsaturés (AGPI) n-3 et/ou différents antioxydants (Baéza, 2020). Par exemple, Nieto *et al.* (2017) ont remplacé une partie des graisses animales par de l'huile de noix ou d'olive pour enrichir les saucisses en AGPI et ils ont ajouté de l'hydroxytyrosol pour

limiter le risque d'oxydation pendant leur conservation au froid. Il est aussi possible d'enrichir directement la viande et donc les produits transformés en AGPI n-3 en incorporant dans les aliments pour volailles, de l'huile de lin ou des graines de lin extrudées (Baéza *et al.*, 2013).

Plusieurs études ont testé différentes stratégies pour préserver la **qualité sanitaire** des produits transformés en utilisant des additifs antimicrobiens ou en adaptant les procédures de cuisson et/ou de stockage (Baéza, 2020). Par exemple, Deumier (2006) a montré que le mélange sous vide de cuisses de poulet désossées pendant 1 min avec une solution d'acide lactique à 1 %, lors de la fabrication industrielle de saucisses de poulet fraîches, permettait de diviser par trois le nombre de lots positifs pour la bactérie *Salmonella* sans effet délétère sur la qualité sensorielle des saucisses. Ruiz *et al.* (2010) ont testé les propriétés antimicrobiennes de la nisine (un peptide produit par *Lactococcus lactis*) sur des dés de jambon de dinde inoculés avec *Listeria monocytogenes*, emballés sous vide et stockés pendant 63 jours à +4°C. Dès le premier jour, le traitement avec la nisine (0,2 à 0,5 %) a permis une réduction de 4 log du nombre de *L. monocytogenes* par comparaison avec le témoin non traité. Le nombre de *L. monocytogenes* est resté inférieur à 2 log cfu/g pendant les 63 jours de stockage pour le lot traité avec 0,5% de nisine. La pulvérisation de jambons cuits et tranchés avec *Lactococcus sakei* permet aussi d'inhiber la prolifération de *L. monocytogenes* lors de la conservation au froid sans affecter la qualité sensorielle des produits (Bredholt *et al.*, 2001 ; Vermeiren *et al.*, 2004).

Les **marinades** sont couramment utilisées pour améliorer les propriétés fonctionnelles et sensorielles de la viande. Les solutions alcalines contiennent du sel et du phosphate et elles servent surtout pour accroître la capacité de rétention de l'eau et le rendement technologique de la viande (Alvarado and Mc Kee, 2007; Vlahova-Vangelova and Dragoev, 2014). Les solutions acides contiennent des acides organiques ou leur sel. Elles améliorent la capacité de rétention de l'eau et la tendreté de la viande. De plus, le pH acide limite la contamination microbienne (Alvarado and Mc Kee, 2007; Vlahova-Vangelova and Dragoev, 2014; Baltic *et al.*, 2015). Les marinades peuvent contenir aussi du vin, des épices et/ou des aromates qui ont des propriétés anti-oxydantes et qui peuvent modifier la couleur et la flaveur de la viande mais aussi préserver sa qualité sanitaire et réduire sa sensibilité à l'oxydation (Vlahova-Vangelova and Dragoev, 2014).

Afin de **répondre à certaines attentes des consommateurs**, des études montrent la possibilité de modifier la formulation des produits transformés de volaille. Par exemple, Devatkal *et al.* (2011) et Tasbas *et al.* (2016) ont montré que le remplacement de la farine de blé par 5% de farine de sorgho ou 2% de poudre de lactosérum permettait de fabriquer des nuggets de poulet sans gluten et sans détériorer leur

qualité sensorielle. L'incorporation de 0,5% de carragénine lors de la fabrication de nuggets de poulet permet de réduire presque de moitié leur teneur en lipides (Nayak *et al.*, 2015). Schmidt *et al.* (2017) ont diminué les teneurs en NaCl et en gras de saucisses de poulet grâce à l'addition d'un mélange de sels (50% KCl, 25% MgCl<sub>2</sub>, 25% CaCl<sub>2</sub>) et de collagène. Enfin, l'industrie de la volaille est confrontée à des pressions croissantes pour maintenir la qualité sanitaire des produits tout en répondant à la demande d'aliments dits « naturels » avec un étiquetage conforme (Grant et Parveen, 2017). Les consommateurs souhaitent que leurs aliments soient peu transformés et contiennent des composés faciles à lire et à reconnaître. Grant et Parveen (2017) ont listés des agents antimicrobiens d'origine végétale qui pourraient être utilisés lors de la transformation et du conditionnement de la viande de volailles, permettant d'accroître la durée de conservation des produits et d'obtenir l'allégation « naturel ». Leur revue s'est focalisée sur les antimicrobiens dérivés de plantes et reconnus sains par l'administration américaine. Il s'agit surtout d'extraits de thym, de romarin, d'ail et d'origan. Alahakoon *et al.* (2015) ont listé les alternatives à l'utilisation des nitrites comme le jus et la poudre de céleri, les extraits de tomates ou d'airelles. Ces composés peuvent être utilisés en combinaison avec des aromates (romarin, thym, sauge et/ou ail) ou avec des acides organiques (lactate, acétate, sorbate, benzoate) pour diminuer la quantité de nitrites à incorporer (Alahakoon *et al.*, 2015). Pour remplacer l'acide ascorbique, de nombreuses entreprises utilisent du jus concentré d'acérولا riche en ce composé (Prakash and Baskaran, 2018 ; Nexira, 2021).

## CONCLUSION

La qualité des produits transformés de volailles dépend surtout des procédés technologiques et des conditions de conservation et cuisson. Toutefois, pour certains produits comme le blanc de poulet, la qualité initiale de la viande joue aussi un rôle important. Or, peu d'études concernent l'effet du système de production (souche de poulet, conditions d'élevage, âge d'abattage ...) sur la qualité des produits transformés. La littérature scientifique sur les produits transformés de volailles provient peu des pays occidentaux, suggérant que pour ces pays la recherche et le développement est surtout le fait des entreprises de l'industrie agro-alimentaire qui publient peu afin de préserver leur secret de fabrication et leur avance technologique sur les entreprises concurrentes. L'industrie de la viande confrontée à la diversification des modes de production et à la réduction du nombre d'additifs chimiques utilisés lors des procédés technologiques va devoir s'adapter et innover pour poursuivre le développement de produits de volailles.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abd El-Rahman H.A., Soliman S.A., Abd El-Wahab M.M., Ahmed A.M., 2010. Suez Canal Vet. Med. J., XV (1), 111-120.
- Agreste, 2020. <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/?searchurl/4e942e5e-c34a-4522-8293-07dbc2f67f50/search/>. Accès le 31/03/2021
- Alahakoon A.U., Jayasena D.D., Ramachandra S., Jo C., 2015. Trends Food Sci. Technol., 45, 37-49.
- Albuquerque T.G., Oliveira M.B.P.P., Sanches-Silva A., Bento A.C., Costa H.S., 2016. Food Function, 7 (6), 2736-2746.
- Alvarado C., McKee S., 2007. J. Appl. Poult. Res., 16, 113-120.
- Amini Sarteshnizi R., Hosseini H., Mousavi Khaneghah A., Karimi N., 2015. Int. Food Res. J. 22(3), 872-887.
- Baéza E., Arnould C., Jali M., Chartrin P., Gigaud V., Mercierand F., Durand C., Méteau K., Le Bihan-Duval E., Berri C., 2012. J. Anim. Sci., 90, 2003-2013.
- Baéza E., Chartrin P., Gigaud V., Tauty S., Méteau K., Lessire M., Berri C., 2013. Brit. Poult. Sci., 54 (2), 190-198.
- Baéza E., Bourin M., Berri C., 2018. Viandes et Produits Carnés, 34, 12 p.
- Baéza E., 2020. World's Poult. Sci. J., 76 (4), 719-741.
- Babji A.S., Chin S.Y., Seri Chempaka M.Y., Alina A.R., 1998. Intern. J. Food Sci. Nutr., 49, 319-326.
- Baldi G., Soglia F., Mazzoni M., Sirri F., Canonico L., Babini E., Laghi L., Cavani C., Petracci M., 2018. Anim., 12, 164-173.
- Baldi G., Soglia F., Laghi L., Tappi S., Rocculi P., Tavaniello S., Prioriello D., Mucci R., Maiorano G., Petracci M., 2019. Food Res. Internat., 115, 369-376.
- Baltić T., Baltić Ž.M., Mišić D., Ivanović J., Janjić J., Bošković M., Dokmanović M., 2015. Acta Veterinaria-Beograd 65 (3), 417-428.
- Barbut S., 2015. In: The science of poultry and meat processing. [www.poultryandmeatprocessing.com](http://www.poultryandmeatprocessing.com), 89 p. Accès le 02/08/2021.
- Bartholoma A., Hildebrandt G., Stenzel W.R., Erol I., 1997. Fleischwirtschaft, 77, 913-915.
- Berri C., Wacrenier N., Millet N., Le Bihan-Duval E., 2001. Poult. Sci., 80 (7), 833-838.
- Berri C., Le Bihan-Duval E., Baéza E., Chartrin P., Picgirard L., Jehl N., Quentin M., Picard M., Duclos M.J., 2005. Anim. Res., 54, 123-134.
- Berri C., Le Bihan-Duval E., Debut M., Santé-Lhoutellier V., Baéza E., Gigaud V., Jégo Y., Duclos M.J., 2007. J. Anim. Sci., 85 (8), 2005-2011.
- Bhosale S.S., Biswas A.K., Sahoo J., Chatli M.K., Sharma D.K., Sikka S.S., 2011. Food Sci. Technol. Internat., 17 (3), 233-237.
- Bredholt S., Nesbakken T., Holck A., 2001. Int. J. Food Microbiol., 66, 191-196.
- Cavalcante da Rocha T., Moreira de Carvalho L., Janine Soares A., Godoy Coutinho D., Souza Olegario L., de Sousa Galvão M., Estévez M., Suely Madruga M., 2020. J. Sci. Food Agric., 100, 2630-2637.
- Cavalheiro C.P., Lüdtké F.L., Stefanello F.S., Kubota A.H., Terra N.N., Fries L.L.M., 2014. Food Sci. Technol., 34 (3), 478-484.
- CIDEF, 2019. [https://www.volaille-francaise.fr/code-des-produits-a-base-de-volailles-2019/code\\_cidef\\_2019\\_inside/](https://www.volaille-francaise.fr/code-des-produits-a-base-de-volailles-2019/code_cidef_2019_inside/). Accès le 17/08/2021.
- CIQUAL, 2021. <https://ciqual.anses.fr/>. Accès le 17/08/2021.
- De Oliveira J. R., Teixeira S.T.F., Levandowski R., Dos Santos L.R., Dickel E.L., 2019. Rev. Brasileira Higiene Sanid. Anim., 13(3), 411-417.
- De Shazo R.D., Bigler S., Skipworth L.B., 2013. Amer. J. Med., 126, 1018-1019.
- Deumier F., 2006. Int. J. Food Sci. Technol., 41(1), 23-32.
- Devatkal S.K., Kadam D.M., Naik P.K., Sahoo J., 2011. J. Food Quality, 34, 88-92.
- FAO, 2017. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Accès le 02/08/2021
- Fernandes Santos M.M., Soares de Lima D.A., Alencar Bezerra T.K., De Sousa Galvao M., Suely Madruga M., Pereira da Silva F.A., 2019. J. Food Sci. Technol. 56 (9), 4158-4165.
- GEMRCN, 2008. [https://www.economie.gouv.fr/files/directions\\_services/daj/marches\\_publics/oeap/gem/preparations\\_de\\_viandes/preparations\\_de\\_viandes.pdf](https://www.economie.gouv.fr/files/directions_services/daj/marches_publics/oeap/gem/preparations_de_viandes/preparations_de_viandes.pdf). Accès le 02/08/2021
- Gibbs R.A., Rymer C., Givens D.I., 2013. Food Chem., 138 (2-3), 1749-1756.
- Gokce R., Akgun A.A., Ergezer H., Akcan T., 2016. Tarim Bilimleri Dergisi J. Agricult. Sci., 22 (3), 331-338.
- Grant A., Parveen S., 2017. J. Food Protect., 80 (4), 540-544.
- Hercule J., 2019. 13èmes Journées de la Recherche Avicole et des Palmipèdes à Foie Gras, Tours, 20-21/03/2019, 59-64.
- Kayisoglu S., Yilmaz I., Demirci M., Yetim H., 2003. Food Control, 14, 469-474.
- Kilic B., 2003. Meat Sci., 63, 417-421.

- Kim S.Y., Choi J.H., Choi Y.S., Kim H.Y., Ahn K.I., Kim H.W., Kim T.H., Song D.H., Kim C.J., 2012. Korean J. Food Sci. Anim. Resour., 32 (3), 268-273.
- Kuttappan V.A., Lee Y.S., Erf G.F., Meullenet J.F.C., Mac Kee S.R., Owens C.M., 2012. Poult. Sci., 91, 1240-1247.
- LGC, 2016. <file:///C:/Users/ebaeza/Downloads/KF0113392ENN.en.pdf>. Accès le 02/08/2021
- Lukman I., Huda N., Ismail N., 2009. Asian J. Food Agro-Industry, 2 (2), 171-180.
- Mudalal S., Babini E., Cavani C., Petracci M., 2014. Poult. Sci., 93, 2108-2116.
- Mudalal S., Lorenzi M., Soglia F., Cavani C., Petracci M., 2015. Poult. Sci., 93, 2108-2116.
- Modi V.K., Mahendrakar N.S., Sachindra N.M., Rao D.N., 2004. J. Muscle Foods, 15, 195-2004.
- Nayak N.K., Pathak V., Singh V.P., Goswami M., Bharti S.K., 2015. Livestock Res. Internat., 3 (1), 7-13.
- Nieto G., Martinez L., Castillo J., Ros G. 2017. J. Sci. Food Agricult., 97 (11), 3761-3771.
- Nunes T.P., Trindade M.A., Ortega E.M.M., Castillon C.J.C., 2006. Food Sci. Technol., 26 (4), 841-846.
- Ozturk B., Serdaroglu M., 2017. J. Food Sci. Technol. –Mysore, 54 (6), 1384-1394.
- Panozzo M., Magro L., Erle I., Ferrarini S., Murari R., Novelli E., Masaro S., 2015. Italian J. of Food Safety, 4, 4535, 92-97.
- Petracci M., Mudalal S., Soglia F., Cavani C., 2015. World's Poult. Sci. J., 71, 363-373.
- Petracci M., Soglia F., Berri C., 2017. In Poultry Quality Evaluation: Quality attributes and consumer values, Petracci M. et Berri C. Eds, Woodhead Publishing, Duxford, UK, 51-75.
- Petracci M., Soglia F., Madruga M., Carvalho L., Ida E., Estevez M., 2019. Comprehensive Rev. Food Sci. Food Safety, 18 (2), 565-583.
- Polizer Y.J., Pompeu D., Hirano M.H., Freire M.T., Trindade M.A., 2015. Brazil. J. Food Technol., 18 (1), 62-69.
- Prakash A., Baskaran R., 2018. J. Food Sci. Technol., 55 (9), 3373-3384.
- Ruiz A., Williams S.K., Djeri N., Hinton A., Rodrick G.E., 2010. Poult. Sci., 89 (2), 353-358.
- Schmidt M.M., Dornelles R.C.P., Vidal A.R., Fontoura A., Kubota E.H., Mello R.O., Kempka A.P., Demiate I.M., 2017. J. Applied Poult. Res., 26 (1), 130-144.
- Sharima-Abdullah N., Hassan C.Z., Arifin N., Huda-Faujan N., 2018. Internat. Food Res. J., 25 (3), 1016-1025.
- Singh V.P., Pathak V., Bharti S.K., Sharma S., Ojha S., 2016. Nutr. Food Sci., 46 (3), 432-440.
- Sundekilde U.K., Rasmussen M.K., Young J.F., Bertram H.C., 2017. Food Chem., 217, 151-154.
- Tasbas H., Osanmaz E., Ozer C.O., Kilic B., 2016. Carpathian J. Food Sci. Technol., 8 (4), 91-102.
- Vermeiren L., Devlieghere F., Debevere J., 2004. Int. J. Food Microbiol., 96, 149-164.
- Vazgecer B., Ulu H., Oztan A., 2004. Food Control, 15, 264-264.
- Vlahova-Vangelova D., Dragoev S., 2014. Bulgarian J. Agricult. Sci., 20 (3), 503-509.
- Yilmaz I., Yilmaz B., 2018. J. Sci. Engineering Res., 5 (6), 52-58.
- Yogesh K., Ahmad T., Manpreet G., Mangesh K., Das P., 2013. J. Food Sci. Technol., 50 (1), 191-196.
- Zhang Y., Wang P., Xu X., Xia T., Li Z., Zhao T., 2020. Poult. Sci., 99 (7), 3742-3751.
- Zuidhof M.J., Schneider B.L., Carney V.L., Korver D.R., Robinson F.E., 2014. Poult. Sci., 93 (12), 2970-2982.

**Tableau 1.** Règlementation française pour la composition du cordon bleu (GEMRCN, 2008)

| Taux d'incorporation des différents ingrédients | Caractéristiques des ingrédients                                                                                               |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Viande de volaille, 50% minimum                 | Toute viande de volaille à l'exception de viande séparée mécaniquement, cou et abats<br>HPD 78% max, PCL 14% max, SST 2,5% max |
| Jambon de volaille, 10% minimum                 | HPD 78% max, SST 3,5% max, phosphates (exprimés e P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 0,5% max                                     |
| Fromage transformé, 10% minimum                 |                                                                                                                                |
| Panure, 27% maximum                             |                                                                                                                                |

HPD = Humidité du Produit Dégraissé, PCL = Protéines, Collagène, Lipides, SST = Sucres Solubles Totaux

**Tableau 2.** Composition chimique de quelques produits transformés de volailles selon la base CIQUAL (2021)

| Produits transformés | Composition chimique (%) |           |         |          |          |      |
|----------------------|--------------------------|-----------|---------|----------|----------|------|
|                      | Eau                      | Protéines | Lipides | Glucides | Minéraux | Sel  |
| Blanc de poulet      | 74,3                     | 20,7      | 1,79    | 1,39     | 2,99     | 1,86 |
| Saucisse de volaille | 59,8                     | 16,8      | 17,7    | 1,19     | 1,76     | 1,75 |
| Cordon Bleu          | 54,1                     | 14,0      | 12,2    | 14,6     | 2,64     | 1,73 |
| Nuggets de poulet    | 48,6                     | 15,6      | 11,6    | 19,4     | 2,06     | 1,37 |

**Tableau 3.** Composition chimique de quelques produits transformés de volailles

| Produits transformés   | Composition chimique (%) |                |                |               |              |              | Auteurs                               |
|------------------------|--------------------------|----------------|----------------|---------------|--------------|--------------|---------------------------------------|
|                        | Eau                      | Protéines      | Lipides        | Glucides      | Minéraux     | Sel          |                                       |
| Saucisses              | 68,21                    | 10,63          | 10,66          | 7,62          | 2,88         | -            | Cavalheiro <i>et al.</i> (2014)       |
| Saucisses de Francfort | 32,86                    | 7,62           | 15,21          | -             | 2,30         | -            | Babji <i>et al.</i> (1998)            |
| Döner kebab crû        | 61,28                    | 19,04          | 16,23          | -             | 1,94         | 1,28         | Kayisoglu <i>et al.</i> (2003)        |
| Döner kebab cooked     | 47,27                    | 26,17          | 21,01          | -             | -            | 0,99         | Vazgecer <i>et al.</i> (2004)         |
| Döner kebab            | 58,0 to 60,4             | 12,8 to 13,2   | 8,5 to 8,7     | 10,1 to 13,8  | 2,5 to 2,7   | 1,0 to 1,2   | Panozzo <i>et al.</i> (2015)          |
| Schnitzel              | 57,73                    | 14,90          | 16,26          | 8,96          | 2,12         | 1,70         | Yilmaz and Yilmaz (2018)              |
| Cordon Bleu            | 59,48                    | 15,36          | 15,61          | 7,19          | 2,36         | 1,76         | Yilmaz and Yilmaz (2018)              |
| Nuggets                | 55,29                    | 14,55          | 15,24          | 12,74         | 2,16         | 1,71         | Yilmaz and Yilmaz (2018)              |
| Nuggets                | 47,40                    | 17,41          | 14,32          | 19,16         | 2,07         | -            | Polizer <i>et al.</i> (2015)          |
| Nuggets                | 34,71 to 56,51           | 12,52 to 16,62 | 18,14 to 25,00 | 7,52 to 26,49 | 1,20 to 1,58 | -            | Lukman <i>et al.</i> (2009)           |
| Nuggets                | 48,7                     | 31,0           | 11,6           | -             | 2,3          | -            | Modi <i>et al.</i> (2004)             |
| Nuggets                | 57,93                    | 9,84           | 7,50           | 23,12         | 1,62         | -            | Sharima-Abdullah <i>et al.</i> (2018) |
| Nuggets                | 55,12                    | 12,03          | 16,09          | 12,58         | 1,6          | -            | Abd El-Rahman <i>et al.</i> (2010)    |
| Nuggets                | 65,67                    | 16,57          | 8,03           | -             | 2,75         | -            | Bhosale <i>et al.</i> (2011)          |
| Nuggets                | 62,82                    | 16,95          | 9,25           | -             | 3,73         | -            |                                       |
| Nuggets                | 60,8 to 62,4             | 17,3 to 18,5   | 10,7 to 15,5   | 3,1 to 7,3    | 1,2 to 2,6   | 0 to 2,5     | Yogesh <i>et al.</i> (2013)           |
| Nuggets                | 53,0 to 58,1             | 12,0 to 18,5   | 11,6 to 16,8   | 9,86 to 16,3  | 1,48 to 2,08 | 0,87 to 1,26 | Albuquerque <i>et al.</i> (2016)      |
| Nuggets                | 53,36                    | 16,64          | 15,67          | -             | 3,07         | -            | Para <i>et al.</i> (2015)             |
| Nuggets                | 52,40                    | 17,50          | 16,60          | -             | 3,18         | -            |                                       |