



Relation entre le pH, la couleur et le comportement dans la transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées

B. BOUTTEN¹, M. PICARD², I. BOUVAREL³, L. MEKHTICHE¹,
P. LARROUDÉ⁴, B. BARRIER-GUILLOT⁵, L. ROFFIDAL⁶.

(1) CTSCCV, 7 avenue du Général de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort cedex (2) INRA-SRA, 37380 Nouzilly.

(3) ITAVI (Institut Technique de l'Aviculture), 28 rue du Rocher, 75008 Paris.

(4) ADAESO (Association pour le Développement Agro-environnemental du Sud-Ouest), 21 Chemin de Pau, 64121 Montardon

(5) ITCF (Institut Technique des Céréales et des Fourrages), 91720 Boigneville.

(6) INZO (Innovation en Nutrition et Zootechnie), BP19, 02402 Château-Thierry cedex.

RÉSUMÉ

L'objet de cet article est la présentation de résultats⁷ obtenus dans la transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées en utilisant comme critère de qualité le rendement technologique et comme prédicteur, le pH_u et la couleur.

Cent-cinq poulets Cobb 500 ont reçu une alimentation alternée pour être abattus à un poids moyen effilé de 2,7 kg. Quarante-huit paires de pectoraux ont été transformés en pièces cuites saumurées en frais et les autres l'ont été après congélation-décongélation. Le pH et la couleur ont été utilisés comme critères de qualité pour prédire le rendement technologique en pièce cuite saumurée, sans adjonction de polyphosphate et de carraghénane. Le facteur pH semble plus discriminant que la composante L* de la couleur. La congélation modifie peu la relation pH / couleur et la relation pH/ couleur et rendement technologique.

INTRODUCTION

La demande du consommateur évolue dans le domaine de la charcuterie de volaille compte tenu :

- de la bonne image de marque dont bénéficie le poulet quant à ses caractéristiques diététiques,
- de la recherche de produits de préparation culinaire facile et rapide.

L'intervention des industries de transformation dans la filière volaille progresse (Jehl, 2000). Les demandes des industries de la transformation sont différentes de celles du consommateur (Berry *et al.*, 2001), la qualité ne se résumant pas aux défauts apparents (parage, pétéchie). La caractérisation de la matière première est nécessaire pour optimiser son comportement en transformation. En ce qui concerne les pièces cuites saumurées, la demande du consommateur évolue en privilégiant les produits préemballés et prétranchés. Ce conditionnement entraîne pour

⁷ Cette action a été cofinancée par l'enveloppe de recherche de l'Association de Coordination Technique Agricole (ACTA), l'Association de Coordination Technique pour l'Industrie Agro-alimentaire (ACTIA), le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, le Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie et l'Association Nationale pour la Recherche et le Développement Agricoles (ANDA).

Relation entre le pH, la couleur et le comportement dans la transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées

le transformateur des contraintes supplémentaires : la rigueur pour éviter les contaminations microbiologiques et la cadence de tranchage élevée.

Mesurer la qualité de la viande revient à définir des critères qui permettent une classification de la matière première, en vue de déterminer si elle peut ou non répondre aux besoins des utilisateurs.

CRITÈRES D'ÉVALUATION

Deux critères peuvent être retenus pour évaluer la qualité technologique de la viande de volaille pour les pièces cuites saumurées : le rendement technologique et le rendement de tranchage.

Le rendement technologique est le rapport entre le poids de la viande mis en œuvre au départ du procédé et le poids du produit transformé après cuisson. Ce rendement technologique est évaluable en situation expérimentale par de petits ateliers pilotes.

Le rendement de tranchage est le rapport entre le poids du produit avant tranchage et le poids de produit commercialisable après tranchage. Ce rendement ne peut être appréhendé efficacement qu'en situation industrielle compte tenu de la spécificité des trancheurs industriels.

MESURES DE LA QUALITÉ

Deux mesures prédictives de la qualité ont été retenues : le pH et la couleur.

Le pHu largement développé comme critère de qualité pour la viande de porc (Jacquet *et al.*, 1984) apporte des solutions par son étroite relation avec les conditions d'abattage (Lesiak *et al.*, 1996) et son aspect prédictif tant pour le rendement technologique, pour le rendement de tranchage que pour l'aspect couleur. Dans le cas de la filière volaille, son application au niveau industriel semble encore plus difficile que dans la

filière porcine compte tenu du rapport de poids : un jambon de porc pèse entre 8 et 12 kg, un blanc de poulet pèse entre 100 et 300 g. Une cadence cinquante fois supérieure sera nécessaire. En tant que technique de référence, le tri pHu pourra être utilisé dans des expériences ponctuelles.

Pour les industries de la transformation, le tri couleur de la matière première volaille bénéficie de la simplicité anatomique de la pièce observée, le *pectoralis major*. Cette simplicité permet une rapidité du tri adaptée aux conditions industrielles. Son application en situation industrielle a déjà été tentée (Marty-Mahé *et al.*, 1999).

Comme le montrent les travaux antérieurs de Barbut (1998), Ahn *et al.* (1990), Woelfel *et al.* (2002) et Wilkins *et al.* (2000), la couleur et le pH sont étroitement liés.

Après l'abattage de l'animal, la respiration cellulaire est progressivement inhibée. En profondeur, la myoglobine est sous forme réduite. En surface, l'oxygène est fixé sur la myoglobine (oxy-myoglobine). Lorsque le pH reste élevé, les fibres musculaires utilisent l'oxygène disponible, permettant d'obtenir, même en surface, la forme réduite de la myoglobine.

Un pH bas couplé à une température élevée entraîne une dénaturation partielle des protéines, diminuant la consommation d'oxygène et favorisant l'oxydation de la myoglobine en metmyoglobine.

À ce facteur d'oxydation de la myoglobine, vient s'ajouter l'importance de la répartition de l'eau. À pH bas, la liaison de l'eau par les protéines est plus faible (rapprochement du point isoélectrique, charge électrique des protéines plus faible). L'eau passe donc du compartiment intracellulaire au compartiment extracellulaire, crée des surfaces plus réfléchissantes et augmente la réflexion de la lumière incidente et l'impression de pâleur.

La composante L*, composante clarté allant du blanc au noir, traduit l'humidité de surface. Elle est influencée, entre autres, par le type de muscle

et le pH de la viande et intervient pour la prévision du comportement technologique (Jacquet *et al.*, 1984). C'est cette composante qui a été principalement étudiée.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

MESURE DU pHu

Le pHu est mesuré avec un pHmètre Sydel pH plus sur le *pectoralis major* à approximativement 0,5 cm de profondeur. La localisation de la mesure du pH et de la couleur est représentée dans la figure 1.

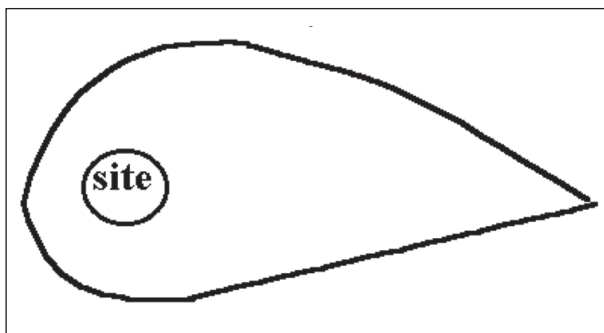


FIGURE 1. Localisation du site de mesure du pH et de la couleur sur la face externe du *pectoralis major*

MESURE DE LA COULEUR

Les mesures de couleur sont faites à l'aide du spectrophotomètre MINOLTA CM2002 dans le repère CIELAB suivant les travaux de Honikel (1998) et de l'AMSA (1991). La configuration de cet appareil est la suivante :

- Géométrie à sphère intégratrice diffuse d/8°,
- Composant spéculaire et composante de la brillance inclus,
- Illuminant D65,
- Observateur standard 10°,
- Temps d'acquisition de 3 secondes.

MATIÈRE PREMIÈRE

Cent-cinq poulets Cobb 500 ont été abattus à quarante-neuf jours avec un poids moyen de 2,7 kg. La diversité de l'alimentation utilisée est

représentée par quatre régimes alimentaires différents (Picard *et al.*, 2002). Pour un animal, le poids moyen des *pectoralis major* et *minor* gauche et droit est de 606 grammes. Une congélation à -20°C a été réalisée 24 heures après abattage. La transformation en pièce cuite saumurée (10% poids/poids) a été effectuée comme dans les travaux de Boutten *et al.* (2000), la Vp^{10}_{70} retenue étant de 75.

Pour 1 kg de viande, adjonction de 100 g de saumure renfermant :

- 20 g de sel nitrité (soit 1,8 % par rapport au poids),
- 2 g de dextrose (soit > 0,2 % par rapport au poids),
- 0,33 g d'ascorbate de sodium.

RÉSULTATS

Compte tenu du conditionnement des pectoraux de poulet destinés à la transformation, le plus souvent congelés, il nous a semblé intéressant de comparer l'évolution du pH et de la composante L* de la couleur avant et après congélation. Ces relations sont représentées dans la figure 2A pour le pH et dans la figure 2B pour la composante L* de la couleur.

La relation qui relie le pHu et le pH en sortie de congélation est :

$$\text{pH décongelé} = 0,74 \times \text{pHu} + 1,55$$

avec $r^2 = 0,67$ $n = 58$

La relation qui relie le L*24 et le L* en sortie de congélation est :

$$L^* \text{ décongelé} = 0,61 \times L^*_{24} + 17,65$$

avec $r^2 = 0,47$ $n = 58$

La relation qui relie les mesures avant congélation et après congélation est étroite. La mesure du pH semble être moins influencée par la congélation compte tenu de son r^2 de 0,67.

La composante L* de la couleur plus sensible s'explique par l'influence de l'humidité de surface sur cette valeur qui est fortement influencée par la congélation-décongélation.

Relation entre le pH, la couleur et le comportement dans la transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées

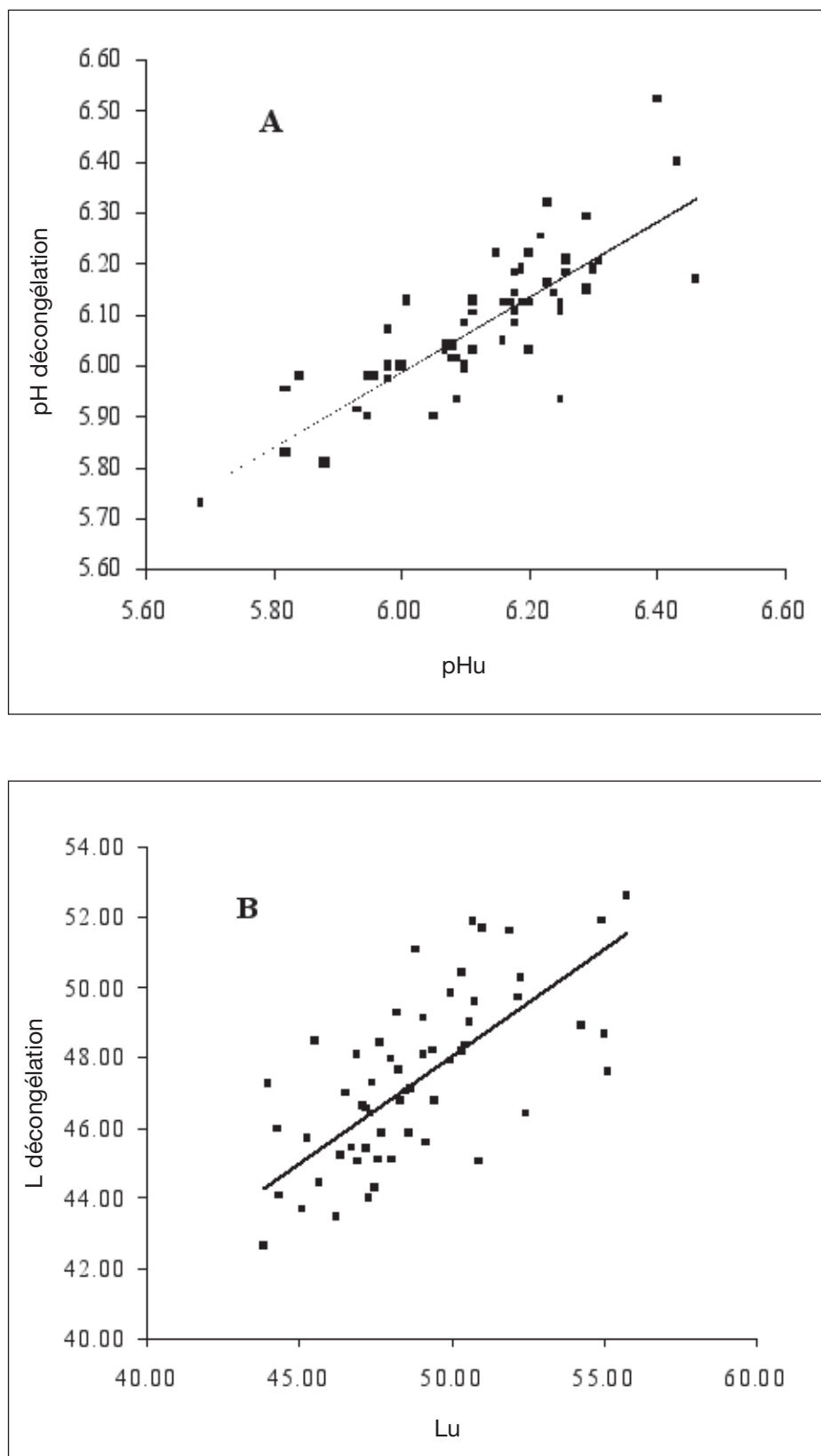


FIGURE 2. Relation entre la mesure du pH (2A) et de la composante L* de la couleur (2B) avant et après congélation-décongélation

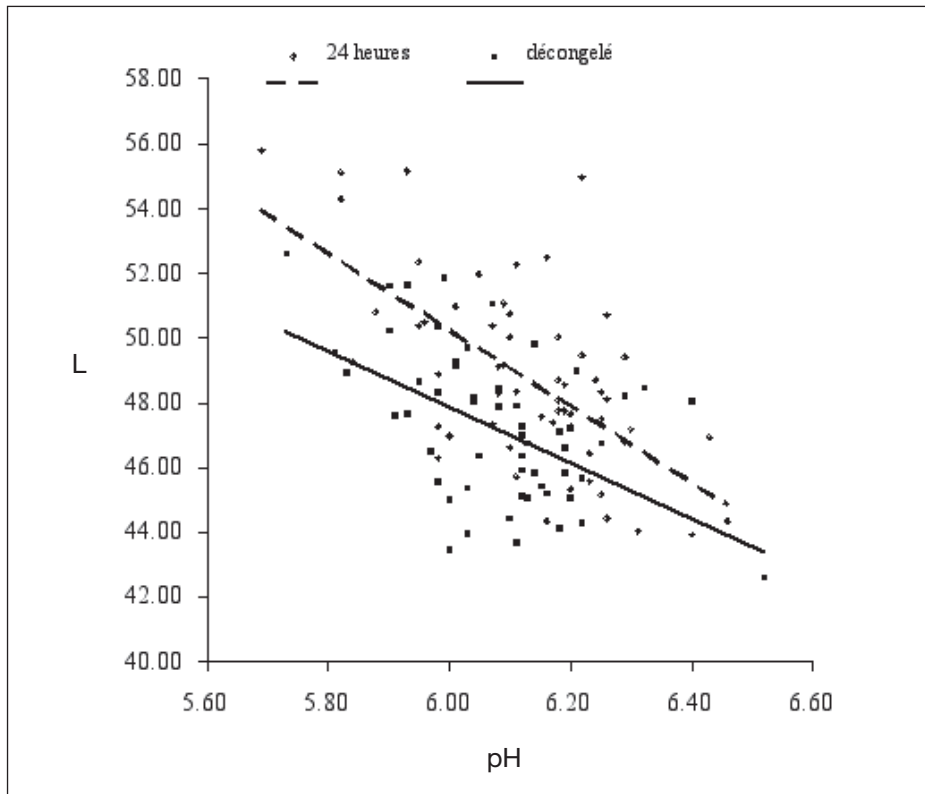


FIGURE 3. Relation entre le pH et la composante L de la couleur avant et après congélation-décongélation

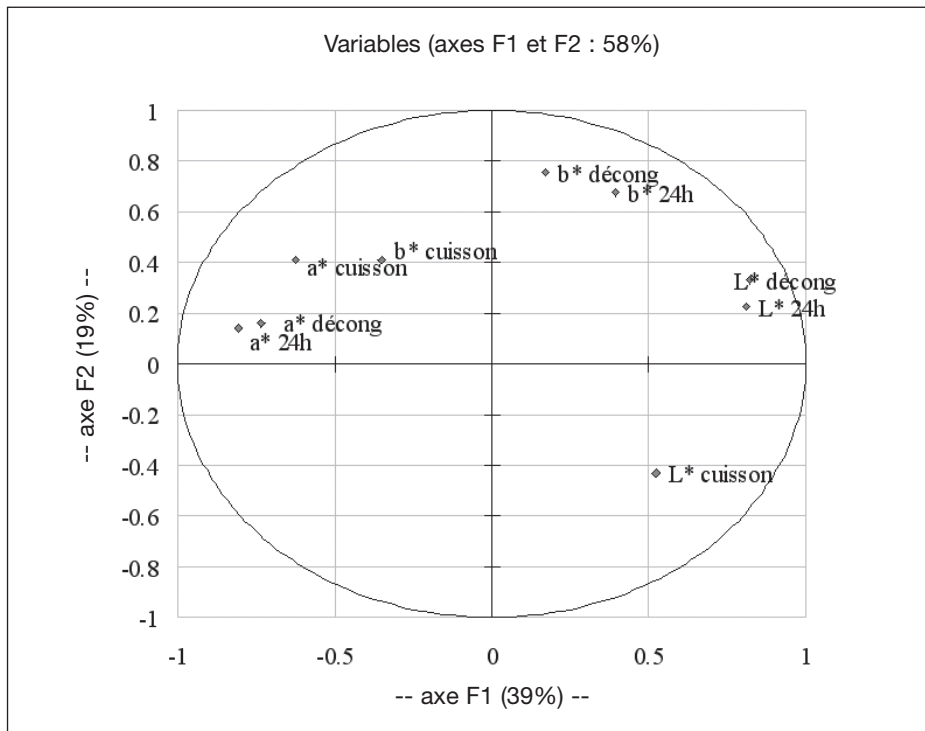


FIGURE 4. Étude par ACP de l'évolution de la mesure L*, a*, b* à 24 heures, après décongélation et après transformation en produit cuit saumuré

Relation entre le pH, la couleur et le comportement dans la transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées

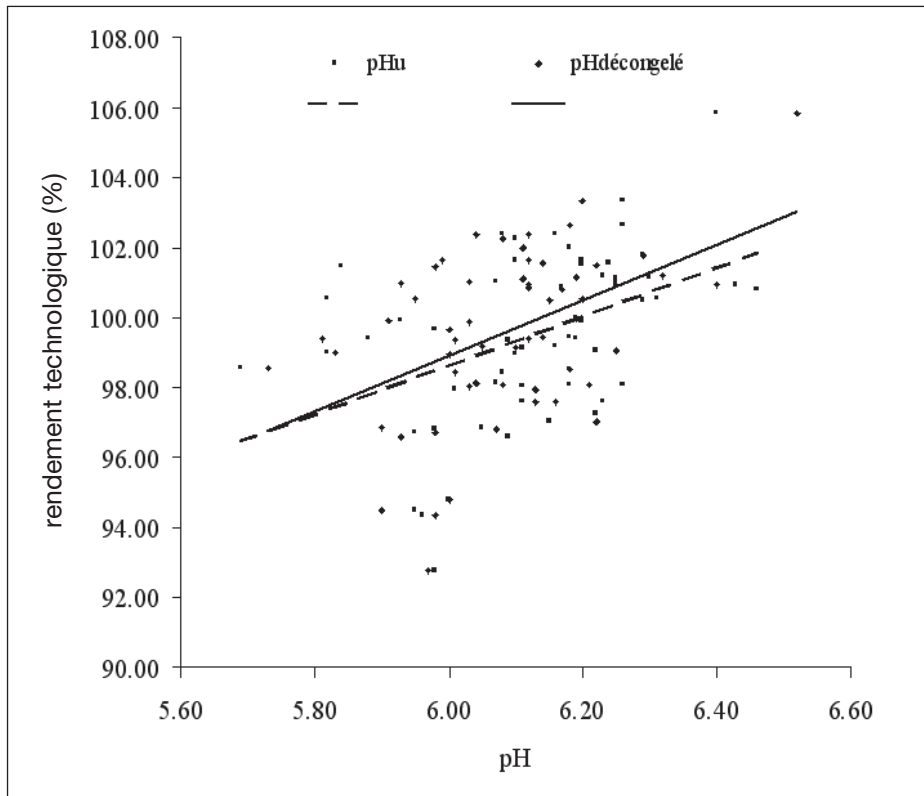


FIGURE 5. Relation entre pH et rendement technologique avant et après congélation

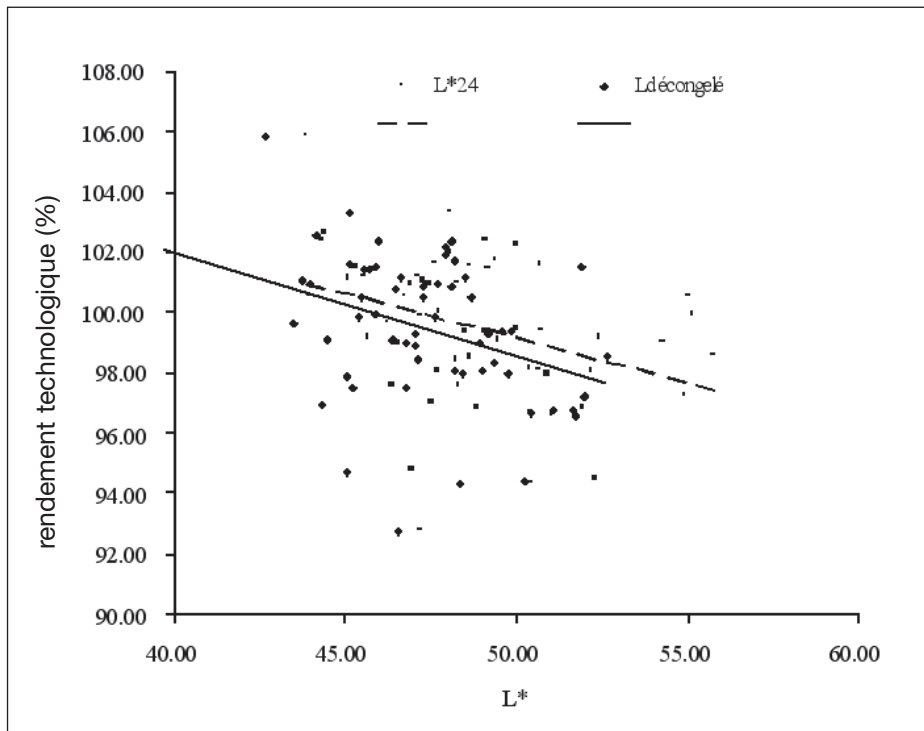


FIGURE 6. Relation entre la composante L* de la couleur et rendement technologique avant et après congélation

| | Moyennes | Écart-types |
|------------------|----------|-------------|
| pH24 | 6,13 | 0,15 |
| L* 24h | 48,66 | 2,78 |
| a* 24h | 2,91 | 0,87 |
| b* 24h | 1,97 | 1,49 |
| pH décongélation | 6,08 | 0,14 |
| L* décongélation | 47,15 | 2,48 |
| a* décongélation | 4,26 | 1,04 |
| b* décongélation | 3,82 | 1,45 |
| L* cuisson | 74,36 | 2,34 |
| a* cuisson | 2,21 | 0,58 |
| b* cuisson | 11,17 | 1,01 |
| technologie | 99,55 | 2,38 |

TABLEAU I. Valeurs moyennes et écart-types des pH, des composantes de la couleur et du rendement technologique

L'évolution de la relation qui relie le pH et la composante L* de la couleur a également été suivie avant et après congélation. Cette relation est hautement significative dans les deux cas, mais avant congélation, elle présente un r^2 de 0,40 et un taux de signification $p = 1 \times 10^{-5} \%$ et après décongélation le r^2 n'est plus que de 0,23 et le taux de signification $p = 0,015 \%$. La relation pH composante L* de la couleur est donc beaucoup plus étroite avant congélation mais la congélation ne supprime pas cette relation.

L'évolution des composantes de la couleur dans l'échelle L*a*b* (CIE, 1976) par Analyse en Composante Principale (ACP) a été réalisée à 24 heures, après décongélation et après transformation sur produit cuit saumuré. L'ACP est représentée dans la figure 4.

Avant cuisson, l'ACP montre que la variabilité observée pour les composants b* d'une part et a* et L* d'autre part est relativement indépendante. L'association du a* et du L* par rapport à l'axe F1 s'explique par le fait que la composante clarté allant du blanc au noir est difficilement séparable

de la composante couleur principale a* allant du rouge au vert.

L'ACP montre que la variabilité avant et après congélation évolue de façon comparable pour L*, a* et b*, qui ont sensiblement les mêmes coordonnées dans le repère F1, F2.

Après saumurage, malaxage et cuisson, on observe une similitude de variabilité entre a*cuisson et b*cuisson alors que la composante clarté L*cuisson évolue en opposition.

La composante couleur a* avant cuisson, prépondérante dans la couleur de la viande, conditionne l'évolution de la composante a* de la couleur après transformation ($r^2 = 0,4$; $p = 0,2\%$). Elle va influencer l'évolution du b* mais surtout du L* après cuisson.

Le tableau I présente les valeurs moyennes et les écart-types des pH et des composantes de la couleur sur produit frais, après congélation et après cuisson ainsi que celles du rendement technologique.

L'évolution de la relation entre le pH et le rendement technologique est représentée avant et après congélation dans la figure 5. L'intensité des relations est comparable. Le r^2 reliant le pHu et le rendement technologique après décongélation est de 0,20, le r^2 reliant le pH après décongélation et le rendement technologique après décongélation est de 0,21.

Les mêmes relations sont représentées pour la composante L* de la couleur dans la figure 6, où une évolution comparable est observée. Le r^2 (0,13) avec le L* avant congélation est identique au r^2 après décongélation.

CONCLUSION

Les critères de qualité que sont le pH et la couleur sont utilisables sur le pectoral de poulet pour prédire le rendement technologique en pièce cuite saumurée sans adjonction de polyphosphate et de carraghénane. La faiblesse des

Relation entre le pH, la couleur et le comportement dans la transformation du blanc de poulet en pièces cuites saumurées

relations entre le pH, la couleur et le rendement technologique s'explique en partie par l'expression de la variabilité individuelle car il n'y a pas d'allotement des différents individus. Ces résultats sont en accord avec d'autres études que nous avons réalisées (Debut et al., 2003, Boutten et al., en cours de publication).

Les facteurs pH semblent être plus discriminants comme chez les autres espèces que la composante L* de la couleur. La congélation modifie peu les relations entre le pH et la couleur et entre le pH, la couleur et le rendement technologique dans cette expérience.

Compte tenu de la difficulté, voire de l'impossibilité, de la mise en œuvre d'un tri pH en condition industrielle, une recherche en vue d'améliorer le tri couleur est en cours de réalisation.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- D.U. AHN, J. MAURER. Poultry meat color : pH and the heme-complex forming reaction. *Poultry Science*, 1990, 69, 2040-2050.
- AMSA. *Guidelines for meat color evaluation*. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL, 1990.
- S. BARBUT. Estimating the magnitude of PSE problem in poultry. *Journal of Muscle Foods*, 1998, 9, 35-49.
- B. BOUTTEN, M BRAZIER, N. MORCHE, J.L. VENDEUVRE. Influence of zootechnical factors on collagen characteristics and consequence on ham process. *Meat Science*, 2000, 55, 233-238.
- C. BERRI, N. JEHL. Facteurs de variation de la qualité technologique et organoleptique des viandes de poulets. *4^{èmes} Journées de la recherche avicole*, 2001, 245-252.
- M. DEBUT, C. BERRI, E. BAÉZA, N. SELLIER, C. ARNOULD, D. GUÉMÉNÉ, N. JEHL, B. BOUTTEN, C. BEAUMONT, E. LE BIHAN-DUVAL. Analyse en Composantes Principales (ACP) de la qualité technologique de la viande de poulet en relation avec le génotype et le stress avant abattage. *5^{èmes} Journées de la recherche avicole*, 2003, 355-358.
- K.O. HONIKEL. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 1998, 49, 4, 447-457.
- B. JACQUET, P. SELLIER, J.P. RUNAVOT, D. BRAULT, Y. HOUIX, C. PERROCHEAU, J. GOGUE, J. BOULARD. Prédiction du rendement technologique de la fabrication du jambon de Paris à l'aide de mesures prises à l'abattoir. *Journées Recherche Porcine*, 1984, 16, 49-58.
- N. JEHL. Segmentation du marché du poulet, 15 % de produits élaborés. *Viandes et Produits Carnés*, 2000, 21(2), 64-70.
- M.T. LESIAK, D.G. OLSON, C.A. LESIAK, D.U. AHN. Effect of post-mortem time before chilling and chilling temperatures on water-holding capacity and texture of turkey breast muscle. *Poultry Science*, 1996, 76, 552-556.
- P. MARTY-MAHÉ, G. RAFFY, M. OLLIVIER et P. MARCHAL. Détection de défauts sur carcasses de dinde sur chaîne d'abattage par vision numérique couleur. *3^{èmes} Journées de la recherche avicole*. 1999, 371-374.
- L.J. WILKINS, S.N. BROWN, A.J. PHILLIPS, P.D. WARRIS. Variation in the colour of broilers breast fillets in the UK. *British Poultry Science*, 2000, 4, 308-312.
- R.L. WOELFEL, C.M. OWENS, E.M. HIRSCHLER, R. MARTINEZ-DAWSON, A.R. SAMS. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science*. 2000, 81, 579-584.