

L'augmentation de la production de produits élaborés à base de viande de dinde rend de plus en plus nécessaire la prise en compte de la qualité technologique au niveau industriel. A l'heure actuelle, l'industrie de transformation de la viande ne dispose pas de méthode objective de tri de la matière première en fonction de la qualité technologique en dehors de la mesure du pH chez le porc. Or, depuis plusieurs années, l'industrie de la dinde est confrontée à une large variabilité en terme de couleur des filets de dinde : la couleur des escalopes varie du beige-gris au rose foncé. Ceci conduit à des retours de marchandise depuis les grandes surfaces de distribution. Des travaux menés par le Cemagref ont permis de mettre au point un prototype permettant de trier les jambons frais en fonction de leur couleur et de leur épaisseur de gras. Des travaux de recherche menés sur les carcasses de volaille portent sur les méthodes visuelles de détection des défauts sur les carcasses. Pour les produits transformés par saumurage et cuisson, une des caractéristiques de qualité les plus importantes est le rendement de cuisson, lui-même lié au pouvoir de rétention d'eau de la viande. Parmi les indicateurs potentiels du pouvoir de rétention d'eau et du rendement technologique, la couleur présente l'avantage de pouvoir être mesurée de façon non invasive et à un rythme très élevé, compatible avec les cadences industrielles de découpe, grâce aux techniques de vision numérique. La présente étude a pour objectif d'une part d'évaluer l'intérêt de la vision numérique comme instrument de tri des filets de dinde destinés à la transformation et d'autre part d'évaluer l'acceptabilité des escalopes par les consommateurs.

Filets de dinde

Un tri avant découpe de plus en plus performant grâce à la vision numérique

La grande variabilité de la couleur des filets de dinde permet un tri par vision numérique. Cet outil a de nombreux avantages : un contrôle rapide de la matière première, un tri en fonction des qualités technologiques de la viande mais aussi en fonction de l'acceptabilité du consommateur.

SANTÉ-LHOUTELLIER V.¹, SEBASTIÁN I., MARTY-MAHÉ P.², LOISEL PHILIPPE³, BROSSARD DIDIER³, JOUAN V., LE POTTIER G.², GILBERT S.⁴, MONIN G.¹

¹Inra, Station de Recherches sur la Viande, 63 122 GENÈS CHAMPANELLE,

²Comité Interprofessionnel de la Dinde française, 35 310 MORDELLES,

³Cemagref, 17 avenue de Cucillé, 35044 RENNES

⁴Adiv Marketing, 2 rue Chappe, 63 000 CLERMONT FERRAND

COULEUR ET RENDEMENT TECHNOLOGIQUE À L'ÉTUDE

Un total de 170 filets est prélevé dans un même site industriel à quatre dates différentes. Le choix des échantillons est effectué de façon à ce que toutes les intensités de couleur, de la plus claire à la plus foncée, soient représentées. Le pH ultime (pHu) était mesuré directement sur le muscle. Trois mesures de couleur par filet sont effectuées à l'aide d'un chromamètre (Minolta CR 300), et les résultats sont exprimés dans le système CIELAB (indices : L* de luminosité, a* de rouge et b* de jaune). La mesure de couleur par vision numérique est acquise à l'aide d'une caméra vidéo (tri CCD DXC 990 P SONY) selon la méthode d'analyse d'image couleur développée par le Cemagref (Marty-Mahé et al., 2002) et les résultats exprimés en indices L*, a*, b*, C* (saturation) et h* (angle de teinte). Les filets sont ensuite emballés sous vide, congelés et transportés au laboratoire. Après décongélation, le rendement de cuisson est mesuré sur un échantillon homogène de muscle (15 x 5 x 2,5 cm; 337 ± 14 g, n = 170) injecté avec 15 ± 0,5 % de saumure (136 g de sel nitrité par litre d'eau), scellé sous vide et cuit au bain-marie jusqu'à atteindre 68 °C à cœur. Les teneurs en sel (NF- 04405, valeur exprimée en % Na Cl) et en nitrites (NF- 04409, valeur exprimée en mg/kg de NaNO₂) sont déterminées sur une cinquantaine d'échantillons de viande cuite représentatifs des différentes classes de couleur. Une analyse de variance et un test de comparaison des moyennes sont réalisés.

ENQUÊTE AUPRÈS DES CONSOMMATEURS

L'étude est réalisée à partir de filets de dinde choisis à l'abattoir en fonction de leurs caractéristiques en vision numérique et répartis en quatre classes de couleur.

L'acceptabilité par le consommateur est testée en grande surface (test de consommateurs). Les tests d'acceptabilité sont effectués avec 80 consommateurs à chaque fois (J+2 après abattage et J+5 après abattage) et répétés 2 fois, soit au total 320 consommateurs interrogés.

Les consommateurs sont recrutés dans le linéaire, sur la base d'un questionnaire relatif à leurs habitudes de consommation et à leur milieu socio-économique. Les barquettes leur sont présentées à raison de quatre bar-

Figure 1 :
REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DE LA RELATION ENTRE L* ET LE RENDEMENT TECHNOLOGIQUE

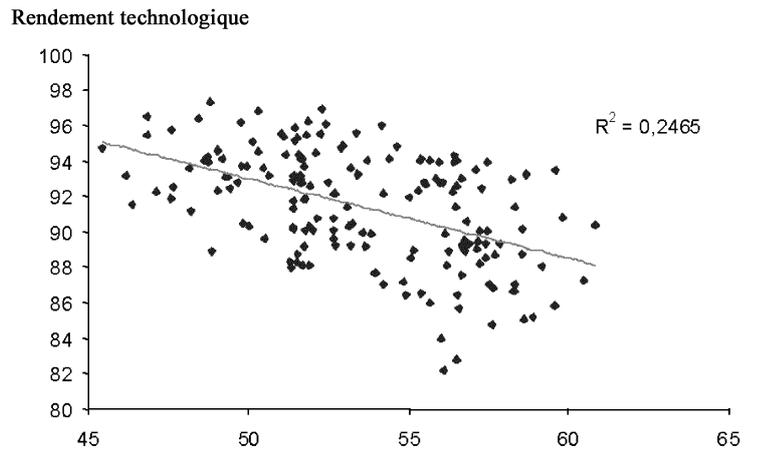


Tableau 1 :
FAIBLE RENDEMENT DE CUISSON POUR LES FILETS DE COULEUR CLAIR

	Classe (intervalle de L* vision)				Effet
	1 (45-48)	2 (49-52)	3 (53-56)	4 (57-60)	
Effectif	18	66	56	30	
Sel (0/0)	2,00	2,00	2,09	2,15	NS
Nitrites (mg/kg)	67,3 ^a	69,6 ^a	67,7 ^{ab}	64,6 ^b	***
Vision numérique					
L*	47,7 ^a	51,3 ^b	55,3 ^c	58,2 ^d	***
a*	19,5 ^a	19,4 ^a	17,7 ^b	17,4 ^b	***
b*	9,2 ^a	9,8 ^a	10,1 ^a	11,0 ^b	***
C*	21,6 ^{ab}	21,8 ^a	20,5 ^b	20,7 ^b	***
h*	0,44 ^a	0,47 ^a	0,52 ^b	0,57 ^c	***
Chromamètre Minolta					
L*	43,8 ^a	46,3 ^b	50,5 ^c	54,3 ^d	***
a*	7,6 ^a	6,6 ^a	4,7 ^b	4,5 ^b	***
b*	5,2	4,4	4,2	5,6	NS
pHu	5,95 ^a	5,94 ^a	5,85 ^b	5,79 ^c	***
Rendement de cuisson filet (%)					
	93,7 ^a	92,6 ^a	90,5 ^b	89,2 ^b	***

Couleur, teneur en sel et nitrites, pH à 24 heures (pHu) et rendements de la viande en fonction de la luminosité L* mesurée par vision numérique

quettes par test. Ils ont à les classer et à répondre aux questions suivantes : - Achèteriez vous ce produit? Quelle note lui donnez- vous? Qu'est ce qui vous plaît/déplaît dans ce produit?

La comparaison globale des résultats pour les quatre classes de couleur est réalisée par le Test de Friedman. La comparaison des résultats des classes de couleur 2 à 2 est réalisée par le test de Wilcoxon.

FAIBLE RENDEMENT DE CUISSON POUR LES FILETS DE COULEUR CLAIR

Les échantillons sont répartis en quatre classes selon leur luminosité

(L*) obtenue par vision numérique : de 45 à 48 (Classe 1), de 49 à 52 (Classe 2), de 53 à 56 (Classe 3) et de 57 à 60 (Classe 4). Ces classes représentent respectivement 10, 39, 33 et 18 % de l'effectif total des filets. La représentation graphique de la relation entre L* et le rendement technologique est montré sur la Figure 1. Le coefficient de régression linéaire est de 0,246. La concentration en sel des filets cuits est de 2 % dans toutes les classes de couleur. La concentration en nitrites est significativement supérieure dans les deux classes de couleur plus foncée (classes 1 et 2) et toujours inférieure aux quantités maximales fixées pour ce type de produits



(de l'ordre de 100 à 150 mg/kg pour les produits de salaison, charcuterie ou viande en conserve). Le rendement de cuisson est d'autant plus faible que les filets sont de couleur claire (Tableau 1). Le pH ultime est supérieur dans les filets des classes de couleur foncée (classes 1 et 2).

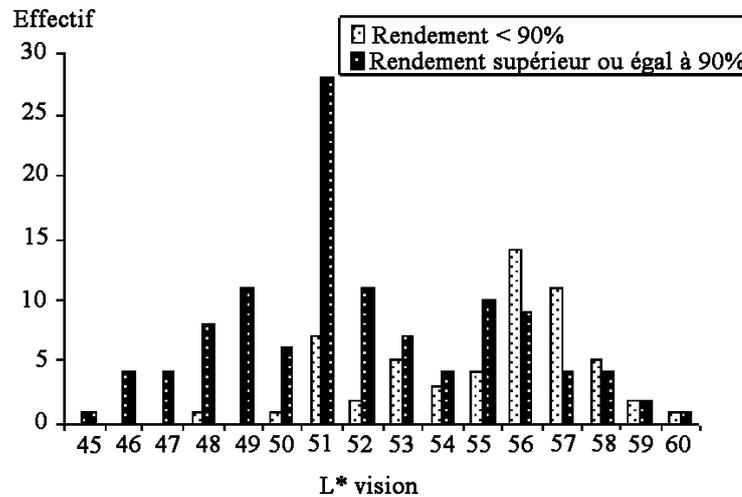
Dans nos conditions d'échantillonnage, la luminosité L^* présente une distribution bimodale (Figure 2), avec un premier pic centré à $L^* = 51$ et un autre à $L^* = 56$. Les deux pics se recoupent vers $L^* = 54$. De la même façon, la distribution des rendements montre deux populations dont l'intersection se situe vers 90-91 % (Figure 3). On peut considérer que la population distribuée autour de 51 représente les viandes de qualité technologique acceptable pour la production de produits élaborés, et que celle située autour de 56 représente des viandes de qualité technologique inférieure. On remarque que lorsque L^* est supérieur à 55, les rendements technologiques sont toujours inférieurs à 90 % (Figure 2).

Les résultats d'un tri effectué en ne conservant que les filets pour lesquels L^* est supérieure à une valeur seuil sont présentés dans le Tableau 2. Pour une valeur de $L^* > 55$, on a une chute marquée du rendement de cuisson. Si on retient cette valeur comme seuil, 69 % des filets sont retenus, pour un rendement de cuisson moyen de 91,5 %.

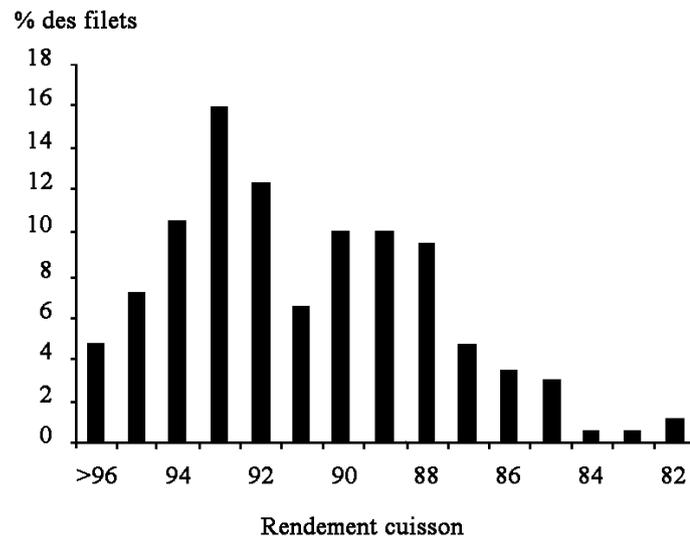
LE CHOIX DU CONSOMMATEUR S'ORIENTE CEPENDANT VERS CE TYPE DE PRODUITS

Les escalopes les plus claires recueillent le plus d'intention d'achat avec 88 % des consommateurs qui se déclarent favorable ou plutôt favorable à l'achat de ce produit (classe 4). A l'inverse, les escalopes de couleur sombre ne recueillent que 56 % d'intention favorable d'achat (classe 1). L'aspect est jugé satisfaisant par 59 % des consommateurs pour les escalopes de couleur claire. D'une manière générale, les classes de couleur 2, 3 et 4 des escalopes de dinde présentent un aspect qui satisfait le consommateur avant achat. La tendance s'inverse pour la classe 4 (escalope sombre) où 46 % des personnes interrogées déclarent l'aspect du produit non satisfaisant. Cette donnée peut être mise en parallèle avec les résultats sur la couleur des escalopes où il est nettement montré que la couleur des escalopes de classes 2, 3 et 4

Figures 1 et 2 :
LUMINOSITÉ ET RENDEMENT TECHNOLOGIQUE



Distribution des indices de luminosité L^* .



Distribution des rendements de cuisson

Tableau 2 :
TRI DES FILETS

Seuil L^* pour le tri	% de Filets retenus	Rendement moyen
< 48	8,8	93,7
48	10,6	93,7
49	17,1	93,3
50	21,2	93,3
51	41,8	92,2
52	49,4	92,9
53	50,6	91,2
54	60,6	91,1
55	68,8	91,5
56	82,4	89,4
57	91,2	89,4
>57	100,0	89,1

Pourcentage de filets retenus et rendement moyen

est appréciée par le consommateur alors que les escalopes de couleur sombre (classe 1) sont rejetées (Figure 4).

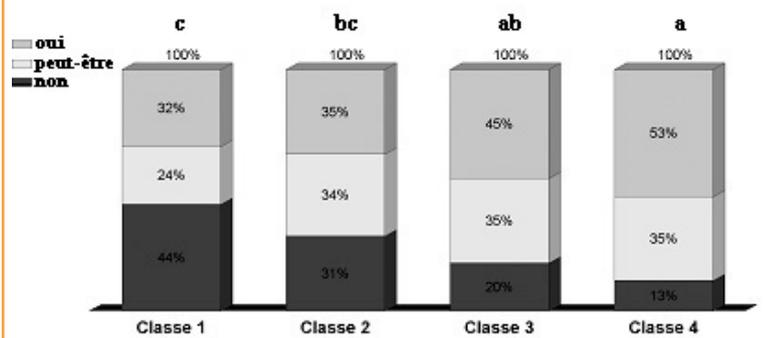
QUELQUES AMÉLIORATIONS NÉCESSAIRES POUR UN OUTIL AU DEMEURANT PERFORMANT

En conclusion, les résultats de cette étude montrent d'une part que les filets présentant les indices de luminosité les plus élevés (L* vision, filets plus clairs) ont un rendement à la cuisson significativement plus faible et d'autre part que les escalopes de dindes de classe claire voire très claire sont préférées par les consommateurs.

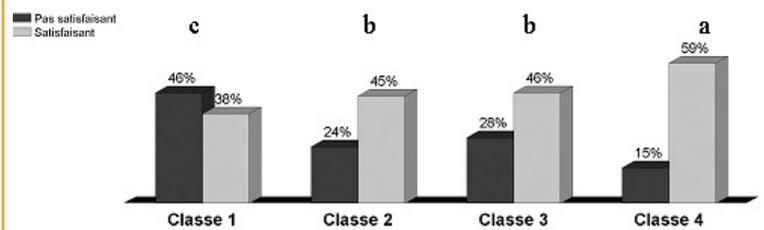
La méthode de traitement d'image se révèle performante pour le tri des pièces en fonction de l'acceptabilité par les consommateurs et des aptitudes technologiques de la viande. Elle permet de séparer les filets en deux groupes nettement distincts par leur qualité technologique moyenne, auxquels il est possible d'appliquer ultérieurement des traitements technologiques adaptés.

Cependant, le dispositif actuel n'est pas encore optimisé car le temps de traitement de l'image reste à ce jour de l'ordre d'une minute par filet. Il subsiste une intervention manuelle dans la définition de la zone d'intérêt. Ces deux points pourraient être améliorés dans le cadre du développement d'un équipement d'évaluation automatique de la couleur des filets de dinde compatible avec les cadences et les conditions d'ambiance industrielles. Cela nécessiterait le concours d'équipementiers spécialisés dans le contrôle des produits.

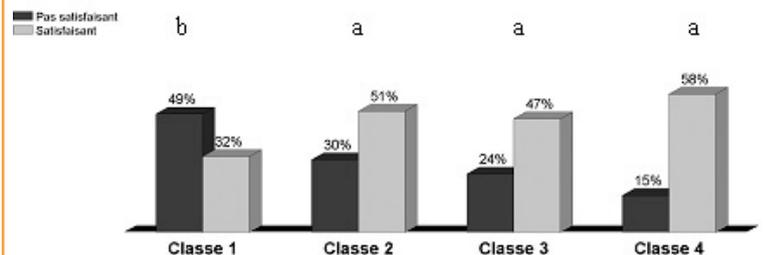
Figure 4 : ENQUÊTE MENÉE AUPRÈS DES CONSOMMATEURS



Question posée : à la vue de cette barquette, l'achèteriez-vous ?



Question posée : comment jugez-vous l'aspect ?



Question posée : comment jugez-vous la couleur ?

BIBLIOGRAPHIE

MARTY-MAHÉ P., LOISEL P., BROSSARD D., MONIN G., SANTÉ V. 2002. Color image analysis method for prediction of turkey breast transformation yield. The first European Conference on Colour Graphics, Imaging and Vision, April 2-5, France, University of Poitiers, pp. 372-374.

Remerciements

Cette étude a été réalisée grâce à l'appui financier de l'Ofival et du Cidef.