

# ETUDE DE LA DISTRIBUTION DES TISSUS ET DE LA QUALITE DE LA CHAIR DANS LA TRUITE FARIO PAR ANALYSE D'IMAGE COULEUR.

P. MARTY-MAHE<sub>1</sub>, P. LOISEL<sub>1</sub>, B. FAUCONNEAU<sub>2</sub>, P. HAFFRAY<sub>3</sub>, D. BROSSARD<sub>1</sub>

<sub>1</sub> Equipe PAIC URE TERE Cemagref, avenue de Cucillé, CS 64427, 35044 Rennes Cedex  
[pascale.marty-mahe@cemagref.fr](mailto:pascale.marty-mahe@cemagref.fr), tél : 02 23 48 21 21, fax : 02 23 48 21 15

<sub>2</sub> INRA, Station SCRIBE Campus de Beaulieu 35042 Rennes Cedex

<sub>3</sub> SYSAAF Station SCRIBE Campus de Beaulieu 35042 Rennes Cedex.

## Résumé

Nous avons étudié par analyse d'image couleur, la distribution des différents tissus et de la couleur de la chair dans la truite d'élevage en fonction de l'amélioration génétique et la composition de l'alimentation. Nous avons développé un système de vision couleur pour caractériser les tissus de la truite. Des méthodes de segmentation sont appliquées pour localiser les différents tissus, mesurer leur surface et leur couleur. Ces caractéristiques sont comparées au taux de lipides mesuré dans la chair par méthode chimique et par RMN.

*Mots clés* : Vision; analyse d'image couleur; segmentation; contrôle qualité; truite fario; tissus adipeux; couleur; muscle.

## Introduction

Le syndicat des sélectionneurs avicoles et aquacoles français (SYSAAF) et le département hydrobiologie et faune sauvage de l'INRA étudient le développement de la truite fario élevée en mer en fonction des améliorations génétiques et de la composition de son alimentation. Ils veulent évaluer les effets de la sélection génétique et de la teneur en lipide de l'alimentation sur la qualité de la chair du poisson en vue de disposer d'éléments sur son aptitude à la transformation. Dans ce cadre, ils ont demandé au Cemagref de développer deux méthodes basées sur l'IRM et sur la vision numérique couleur pour étudier le taux de lipide et la distribution des différents tissus et la distribution de la couleur dans les différentes parties du poisson. Dans ce but un système de vision couleur a été développé pour rechercher et mesurer les caractéristiques visuelles de la truite fario en relation avec les caractéristiques génétiques et la composition de l'alimentation des lots d'animaux. Un système de vision couleur a été développé et calibré et des méthodes de segmentation permettent de localiser automatiquement les différents tissus dans les darnes de truites et de mesurer leur surface et leur couleur. Les résultats obtenus par analyse d'image sont comparés aux taux de lipides mesurés chimiquement et estimés par mesures RMN. L'analyse d'image couleur fournit des informations pertinentes sur le développement des différents tissus et sur l'effet de l'alimentation sur le développement morphologique des truites.

## Matériels et méthodes

### Les animaux

Les expérimentations ont porté sur 48 truites fario de 27 mois de deux lignées, une lignée de contrôle et une lignée sélectionnée. Ces animaux ont été alimentés avec deux régimes contenant 16% de lipides et 26% de lipides pendant les 4 derniers mois de leur croissance en mer à la station de expérimentale marine IFREMER-INRA à Camaret. Les aliments ont été pigmentés avec 40 ppm d'astaxantine pendant les 12 derniers mois d'élevage en mer. Après abattage les animaux ont été saignés et transportés dans les laboratoires du Cemagref où les mesures ont été effectuées 48 heures après abattage. Les animaux ont été découpés en darnes (figure 1), 6 darnes ont été étudiées par analyse d'image couleur.

### Développement d'un système de vision couleur

Un système d'acquisition d'images couleur spécifique a été élaboré pour obtenir des images couleur des darnes. Ses spécificités résident dans l'éclairage et la méthode de calibrage du système d'acquisition d'image.

Le réglage du dispositif permet d'obtenir des pixels dont la taille est de 0,3 mm sur 0,4 mm.

Ce système a été calibré de façon à fournir à partir des images RGB (Rouge, Vert, Bleu) du système des images couleur dans un espace couleur standardisé CIE L\*a\*b\*.

### Les traitements d'image couleur

Des algorithmes de traitement d'images ont été développés pour segmenter automatiquement dans la darne de truite d'une part la peau, les tissus adipeux de périphérie et des épines dorsale et ventrale, les muscles rouges et le muscle blanc chair. De plus, des développements de traitements d'image ont été réalisés pour segmenter dans la chair la partie muscle blanc colorée et les tissus des myoseptes (fig 1).



Fig 1 Segmentation des myoseptes par la méthode du calcul du maximum du gradient sur les lignes diagonales de l'image L\*



Fig 2 Segmentation des tissus adipeux de périphérie, des muscles rouges et de l'arête

Dans l'image C (saturation) filtrée par un filtre médian, les tissus adipeux de périphérie, les muscles rouges et l'arête centrale sont extraits par un seuillage constant et par une analyse des composantes (fig 2).

### Mesures effectuées sur les images segmentées

La couleur du muscle blanc (comprenant ou non les myoseptes) est mesurée sur l'ensemble de la darne en coordonnées colorimétriques  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , H (teinte), C (saturation),  $a^*/b^*$

Les surfaces de myoseptes sont mesurées sur l'ensemble de la darne, pour les différentes méthodes de segmentation *Profil*, *Kmean*, *Kmean&Profil*. Les surfaces des zones adipeuses de périphérie et des muscles rouges sont mesurées et rapportées à la surface de la darne.

### Résultats

Le régime des animaux a un effet très significatif sur la luminance  $L^*$  de la chair incluant ou non les myoseptes des darnes entières. Pour le régime alimentaire R16 pauvre en lipides (16%), la chair des darnes est significativement plus sombre ( $L^*$  plus faible) que pour le régime R26 riche en lipides (26 %). Les surfaces relatives des myoseptes extraits par la méthode *Profil* sont plus importantes pour les animaux alimentés avec un régime riche en lipide (26%)

Le régime a un effet assez significatif sur les surfaces des tissus de périphérie, ces surfaces étant plus importantes pour le régime R26 que pour le régime R16 et également plus importantes dans la darne A4 que dans la darne A1.

Les luminances  $L^*$  de la chair comprenant les myoseptes ou de la chair seule sont corrélées aux taux de lipides contenus dans la chair dosés par la méthode Soxhlet et par mesure RMN dans la chair broyée des darnes (Toussaint et al. 2002) ( $r=0.76$  et  $r=0.75$ ). Les surfaces de myoseptes segmentés par la méthode *Kmean&Profil* et par la méthode *Profil* sont également corrélées au taux de lipides ( $r=0.72$  et  $r=0.65$ )

Les darnes dont la chair est la plus grasse ont également des surfaces de tissus adipeux de périphérie au niveau ventral et dorsal plus importantes ( $r=0.588$ ,  $r=0.582$ ) Par contre, les surfaces de muscles rouges sont liées négativement au taux de lipides de la chair ( $r=-0.51$  et  $r=-0.59$ ) et aux surfaces de tissus adipeux de périphérie au niveau ventral ( $r=0.582$ ). Les surfaces de tissus adipeux au niveau ventral et au niveau dorsal sont liées entre elles ( $r=0.88$ ).

### Discussion et conclusion

La valeur  $L^*$  de la chair décroît avec la teneur en lipide de l'alimentation. On observe un gradient antéro-postérieur de  $L^*$  et une hétérogénéité du dépôt du pigment à la surface de la darne. Bien que la taille des pixels soit une limitation de la méthode par vision pour les segmentations des myoseptes, les résultats mettent en évidence une influence de la teneur en lipide sur les surfaces de myoseptes. Les résultats mettent également en évidence l'effet de l'alimentation sur le développement des muscles rouges et des tissus de périphérie, le régime à haute teneur en lipide provoque un développement plus important des tissus adipeux de périphérie ce qui peut causer des problèmes aux transformateurs lors des processus de transformation ou de fumage. La composante  $L^*$  est un bon prédicteur de la teneur en lipide du muscle, la composante  $C^*$  et la surface de myoseptes améliorant le modèle de prédiction. Ces résultats ont été comparés à des mesures chimiques de référence, RMN (Toussaint et al. 2002) ou IRM. Cette étude montre que la vision et l'analyse d'image peuvent donner des informations préliminaires pour des applications dans l'industrie. Par ailleurs, ces méthodes ont été testées succinctement, avec succès, sur d'autres espèces de poisson.

### Références

Toussaint C.A, Médale F., Davenel A., Akoka S., Haffray P., Fauconneau B., 2002. Determination of the lipid content in fish muscle by a self-calibrated NMR relaxometry method : Comparison with classical chemical extraction methods. J. Sci. Food Agric., 82, (2), 173-178.