

## FACTEURS DE VARIATION DE L'APTITUDE A LA TRANSFORMATION DE LA VIANDE DE VOLAILLE

Gigaud Vérane<sup>1</sup>, Le Bihan-Duval Elisabeth<sup>2</sup>, Berri Cécile<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ITAVI, Unité de Recherches Avicoles 37380 NOUZILLY

<sup>2</sup>INRA, UR83 Recherches Avicoles, 37380 NOUZILLY

### INTRODUCTION

La viande constitue une part importante de l'alimentation dans les pays européens, avec 90 kg de viande consommée par an et par habitant. La volaille, avec 24 kg/an/habitant consommés se situe à la troisième place derrière le porc et le boeuf (Besson, 2008). Actuellement, la consommation de volaille se maintient grâce à une forte segmentation de l'offre, qui donne une part de plus en plus importante aux découpes et aux élaborés. En effet, si les achats des ménages sont globalement stables ces dernières années, ils montrent des évolutions divergentes selon les produits, avec une désaffection pour le poulet entier et un intérêt croissant pour les portions et les élaborés (Braine, 2008). En 2006, les parts de marché pour le poulet entier étaient de 39% contre 38% pour le poulet découpé et 23% pour les produits élaborés (Magdelaine, 2006). Face à ces évolutions, les attentes en terme de qualité technologique s'accroissent, l'objectif étant de produire de la viande présentant des caractéristiques adaptées à ces nouvelles formes d'utilisation et garantir une qualité optimale pour les consommateurs. Cette revue a pour objectif de faire le point sur les données acquises ces dernières années sur la variabilité de la qualité des viandes de volaille observée en France et sur les facteurs à l'origine de ces variations.

### 1. QUALITE TECHNOLOGIQUE DES VIANDES DE VOLAILLE

La qualité technologique se définit comme l'aptitude de la viande à être conservée en cru ou transformée, et fait intervenir de nombreux paramètres tels que le pouvoir de rétention en eau, la couleur ou la texture. Comme chez le porc, la cinétique de chute de pH dans le muscle après la mort de l'animal est un élément déterminant de la qualité des viandes de volaille. Elle résulte de la glycolyse qui intervient *post mortem* pour produire de l'ATP principalement à partir des réserves en glycogène du muscle. Elle s'évalue au travers de mesures de pH réalisées soit précocement après la mort de l'animal (15 minutes par exemple) pour évaluer la vitesse initiale ou après 24h de ressuage pour connaître la valeur ultime du pH (pHu).

Chez le poulet, le pH ultime est en grande partie déterminé par les réserves en glycogène du muscle au moment de l'abattage (Le Bihan-Duval et al., 2008b).

Plus ces réserves sont élevées, plus le pHu de la viande sera acide. La vitesse initiale de chute de pH est quant à elle influencée par l'activité physique de l'animal avant sa mort, en particulier l'intensité des battements d'ailes et des redressements sur la chaîne d'abattage (Debut et al., 2003 ; Berri et al., 2005a).

La cinétique de chute de pH post-mortem du muscle est donc soumise à de nombreux facteurs de variation, liés aux caractéristiques de l'animal ou aux conditions environnementales. Les variations engendrées peuvent être à l'origine de l'apparition de défauts de qualité. Ainsi, les viandes dont le pH chute rapidement et/ou dont le pH ultime est bas présentent un faible pouvoir de rétention en eau (PRE) et de ce fait sont peu adaptées à la transformation (Barbut 1996, 1997). C'est le cas des viandes PSE (Pale, Soft, Exsudative) ou acides identifiées depuis longtemps chez le porc et plus récemment chez la dinde et le poulet. A l'inverse, les viandes qui ont un pH ultime élevé présentent un fort PRE mais sont peu adaptées à la conservation en cru en raison d'un risque de développement microbien accéléré (Allen et al, 1997). Les variations de cinétique de chute de pH génèrent aussi des variations importantes de couleur de la viande, très préjudiciables pour les professionnels de la découpe (Gigaud et al., 2006, 2007).

Des corrélations réalisées au sein de différentes souches de poulets produites en France (du Label au poulet Lourd) ont montré que si le pHu est déterminant pour la luminance (L\*) et les rendements à la transformation quelle que soit la souche, les variations en terme de vitesse de chute de pH vont surtout avoir des conséquences pour la qualité des souches à croissance lente de type Label, dont l'activité sur la chaîne d'abattage est plus soutenue que celles des souches standards ou lourdes (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Corrélations entre les caractéristiques de pH musculaire et de qualité technologique du filet de poulet (Berri et al., 2005a)

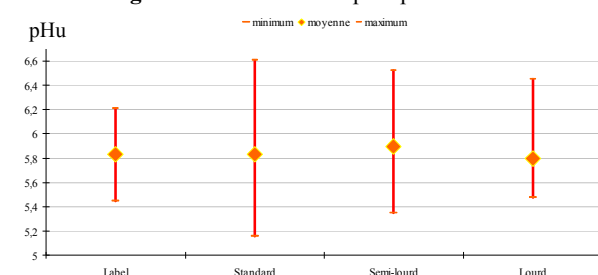
		Label	Standard	Lourd
pH15	Luminance L*	ns	ns	ns
	Exsudat	-0,35***	ns	ns
	Rdt technologique	0,21*	ns	ns
pHu	Luminance L*	-0,72***	-0,69***	-0,53***
	Exsudat	-0,60***	-0,56***	-0,39***
	Rdt technologique	0,70***	0,25*	0,28**

ns : non significatif, \*P ≤ 0,05, \*\*P ≤ 0,01, \*\*\*P ≤ 0,001.

## 2. HETEROGENEITE DE LA QUALITE DES FILETS DE POULET

Des données récentes obtenues dans différents abattoirs de poulets révèlent une large variabilité des paramètres de qualité, notamment en ce qui concerne le pH ultime et la luminance  $L^*$  du filet (Gigaud 2006, 2007). La Figure 1 montre que quel que soit le type de production, le pH ultime moyen des filets de poulet est proche de 5,8. En revanche, il existe une hétérogénéité importante autour de cette valeur, en particulier pour les souches de type standard. L'amplitude moyenne entre les valeurs minimale et maximale de pHu est de 1,45 points pour cette filière, contre 1,17 pour la filière semi-lourde, et 0,97 et 0,76 pour les filières Lourde et Label, respectivement.

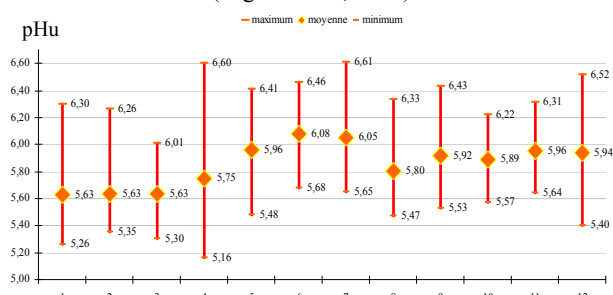
Figure 1 : Variabilité du pHu par filière



Label : 12 lots, Standard : 12 lots, Semi-lourd : 8 lots, Lourde : 6 lots.

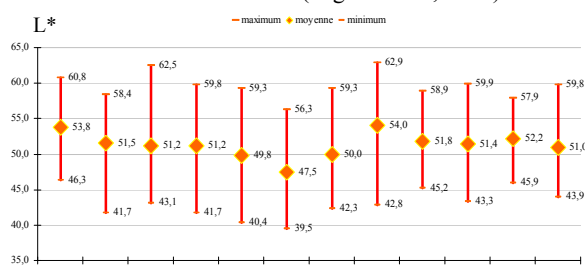
La variabilité en terme de pHu va s'exprimer à la fois au sein et entre les lots d'abattage, l'hétérogénéité au sein d'un même lot étant parfois aussi importante que celle entre lots (Figure 2).

Figure 2 : Variabilité intra- et inter-lots du pHu de filets de poulets standards mesuré en abattoir commercial sur 12 lots (Gigaud et al., 2007)



Parallèlement aux mesures de pH, ont été effectuées des mesures de couleur afin d'estimer l'impact que pouvait avoir les variations de pH observées sur la qualité du filet. La Figure 3 confirme en conditions industrielles l'impact très important du pHu sur la couleur de la viande, en particulier sa luminance  $L^*$  qui selon de nombreuses études peut être un bon indicateur de la qualité technologique de la viande.

Figure 3 : Variabilité intra- et inter-lots de la luminance  $L^*$  de filets de poulets standards mesurée en abattoir commercial sur 12 lots (Gigaud et al., 2007)

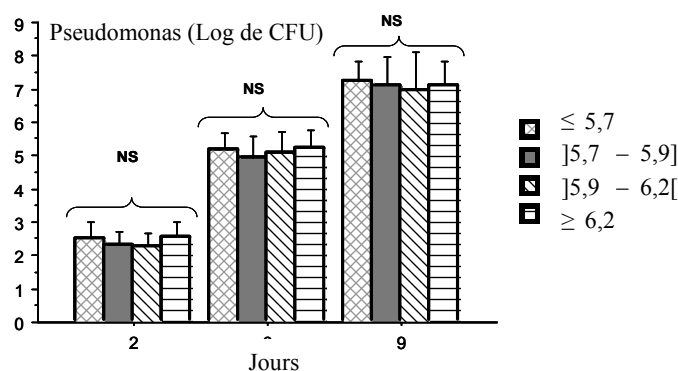


## 3. CONSEQUENCES DE LA VARIABILITE DU PHU SUR LA QUALITE

Si les conséquences des variations de pHu sur la qualité technologique de la viande ont été largement étudiées, il existe peu de données concernant les caractéristiques sensorielles et bactériologiques. En outre, les valeurs haute ou basse de pHu critiques pour la qualité de la viande de poulet ne sont pas bien connues.

Au cours d'une enquête réalisée en abattoir industriel (Gigaud et al., 2008), les filets ont été répartis en 4 classes de pHu (Tableau 2). L'étude a permis de confirmer l'impact très important du pHu sur les caractéristiques de couleur, en particulier la luminance  $L^*$ , mais aussi le pouvoir de rétention en eau et la dureté de la viande cuite. Ainsi les viandes à pHu élevé sont caractérisées par une couleur foncée, des pertes en eau à la cuisson et une résistance au cisaillement faibles. A l'opposé, les viandes acides présentent une couleur pâle, des pertes en eau à la cuisson et une résistance au cisaillement élevées. En ce qui concerne la qualité bactériologique, il est admis que plus le pH est élevé plus les risques de contamination des viandes sont forts. Nos résultats montrent une multiplication des *pseudomonas* au cours du temps, avec un nombre de colonies formées nettement plus élevé à 9 jours post-mortem qu'à 2 jours (Figure 4). En revanche, aucune différence significative n'a été mise en évidence dans nos conditions expérimentales entre les classes de pHu sur la flore d'altération.

Figure 4 : Evolution au cours du temps de la flore d'altération (*pseudomonas*) par classe de pHu



**Tableau 2** : Caractéristiques technologiques des filets de poulet par classe de pH ultime (moyenne  $\pm$  écart type)

	Classes de pHu				P
	$\leq 5,7$	[5,7 – 5,9]	[5,9 – 6,2]	$\geq 6,2$	
n	148	179	180	95	
pHu	5,63	5,82	6,02	6,26	***
Luminance L*	52,6 $\pm$ 2,2 <sup>a</sup>	49,85 $\pm$ 2,42 <sup>b</sup>	47,29 $\pm$ 2,71 <sup>c</sup>	45,12 $\pm$ 2,36 <sup>d</sup>	***
Indice de rouge a*	-0,71 $\pm$ 0,89 <sup>b</sup>	-0,22 $\pm$ 0,85 <sup>a</sup>	-0,18 $\pm$ 1,02 <sup>a</sup>	-0,81 $\pm$ 0,97 <sup>b</sup>	***
Indice de jaune b*	6,55 $\pm$ 1,90 <sup>a</sup>	6,04 $\pm$ 1,89 <sup>a</sup>	5,72 $\pm$ 1,95 <sup>b</sup>	6,46 $\pm$ 1,36 <sup>ab</sup>	*
Perte à la cuisson (%)	14,7 $\pm$ 1,9 <sup>a</sup>	13,6 $\pm$ 1,7 <sup>b</sup>	12,5 $\pm$ 1,8 <sup>c</sup>	11,1 $\pm$ 1,7 <sup>d</sup>	***
Résistance au cisaillement (N)	26,0 $\pm$ 10,0 <sup>a</sup>	21,4 $\pm$ 8,6 <sup>b</sup>	19,9 $\pm$ 6,8 <sup>c</sup>	16,8 $\pm$ 6,7 <sup>d</sup>	***

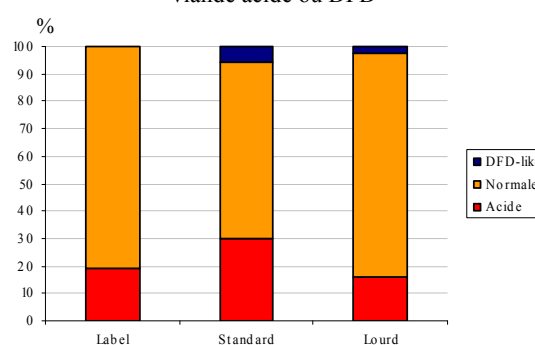
<sup>a-d</sup> Les moyennes avec des lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes ( $P \leq 0,05$ ).

\* $P \leq 0,05$ , \*\*\* $P \leq 0,001$ .

Sur le plan sensoriel, les différences observées entre classe de pHu étaient concordantes avec les mesures objectives réalisées en laboratoire. En particulier, les viandes à bas pH ( $\leq 5,7$ ) étaient perçues par le jury de dégustateurs comme des viandes blanches, pâles, dures, avec un arrière goût d'acidité, tandis que les viandes à haut pH ( $\geq 6,2$ ) ont été décrites comme des viandes sombres, tendres et sans arrière goût particulier. Aucun effet significatif du pH n'a été reporté pour les critères d'odeur et de jutosité, même si les filets à haut pH (pHu  $\geq 6,2$ ) avaient tendance à développer une odeur plus prononcée et à présenter une texture plus sèche.

Au vu de ces résultats, il apparaît que si le pH de la viande est déterminant sur le plan technologique, il peut aussi influencer les caractéristiques gustatives des filets. Les valeurs de pH basse et haute critiques en terme de qualité seraient respectivement 5,7 et 6,2. En deçà de 5,7, les viandes présentent des caractéristiques de viandes acides largement décrites chez le porc, à savoir une couleur très pâle, un faible pouvoir de rétention en eau et une dureté élevée après cuisson. Au-delà de 6,2, les filets présentent certaines caractéristiques typiques des viandes de type DFD (Dark, Firm, Dry) décrites chez les bovins, notamment une couleur sombre et une tendance à être plus sèches.

L'intégration des résultats émanant de différentes enquêtes réalisées sur sites industriels (Gigaud et al, 2006, 2007) indique que l'apparition de tels défauts est loin d'être négligeable (Figure 5). Ainsi, plus de 30% des filets de poulets standards présentent un pHu inférieur ou égal à 5,7 et peuvent donc être classés comme viande acide. A l'opposé, environ 6% ont un pH supérieur à 6,2 et peuvent donc être assimilés à des viandes de type DFD. Concernant la production de poulets lourds, l'apparition des défauts est moins fréquente mais s'élève néanmoins à 16% pour les viandes acides et 2,5% pour les viandes de type DFD. Dans le cas des poulets Label, les viandes acides représentent 19% alors que les viandes à haut pH de type DFD sont quasiment inexistantes (0,2%).

**Figure 5** : Fréquence d'apparition des défauts de type viande acide ou DFD

L'ensemble de ces observations souligne l'importance de la maîtrise du pH ultime de la viande si l'on veut à terme homogénéiser et optimiser la qualité de la viande de volaille. Ceci implique d'une part d'acquérir des connaissances sur les facteurs à l'origine des variations de pHu et des caractéristiques de qualité qui en dépendent mais aussi sur les mécanismes physiologiques sous-jacents à ces variations.

#### 4. ORIGINE DE LA VARIABILITE

Parmi les facteurs susceptibles d'affecter la qualité de la viande, il est possible de distinguer deux grandes classes : les facteurs liés à l'animal, principalement son origine génétique, son âge, sa conduite d'élevage et son alimentation, et les facteurs liés aux conditions d'environnement, notamment celles qui entourent l'abattage.

##### 4.1. Origine génétique

Plusieurs études ont démontré l'influence de la génétique sur la qualité de la viande de volaille. Ces études se sont basées soit sur des comparaisons de génotypes présentant des caractéristiques de croissance ou de composition corporelle différentes (Berri et al., 2001 ; Nadaf et al., 2007 ; Sibut et al., 2008) soit sur des estimations de paramètres génétiques au sein de populations uniques (Le Bihan-Duval, 2001, 2003, 2008b). Ces études menées sur des populations expérimentales ou commerciales ont permis de confirmer au niveau génétique des

corrélations fortes entre plusieurs caractéristiques musculaires (potentiel glycolytique et pH) et de qualité de viande. En outre, elles ont montré que les niveaux d'héritabilité pour les caractères de qualité de la viande sont généralement élevés chez les volailles (Tableau 3) et qu'il n'existe par ailleurs pas d'antagonisme avec les caractères de production classiques.

**Tableau 3 :** Héritabilités ( $h^2$ ) des caractéristiques métaboliques et de qualité du filet estimées dans une lignée commerciale lourde de poulet (Le Bihan-Duval et al., 2008b)

Caractères	$h^2 \pm SE$
Potentiel glycolytique	$0,43 \pm 0,05$
pH15	$0,30 \pm 0,05$
pHu	$0,34 \pm 0,06$
Luminance L*	$0,35 \pm 0,05$
Indice de rouge a*	$0,25 \pm 0,05$
Indice de jaune b*	$0,31 \pm 0,06$
Exsudat (%)	$0,26 \pm 0,04$
Perte à la cuisson (%)	$0,35 \pm 0,05$
Résistance au cisaillement (N)	$0,34 \pm 0,05$

Il est donc possible d'envisager d'améliorer la qualité de la viande chez les volailles par la voie génétique, par des approches classiques de sélection sur collatéraux ou grâce au développement de nouveaux outils moléculaires d'aide à la sélection. Des études sont actuellement en cours pour évaluer ces différentes possibilités. En particulier, une sélection sur le pHu de la viande est actuellement mise en place à l'Unité de Recherches Avicoles de l'INRA de Nouzilly. Par ailleurs, des recherches en génomique pour identifier les régions chromosomiques (QTL) mais aussi les gènes et les mutations responsables des variations de qualité des viandes chez le poulet ont été engagées avec pour objectif le développement de marqueurs moléculaires utilisables en sélection (Le Bihan-Duval et al., 2008a ; Sibut et al., 2009). Ainsi, des premières régions QTL de qualité de viande ont pu être identifiées (Nadaf et al., 2007) ainsi qu'une mutation associée aux variations de coloration de la viande chez le poulet (Lagarrigue et Le Bihan-Duval, 2009).

#### 4.2. Age et conditions d'élevage (parcours vs claustration)

Des études menées en conditions expérimentales sur plusieurs génotypes de poulets ont été conduites pour évaluer l'évolution des réserves en glycogène musculaire au cours du temps et donc l'impact possible de l'âge à l'abattage sur le pHu et la qualité de la viande (Tableau 4). Quel que soit le type de production (Label, certifié, standard), les réserves en glycogène musculaire diminuent au cours du temps. Ainsi, chez les poulets à croissance intermédiaire de type certifié le potentiel glycolytique musculaire peut évoluer significativement en une semaine ce qui

souligne l'importance que peut avoir l'âge d'abattage sur les caractéristiques de qualité en lien avec le pHu de la viande. Cette étude a par ailleurs confirmé que les filets des poulets standards sont moins riches en glycogène que ceux des poulets Labels, ce qui est en accord avec le pHu généralement plus acide de ces derniers (Berri et al., 2005a et b). En revanche, il n'a pas été mis en évidence d'effet des conditions d'élevage (parcours vs claustration) sur les caractéristiques musculaires des poulets Labels.

**Tableau 4 :** Evolution avec l'âge du potentiel glycolytique ( $\mu M$  équivalent lactate) du filet dans différents génotypes de poulet.

	Standard	Certifiés	Label
2 semaines	95,6a		
4 semaines	79,4b		
6 semaines	73,4b	88,8a	106,1a
7 semaines		84,1a	
8 semaines		69,2b	103,2a
12 semaines			83,3b
Effet âge	***	**	**

<sup>a-b</sup> Les moyennes avec des lettres différentes dans une même colonne sont significativement différentes ( $P \leq 0,05$ ).

\*\*\* $P \leq 0,01$ , \*\* $P \leq 0,001$ .

#### 4.3. Alimentation

Il existe peu d'études concernant l'impact de l'alimentation sur les caractéristiques de qualité technologique des viandes de volailles. Une première étude (Berri et al., 2008) a montré que la lysine, apportée dans le régime pour améliorer la composition corporelle des poulets (augmentation des rendements en muscle et diminution de l'engraissement), augmente le pH ultime et le pouvoir de rétention en eau de la viande fraîche, améliorant ainsi son aptitude à la transformation (Tableau 5).

**Tableau 5 :** Impact d'une supplémentation en lysine sur la composition corporelle et la qualité du filet de poulet (Berri et al., 2008)

% lysine	0.95	1.15	1.25	1.35	P
% filet	17,05	17,70	17,75	17,95	***
% gras abdo	2,63	2,54	2,41	2,42	**
pHu du filet	5,91	5,97	6,02	6,02	***
Exsudat du filet	2,01	1,82	1,67	1,73	***

\*\* $P \leq 0,01$ , \*\*\* $P \leq 0,001$ .

La teneur en protéines du régime peut aussi affecter la qualité technologique de la viande (Jlali et al., 2009). Ainsi, les réserves en glycogène du filet sont plus élevées lorsque les poulets reçoivent un aliment enrichi en protéine P+ (22,9%) par rapport à un régime moins riche P- (17%), l'effet étant toutefois dépendant du génotype considéré (Tableau 6). En effet, cette étude a été réalisée sur deux lignées expérimentales sélectionnées de façon divergente sur l'engraissement abdominal, et seuls les animaux de la lignée maigre sont sensibles aux variations de régimes. En accord avec les variations de réserves en

glycogène musculaire, la viande des poulets nourris avec le régime riche en protéine (P+) présente un pHu plus bas, une couleur plus claire et des pertes en eau par exsudation plus importante.

**Tableau 6 :** Effet du régime\* (P+ ou P-) sur les caractéristiques du muscle *Pectoralis major* dans 2 lignées expérimentales de poulets Maigre et Gras sélectionnées de façon divergente pour l'engraissement abdominal (Jlali et al., 2009)

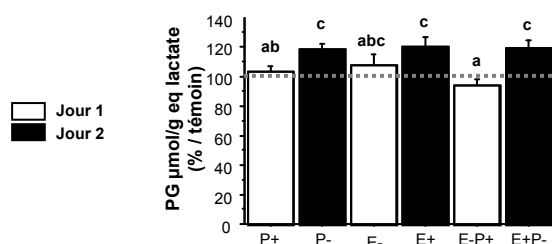
	Gras		Maigre	
	P-	P+	P-	P+
PG	104,8	105,4	94,9b	103,9a
pHu	5,76	5,77	5,88a	5,79b
L*	47,91	48,24	43,95b	47,04a
a*	-0,17a	-0,63b	1,91a	0,45b
Exsudat	1,30	1,37	0,87b	1,23a

<sup>a-d</sup> Les moyennes avec des lettres différentes sur la même ligne sont significativement différentes ( $P \leq 0,05$ ).

P+ et P- : aliments croissance iso-énergétiques (3050 kcal EM/Kg) différant pour la teneur en protéines, 22,9% et 17% MAT, respectivement.

Dans le cadre d'études sur l'alimentation séquentielle des poulets, il s'est avéré possible de moduler sur un court terme les réserves en glycogène musculaire, en particulier en alternant des régimes différant en protéines et/ou en énergie (Métayer-Coustard et al., 2008). Ainsi les réserves musculaires en glycogène augmentent avec les régimes les plus énergétiques et les moins riches en protéines (Figure 6). Les conséquences en terme de qualité de viande reste toutefois à évaluer sur ce type de modèle.

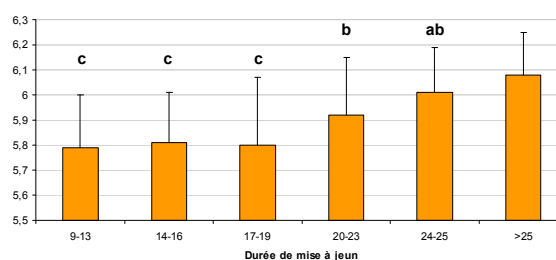
**Figure 6 :** Impact d'une alimentation séquentielle\* sur le potentiel glycolytique (PG) du muscle *Pectoralis major* de poulets de 2 semaines (Métayer Coustard et al., 2008)



\* Alimentation séquentielle avec une alternance sur 48h de régimes différant en protéines (P+ : 23% puis P- : 15%), en énergie (E- : 2800 puis E+ : 3200 kcal EM /kg) ou les 2 (E-P+ puis E+P-), et comparés avec un régime témoin (19% protéines, 3000 kcal EM /kg).

Enfin, des études sur le terrain ont montré que la durée de mise à jeun avant l'abattage des poulets peut influencer le pHu et donc la qualité de la viande. Des durées de jeûne supérieures à 20h peuvent conduire à une augmentation du pHu de la viande (Figure 7), reflétant un épuisement des réserves en glycogène musculaire des animaux.

**Figure 7 :** Incidence de l'allongement de la mise à jeun sur le pHu (Gigaud et al., 2007).



#### 4.4. Conditions précédant l'abattage

Grâce à des enquêtes sur le terrain, l'effet de plusieurs paramètres sur les caractéristiques de qualité du filet (pH, couleur) a été évalué. C'est le cas notamment des durées de ramassage et de transport.

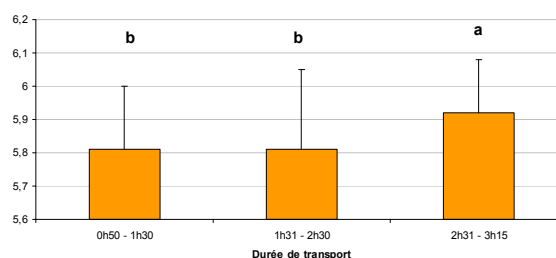
##### Ramassage

Le ramassage est une étape particulièrement stressante pour les animaux. Durant cette phase, les poulets sont attrapés par les pattes et emmenés vers les conteneurs dans cette même position. Ceci entraîne le redressement des poulets et des battements d'ailes plus ou moins longs et intenses (Kannan et Mench, 1996). Par conséquent, la durée du ramassage peut avoir une incidence sur la qualité des filets de poulet. Il a été observé que l'allongement de la durée de ramassage se traduit par une diminution du pHu, ce qui pourrait suggérer que les réserves énergétiques musculaires sont moins sollicitées chez les animaux ramassés sur une plus longue période (Gigaud et al., 2007).

##### Transport

Le transport peut aussi, selon les conditions et la durée, avoir un effet sur la qualité des viandes. Selon deux études (Gigaud et al., 2006, 2007), il apparaît que le pHu des filets de poulets standards est significativement plus élevé au-delà de 2h30 de transport (Figure 8).

**Figure 8 :** Incidence de la durée du transport sur le pHu (Gigaud et al., 2007)



#### 4.5. Méthode de narcose

En France, l'étourdissement des volailles est majoritairement basé sur une électronarcose réalisée

en bain électrifié. Des travaux chez la dinde ont souligné la difficulté de combiner bien être animal, qualité des carcasses et qualité des viandes (Mouchonière et al., 1999 ; Santé et al., 2000). Les intérêts et les limites de ce système sont bien connus : sur le plan du bien-être, la suspension des animaux par les pattes avant étourdissement est incontournable ; sur le plan de la qualité des carcasses, il augmente le risque de présence de points de sang au niveau des filets, de fractures de la fourchette, d'hématomes, etc.

L'étourdissement gazeux des poulets de chair représente une alternative. Différents mélanges gazeux adaptés aux volailles ont fait l'objet de recommandations au niveau de la commission européenne. Cependant, les travaux scientifiques à l'origine de ces recommandations n'ont concerné que les poulets de chair de type standard (Raj et Gregory 1990a et b; Gerritzen et al., 2000). Or, en France, la filière poulet est diversifiée avec des poulets de type standard, certifié et Label qui comme cela a été évoqué précédemment présentent des comportements différents face à l'abattage.

L'étude de l'interaction entre génotype (Label, certifié, standard) et méthode de narcose (gazeux ou électrique) sur le comportement et la qualité de la carcasse et de la viande a montré que chaque génotype présente des comportements différents avant et pendant l'étourdissement avec des conséquences différentes sur la qualité de la viande (Gomez et al., 2007 ; Santé-Lhoutellier et al., 2007). Si l'application de la narcose sous atmosphère modifiée est envisageable pour toutes les productions (Label, certifié, standard), il est indispensable de prendre en compte les spécificités de chaque génotype pour adapter les conditions d'étourdissement, notamment en terme de durées d'application, qui doivent être plus longues pour les animaux Labels ou certifiés que pour les souches standards.

Concernant les caractéristiques de qualité (Tableau 7), l'étude confirme que les carcasses des animaux étourdis par atmosphère modifiée présentent moins de défauts (pétéchies, bouts d'ailes rougies) que celles des animaux étourdis par électronarcose. En revanche, les conséquences en terme de qualité de viande se sont avérées limitées. L'analyse sensorielle des filets cuits a néanmoins mis en évidence l'impact positif de la narcose en atmosphère modifiée sur l'aspect visuel des filets cuits, qui apparaissent plus clairs et plus homogènes en raison d'une présence de pétéchies moins élevée. Il est maintenant indispensable de valider ces premières observations en milieu industriel, ce qui permettra de prendre en compte les conditions réelles qui entourent l'abattage mais aussi les spécificités des différents systèmes de narcose mis en place.

**Tableau 7 :** Impact du mode de narcose (en bain électrifié ou gazeux) sur la qualité des carcasses et des filets de poulet

	Classe <sup>1</sup>	Gaz	Electrique	P
<b>Ailes rougies</b>	0	49,1 %	24,8 %	***
	1	<b>36,6 %</b>	<b>52,8 %</b>	
	2	<b>13 %</b>	<b>21,7 %</b>	
	3	1,2 %	0,6 %	
<b>Pétéchies sur le filet</b>	0	95,6 %	89,4 %	*
	1	<b>4,3 %</b>	<b>10,6 %</b>	

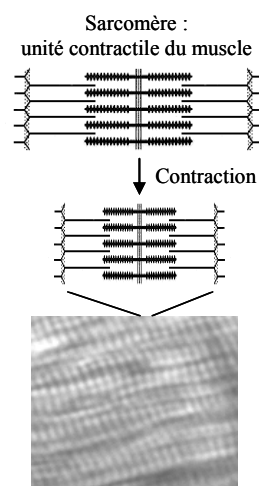
<sup>1</sup> Fréquence d'apparition des défauts : 0 = pas ; 1 = peu ; 2 = moyen ; 3 = beaucoup

\*P ≤ 0,05, \*\*\*P ≤ 0,001.

#### 4.6 Traitement des carcasses

Du fait de la demande croissante en produits découpés et élaborés, la tendance est à désosser les filets le plus rapidement possible après l'abattage. Les enjeux sont principalement financiers, puisque le désossage à chaud réduit les coûts dus aux pertes au ressuage et au stockage des carcasses. Toutefois, ces pratiques peuvent entraîner des défauts de texture. Lorsqu'un muscle est détaché trop tôt de son os, il peut se contracter (Figure 9). Cette aptitude à la contraction dépend des réserves énergétiques du muscle au moment de la découpe, et de ce fait, le génotype et les conditions qui entourent l'abattage peuvent influencer ce phénomène.

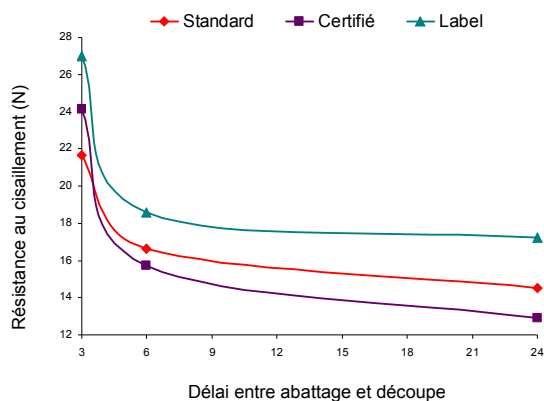
**Figure 9 :** Schéma représentant la contraction des sarcomères de la myofibrille à l'origine des phénomènes de contracture post-mortem du muscle



Des études menées en abattoir expérimental ont montré un impact très important du délai entre abattage et découpe sur la texture du filet (Figure 10). Plus ce délai est court, plus la dureté de la viande cuite est élevée, et ce quel que soit le type génétique considéré (Label, certifié, standard). Ces études ont en particulier montré l'intérêt de pratiquer une découpe 6h plutôt que 3h après l'abattage pour préserver les caractéristiques de texture des filets, y compris sur le plan sensoriel. Dans le cas des standards et des certifiés, les filets découpés 3h post-mortem sont systématiquement jugés plus fermes (moins tendres),

plus fibreux et plus secs en fin de mastication que ceux découpés 6h post-mortem. Dans le cas des Labels, les filets découpés à 3h sont aussi jugés plus fermes que ceux découpés à 6h post-mortem, les filets découpés le lendemain de l'abattage étant néanmoins les plus tendres, les moins fibreux et les moins secs.

**Figure 10 :** Impact du délai entre abattage et découpe sur la résistance au cisaillement des filets cuits pour différents génotypes de poulets



Concernant, les pratiques de découpe, la législation impose actuellement un délai minimal de 6h pour la production Label, ce qui selon notre étude paraît approprié. Par contre, aucune réglementation n'existe sur ce sujet pour les productions standards ou certifiées. Or ces productions sont autant concernées par les variations de dureté de viande liées au délai de découpe que la production Label. Les industriels de l'abattage doivent donc considérer cet aspect et envisager des adaptations technologiques pour préserver au mieux les caractéristiques de texture des filets de poulet, en particulier ceux destinés à la vente en portion.

Une solution est la stimulation électrique des carcasses qui permet d'accélérer la vitesse initiale de chute de pH en mobilisant de suite après la mort les réserves énergétiques du muscle. Cette pratique qui limite les risques de contractures au froid (ou « cold-shortening ») est largement utilisée chez les bovins et est aussi pratiquée en volaille dans certains pays comme les Etats-Unis. Toutefois, la mise en place d'une telle méthodologie en France doit nécessairement prendre en compte les caractéristiques des animaux utilisés pour les différents types de production (label, certifié, standard). En effet, dans le cas d'animaux réactifs comme les Labels, déjà enclins à une vitesse de chute de pH rapide, la stimulation électrique des carcasses pourrait entraîner l'apparition de défauts de type PSE (Pale, Soft, Exudative) qui comme cela a été largement montré détériore l'aptitude à la transformation de la viande. Pour cette raison, le développement d'une telle pratique n'est pas forcément une réponse pour tous les types de production, à moins d'envisager des adaptations méthodologiques limitant les stress et l'activité avant

l'abattage, comme par exemple l'utilisation de l'atmosphère modifiée pour étourdir les animaux.

## CONCLUSIONS

Cette synthèse souligne la multitude des facteurs susceptibles d'influencer les caractéristiques de qualité des viandes de volaille, et la nécessité d'acquérir des connaissances sur chacun d'entre eux. Des projets ambitieux ont pu être engagés ces dernières années grâce au soutien des pouvoirs publics et des professionnels dont l'objectif est d'optimiser la qualité de la production française et faire face à la concurrence internationale. Le rapprochement d'organisme de recherches (INRA) et de développement (ITAVI) dans le cadre de l'Unité Mixte Technologique BIRD a notamment favorisé le développement d'études sur le terrain en partenariat avec les professionnels de l'abattage, étape essentielle pour le transfert des résultats scientifiques obtenus en conditions expérimentales. Par ailleurs, des travaux de génomique ont été engagés pour identifier les mécanismes moléculaires, génétiques ou physiologiques, importants pour la qualité de la viande. Leur objectif est à terme de développer des marqueurs génétiques utilisables pour la sélection et des marqueurs physiologiques utiles pour améliorer les conditions d'élevage.



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allen, C.D., Russell, S.M. and Fletcher, D.L. 1997. Poult. Sci. 76 : 1042-1046.
- Barbut S., 1996. Can. J. Anim. Sci. 76 : 455-457.
- Barbut, S. 1997. Br. Poult. Sci. 38 : 355-358
- Berri, C., Besnard, J., Relandeau, C., 2008. Poult. Sci., 87 : 480-484.
- Berri C., Debut M., Santé-Lhoutellier V., Arnould C., Boutten B., Sellier N., Baéza E., Jehl N., Jégo Y., Duclos M.J., Le Bihan-Duval E. 2005a. Br. Poult. Sci. 46 : 572-579.
- Berri C., Le Bihan-Duval E., Baéza E., Chartrin P., Picgirard L., Jehl N., Quentin M., Picard M., Duclos M.J. 2005b. Anim. Res. 54 : 123-134.
- Berri C., Wacrenier N., Millet N., Le Bihan-Duval E. 2001. Poult. Sci., 80 : 833-838.
- Besson D., 2008. INSEE première n°1208.
- Braine A. 2008. TeMA n°6.
- Debut M., Berri C., Baéza E., Sellier N., Arnould C., Guémené D., Jehl N., Boutten B., Jégo Y., Beaumont C., Le Bihan-Duval E. 2003. Poult. Sci., 82 : 1829-1838.
- Gerritzen M.A., Lambooi E., Hillebrand S.J.W., Lankhaar J.A.C. et Pieterse C. 2000. Poult. Sci. 79 : 928-933.
- Gigaud V., Bordeaux T., Le Bihan-Duval E., Berri C. 2008. Viandes et Produits Carnés. 12èmes Journées : Sciences du Muscle et Technologies des Viandes, Tours (FRA), 2008/10/08-09, numéro hors série, 61-62.
- Gigaud V., Debut M., Berri C., Le Bihan-Duval E., Travel A., Bordeaux T., 2006. Viandes et Produits Carnés. 11èmes Journées : Sciences du Muscle et Technologies des Viandes, Clermont-Ferrand (FRA), 2006/10/04-05, numéro hors série, 213-214.
- Gigaud V., Geffard A., Berri C., Le Bihan-Duval E., Travel A., Bordeaux T. 2007. XVIII European Symposium on the Quality of Poultry Meat and XII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg products, Prague (CZE), 2007/09/02-05, 113-114, WPSA Czech branch.
- Gomez S., Deiss V., Gatellier P., Gigaud V., Berri C., Santé-Lhoutellier V. 2007. 7èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours (FRA), 2007/03/28-29, 99-103 CDRom : file:///F:/Environnement/B67-SANTE1-version%20def.pdf (Résumé p. 45), ITAVI, Paris (FRA).
- Jlali M., Sibut V., Gigaud V., Sellier N., Tesseraud S., Métayer Coustard S., Duclos M. J., Le Bihan-Duval E., Berri C. 2009. 8èmes Journées de la Recherche Avicole, Saint Malo (FRA), 2009/03/25-26.
- Kannan G, Mench JA. 1996. Br. Poult. Sci, 37 : 21-31
- Lagarigue S., Le Bihan-Duval E. 2009. 8èmes Journées de la Recherche Avicole, Saint Malo (FRA), 2009/03/25-26
- Le Bihan-Duval E, Berri C, Baéza E, Santé V, Astruc T, Rémignon H, Le Pottier G, Bentley J, Beaumont C, Fernandez X. 2003. Gen. Sel. Evol., 35 : 623-635.
- Le Bihan-Duval E., Berri C., Baéza E., Millet N., Beaumont C. 2001. Poult. Sci. 80 : 839-843.
- Le Bihan-Duval E., Berri C., Pitel F., Nadaf J., Sibut V., Gigaud V., Duclos M.J. 2008a. INRA Prod. Anim. 21 : 159-166.
- Le Bihan-Duval E., Debut M., Berri C., Sellier N., Santé-Lhoutellier V., Jégo Y., Beaumont C. 2008b. BMC Genetics 9 : 53.
- Mouchonière M, Le Pottier G, Fernandez X. 1999. Poult. Sci. 78: 485-489.
- Magdelaine P., 2006. Les Jeudis de la WPSA, Nantes (France).
- Métayer Coustard S., Mameri H., Joubert R., Lescoat P., Berri C., Collin A., Tesseraud S. 2008. 7èmes Journées Francophones de Nutrition, Brest (FRA), 2008/11. Nutrition Clinique et Métabolisme 22 : S68.
- Nadaf J., Gilbert H., Pitel F., Berri C.M., Féve K., Beaumont C., Duclos M.J., Vignal A., Porter T.E., Simon J., Aggrey S.E., Cogburn L.A., Le Bihan-Duval E., 2007. BMC Genomics 8 : 155.
- Raj A.B.M., Gregory N.G. 1990a. Res. Vet. Sci., 49 : 360-363.
- Raj A.B.M., Gregory N.G. 1990b. Res. Vet. Sci., 49 : 364-366.
- Santé-Lhoutellier V., Gomez S., Deiss V., Gigaud V., Berri C., Gatellier P., 2007. 7èmes Journées de la Recherche Avicole, Tours (FRA), 2007/03/28-29, 485-489 CDRom file:///F:/qualite/Q68-SANTE2-version%20def.pdf (Résumé p. 149), ITAVI, Paris (FRA).
- Santé V., Le Pottier G., Astruc T., Mouchonière M., Fernandez X. 2000. Poult. Sci. 79 : 1208-1214.
- Sibut V., Hennequet C., Le Bihan-Duval E., Duclos M., Berri C. 2009. 8èmes Journées de la Recherche Avicole, Saint Malo (FRA), 2009/03/25-26
- Sibut, V., Le Bihan-Duval, E., Tesseraud, S., Godet, E., Bordeaux, T., Cailleau-Audouin, E., Chartrin, P., Duclos, M. J., Berri, C., 2008. J. Anim. Sci., 86 : 2888-2289.