



Réseau Cohérence - Pôle Agricole
2 avenue du Chalutier sans pitié
22190 Plérin
tel : 02.96.58.01.94
mail : tatiana.mole@reseau-coherence.org

QUALITE DE LA VIANDE DE PORC SELON LES SYSTEMES D'ELEVAGE

Cohérence tente, depuis plusieurs années de promouvoir des pratiques d'élevage alternatives en production porcine (intérêt du lien au sol, élevage sur litière, homéopathie...). Leurs avantages en termes agronomiques, environnementaux, de bien-être animal, de santé animale ou humaine ne sont plus à démontrer. Mais qu'en est-il de la qualité de la viande produite selon de telles pratiques (bio et durable) ? Qu'entend-on par « qualité de viande » ? De quels facteurs la qualité d'une viande dépend-elle ? Le mode d'élevage est-il un facteur de variation de la qualité ?

1. CRITERES DE QUALITE

La notion de qualité peut se définir selon la norme ISO 8402 comme « l'ensemble des propriétés et caractéristiques d'un produit ou d'un service qui lui confèrent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés ou implicites ». En d'autres termes, la qualité est la satisfaction du client ou de l'utilisateur. En l'occurrence pour la viande, il s'agit de satisfaire les consommateurs et les industries de la transformation, qui constituent les utilisateurs à hauteur respective de 20 à 35% et de 65 à 80% de la carcasse produite (Anderson H.J., 2000). La qualité concerne cependant l'ensemble des opérateurs de la filière, qui attendent des satisfactions liées à la rentabilité de leur activité. C'est ainsi que la qualité définie par les uns ne correspond pas nécessairement à la qualité définie par les autres, les appréciations de la qualité apparaissent parfois même contradictoires (FPW, 2001).

Pour le producteur, c'est essentiellement en terme de qualité de la carcasse, notion qui ne va pas automatiquement de pair avec la qualité de la viande, mais également en terme d'état physiologique de l'animal et d'identification dans le cadre du système de traçabilité SANITEL, que se dessinent ses exigences.

La qualité technologique ou aptitude à la transformation (pH, pouvoir de rétention d'eau, couleur, genre de découpe, fermeté du lard, composition chimique, propriétés gélifiantes, statut anti-oxydant,...) et qualité hygiénique (absence de micro-organismes pathogènes, de substances interdites et de contaminants d'origines diverses,...) constituent les deux paramètres d'importance pour les opérateurs de la viande.

Pour le consommateur, la notion de qualité de la viande de porc peut être scindée en critères « invisibles », relatifs notamment à l'aspect sécurité dont ils espèrent tacitement le contrôle efficace par les pouvoirs publics, et des critères « visibles », relatifs à l'aspect organoleptique, à la présentation et également au prix (Anderson H.J., 2000).

Une proportion toujours plus large de consommateurs accorde une importance grandissante à l'image des produits carnés consommés ; cette image intègre en particulier la manière dont les animaux sont élevés, le niveau de bien-être qui leur est assuré et le degré de pollution engendré par l'élevage (Bonneau M. *et al.*, 1996). Enfin, un aspect 'émotionnel' de la qualité, est mis en évidence aujourd'hui par l'intérêt que les consommateurs portent à l'origine du produit ; le nom de l'éleveur et le Département sont appliqués sur l'étiquette du produit. (Chevillon *et al.*, 2000a).

Une étude récente auprès des consommateurs a permis d'identifier leurs quatre principales préoccupations vis à vis de la qualité de la viande de porc, dans l'ordre d'importance :

1. La sécurité sanitaire
2. Le goût de la viande fraîche
3. L'impact sur l'environnement
4. Le bien être animal

(source : enquête « cochon de Bretagne », 2007)

1.1. QUALITE TECHNOLOGIQUE

Après l'abattage, les caractéristiques physiques, physico-chimiques et biochimiques des muscles changent rapidement et influencent la qualité de la viande d'un point de vue technologique (aptitude d'une viande à la transformation et à la cuisson), mais aussi hygiénique et organoleptique.

La transformation du muscle en viande nécessite 2 phases :

- L'établissement de la rigor mortis qui résulte d'une diminution du pH musculaire après la mort. L'évolution du pH dépend de la vitesse et de l'amplitude de la chute. Le pH ultime varie d'un muscle à l'autre. Il est important de prendre la mesure de pH sur des muscles représentatifs de la carcasse ou à haute importance économique, de plus, ces muscles devront être faciles d'accès. Généralement, on utilise le muscle demi-membraneux pour représenter le jambon et le muscle long dorsal entre les 3^{ème} et 4^{ème} dernières côtes pour la longe.
- L'évolution des protéines de structure pendant la maturation de la viande qui va augmenter progressivement la tendreté de la viande. La vitesse de maturation de la viande dépend de la température puisqu'il s'agit d'un processus enzymatique, mais aussi de l'évolution post mortem du pH de la viande. Si la chute de pH est trop rapide, la maturation ne sera pas complète et la viande sera moins tendre.

1.2. QUALITES ORGANOLEPTIQUES

La qualité organoleptique (capacité d'impressionner un récepteur sensoriel) dépend de quatre critères : la couleur, la tendreté, la jutosité et la flaveur.

- o **La couleur** : critère d'importance car elle risque d'influencer la décision d'achat du consommateur, qui recherche une viande de couleur homogène, ni trop pâle, ni trop foncée. Elle est fonction de l'âge et de la race de l'animal, de la structure et du degré d'acidité de la viande.
- o **La tendreté** : correspond à la facilité avec laquelle une viande se laisse trancher ou mastiquer (Lebret *et al.*, 1999). Elle dépend de la teneur en collagène (influencée par la cuisson) et de la structure des fibres musculaires (liée à la diminution du pH post-mortem et des réactions chimiques durant la maturation de la viande).
- o **La jutosité** : impression de libération de jus au cours de la mastication. Elle est liée à la quantité d'eau libre subsistante dans la viande et à la sécrétion de salive stimulée par le gras intramusculaire.
- o **La flaveur** : associe les saveurs et les arômes. Elle dépend essentiellement de la teneur en lipides de la viande.

Van Oeckel (1999) a réalisé d'importants travaux en matière de qualité de la viande, et a conclu que le pH mesuré 45 minutes après l'abattage suffit à prédire la couleur, la tendreté et la perte de jus, en ordre décroissant de précision. Elle suggère une valeur limite d'acceptation du pH 45 minutes pour que ces critères restent acceptables : pH 5,6 à 5,8.

2. INFLUENCE DES FACTEURS D'ELEVAGE SUR LA QUALITE DES TISSUS ADIPEUX ET DU TISSU MUSCULAIRE

La qualité technologique des tissus adipeux dépend de leur consistance, fonction de la teneur en lipide des tissus, et de leur aptitude à la conservation, limitée par l'oxydation des acides gras polyinsaturés. Les principaux défauts de qualité organoleptiques que peuvent présenter les tissus adipeux sont d'une part le rancissement et d'autre part le développement d'odeurs sexuelles que peuvent présenter certaines carcasses de porcs entiers (Lebret, 1997).

La qualité du tissu musculaire du porc est fonction du type génétique de l'animal, des conditions d'élevage et des conditions d'abattage. La qualité organoleptique de la viande dépend de son aspect visuel, de sa tendreté, de sa jutosité et de sa saveur. La qualité technologique de la viande varie en fonction de l'utilisation envisagée. Si on considère le jambon cuit, un des principaux produits transformés dans la filière, son rendement de fabrication dépend essentiellement du Pouvoir de Rétention en Eau (PRE) de la viande, qui résulte principalement de la vitesse et de l'amplitude de la chute du pH post-mortem.

2.1. L'ALIMENTATION

La conduite alimentaire (périodes de rationnement) et le rapport protéines/énergie de la ration déterminent le taux de croissance et la composition du gain de poids des porc, en fonction de leur potentiel génétique.

Concernant le niveau alimentaire, un rationnement peut être mis en œuvre pour réduire la vitesse de croissance et ainsi augmenter l'âge à l'abattage des porcs pour un poids donné. Une restriction alimentaire durant la période de finition affecte d'avantage le dépôt de tissus gras que le développement des tissus maigres. Le rationnement des porcs permet de produire des carcasses plus maigres que lorsque l'aliment est distribué à volonté (Ellis *et al.*, 1996 ; Wood *et al.*, 1996 ; Lebret *et al.*, 2001) mais il induit également une diminution de la teneur en gras intramusculaire, ce qui affecte la jutosité et la tendreté de la viande (Ellis *et al.*, 1996). Toutefois, quelques études ne rapportent aucun effet significatif de la conduite alimentaire sur les qualités organoleptiques de la viande obtenue (Wood *et al.*, 1996 ; Candek-Potokar *et al.*, 1998) . Les qualités technologiques de la viande, quant à elles, ne semblent pas affectées par la mise en place de rations (Candek-Potokar *et al.*, 1998 ; Candek-Potokar *et al.*, 1999 ; Lebret *et al.*, 2001).

La composition de la ration, et notamment son ratio protéines/énergie, peut influencer la teneur en lipides intramusculaire des carcasses. Des régimes déficitaires en protéines ou en lysine mais suffisamment riches en énergie, distribués pendant les périodes d'engraissement et de finition, permettent d'augmenter la teneur en lipides intramusculaire des viandes, et donc leur tendreté et leur jutosité. La réduction des apports de lysine et de protéines affectent toutefois la vitesse de croissance des animaux.

Une diminution progressive du rapport lysine/énergie associée à des apports énergétiques limités (80% du niveau « à volonté ») durant toute la période d'engraissement allonge la durée de la période de finition et aboutit à l'abattage de porcs plus vieux, ce qui peut être utile pour respecter la législation « Label Rouge » (minimum 182 jours à l'abattage) par exemple.

Cette stratégie alimentaire permet d'augmenter le gras intramusculaire mais ne modifie pas l'épaisseur de gras et la teneur en tissus maigres des carcasses, contrairement à ce que l'on observe sur des porcs rationnés (Lebret *et al.*, 2001).

La nature des lipides ingérés a des effets majeurs sur les caractéristiques des tissus adipeux chez le porc (Mourot *et al.* 1991). Un régime riche en acides gras insaturés conduit à la production de tissus gras mous et sensibles à l'oxydation. Cependant les lipides d'origine végétale, qui contiennent beaucoup d'acides gras polyinsaturés, sont toujours largement utilisés en alimentation animale pour des raisons économiques. Pour limiter l'oxydation de ces acides gras, une supplémentation de la ration par un antioxydant naturel, comme la vitamine E, peut être préconisée (Mourot *et al.*, 1992a). Comme pour les lipides du tissu adipeux externe, la supplémentation en vitamine E permet de limiter l'oxydation des acides gras polyinsaturés au cours de la conservation des viandes (Dirinck et De Winne, 1995). Selon Cheah *et al.* (1995), cette supplémentation permettrait même de diminuer les pertes en eau de 54% du muscle long dorsal. Une analyse sensorielle montre une différence significative en faveur des viandes d'animaux ayant reçu de la vitamine E pour le goût frais, la tendreté et la jutosité (Dirinck et De Winne, 1995).

La supplémentation de la ration alimentaire par de la vitamine C améliore légèrement les performances zootechniques des animaux, et au niveau des critères de qualité de la viande, on observe une augmentation du pH ultime et une augmentation du rendement technologique de la viande (Mourot, 1992c).

2.2. LE TYPE SEXUEL

Les caractéristiques des tissus adipeux chez le porc dépendent du type sexuel des animaux. L'adiposité des femelles est supérieure à celle des mâles entiers, et la castration entraîne une augmentation de l'adiposité (Wood, 1984). En conséquence, les tissus adipeux des mâles castrés contiennent plus de lipides et moins d'eau que ceux des mâles entiers, et des femelles dans une moindre mesure (Guéblez *et al.* 1993). A même poids vif, les mâles entiers ont des lipides plus insaturés que les femelles et les mâles castrés.

Les teneurs en lipides intramusculaires des femelles et des mâles entiers sont équivalentes, et inférieures à celle des mâles castrés. Cette augmentation du taux de lipides chez les animaux castrés s'accompagne d'une amélioration de l'aptitude à la conservation. Les viandes de porcs mâles entiers seraient plus dures (Barton-Gade, 1987) et auraient un rendement technologique légèrement inférieur aux autres types sexuels (Guéblez *et al.*, 1993). Une autre différence concerne le pH ultime des muscles rouges qui serait plus bas chez les femelles (Larzul *et al.*, 1997) et plus élevé chez les mâles entiers (Fernandez et Tornberg, 1991). Cependant, le principal problème lié à l'emploi des viandes de porcs mâles entiers reste celui des odeurs sexuelles.

2.3. L'AGE ET LE POIDS D'ABATTAGE

D'une façon générale, la teneur en lipides intramusculaires s'accroît avec l'âge et le poids des animaux. Ainsi, Candek-Potokar *et al.* (1996) montrent que la teneur en lipides du muscle long dorsal s'accroît avec le poids, que les animaux soient rationnés ou nourris à volonté. Cependant, à poids égal, l'augmentation de l'âge à l'abattage consécutif à la restriction alimentaire se traduit par une réduction de la teneur en lipides intramusculaires (Candek-Potokar *et al.*, 1998). La qualité technologique de la viande n'est pas modifiée par une augmentation du poids des porcs à l'abattage de 100 à 120-130 kg. Plusieurs études montrent qu'une telle augmentation du poids à l'abattage ne modifie pas non plus la qualité organoleptique de la viande, évaluée par des mesures physiques ou sensorielles (Malmfors *et al.*, 1978 ; Desmoulin *et al.*, 1983 ; Candek-Potokar *et al.*, 1998), alors que Ellis *et al.* (1996) rapportent une augmentation de la force de cisaillement et une diminution de la tendreté, de la jutosité et de l'acceptabilité globale de la viande avec l'augmentation du poids à l'abattage de 80 à 120 kg. Une augmentation plus importante du poids à l'abattage de 100 à 160 kg s'accompagne d'une légère diminution du pH ultime et de la tendreté du muscle long dorsal, malgré l'augmentation de sa teneur en lipides (Cisneros *et al.*, 1996a).

2.4. LA TEMPERATURE AMBIANTE

La température d'élevage influence les besoins énergétiques et les performances de croissance des porcs : l'énergie utilisée pour maintenir la température du corps augmente avec la baisse de la température en dessous d'un seuil critique. A même niveau alimentaire, une diminution de la température d'élevage entraîne une réduction de l'adiposité des carcasses : l'effet de la température s'apparente alors à celui du rationnement. Par contre, si le niveau de la ration est adapté aux besoins des animaux afin qu'ils atteignent la même vitesse de croissance, la diminution de température n'a pas d'effet notable sur la masse adipeuse totale de la carcasse, mais elle modifie sa répartition : le pourcentage de tissu adipeux externe augmente, alors que le pourcentage de tissus adipeux interne (panne) diminue (Lefaucheur *et al.*, 1991).

La température de référence pour des porcs en engraissement se situe entre 22 et 25°C, mais ces seuils dépendent des conditions de logement (en groupe ou individuel) et du génotype des porcs (Le Dividich *et al.*, 1998). Dans une expérimentation de Lebret *et al.* (2002) la diminution de la température d'élevage de 24°C (considéré comme référence) à 17°C a permis d'augmenter la vitesse de croissance des porcs, car ils ont augmenté leur consommation d'aliment. A l'inverse, lorsque la température ambiante est trop élevée, la consommation d'aliment et la croissance des porcs diminuent.

Dans l'étude de Lebret *et al.* (2002), les porcs élevés à basse température ont produit un jambon cuit d'une couleur plus claire, moins homogène, mais avec une texture et une flaveur similaires au lot témoin. L'exposition au froid entraîne également un pH initial et post-mortem plus bas, ce qui affecte la qualité technologique de la viande (Lefaucheur *et al.*, 1991). La température ambiante influe sur la composition de la carcasse et les propriétés du muscle, avec des conséquences possibles sur la qualité de la viande.

3. IMPACTS DU SYSTEME D'ELEVAGE SUR LA QUALITE DES VIANDES

L'impact du système d'élevage sur les caractéristiques de la viande de porc résulte de l'interaction entre :

- Les modalités de logement (type de sol, densité animale, température ambiante, accès extérieur, plein air...) qui influencent l'activité physique et les besoins alimentaires des animaux,
- La conduite alimentaire et la composition des aliments,
- Le génotype des animaux, surtout dans les systèmes de production avec des races de porcs locales.

3.1. TYPE DE SOL ET DENSITE ANIMALE EN BATIMENTS

Le type de sol et la surface disponible par animal, ainsi que l'activité physique des porcs, peut influencer sur les performances de croissance et les caractéristiques de la carcasse et de la viande. Comparés à des porcs élevés sur caillebotis intégral avec 0,76 m² accessibles par cochon, les animaux élevés sur paille (3,5 m²/porc) présentent un indice de consommation plus élevé, une meilleure croissance et une carcasse plus grasse (Beattie *et al.*, 2000 ; Gentry *et al.*, 2002a). La différence de niveau de consommation d'aliment peut être expliquée par une température ambiante plus basse et un accès au nourrisseur plus facile en système extensif (Lebret *et al.*, 2006a). Une réduction de la surface accessible par porc engraisé sur paille accumulée de 3,5 à 1,13 m² n'a pas d'effet significatif sur la croissance des porcs et l'efficacité alimentaire (Patton *et al.*, 2008).

L'effet positif de conduites d'élevages sur paille sur les activités d'investigation des porcs n'est plus à démontrer (Lyons *et al.*, 1995 ; Petersen *et al.*, 1995, Beattie *et al.*, 2000). Ces activités peuvent être interprétées comme indicatrices de bien-être chez le porc. Les effets de l'engraissement sur paille avec une surface accessible par porc augmentée sur la réponse physiologique au stress de l'animal lors du transport et de l'abattage, et donc sur la qualité finale de la viande, ont fait l'objet de plusieurs études (Geverink *et al.*, 1999 ; De Jong *et al.*, 2000 ; Klont *et al.*, 2001). Bien que les conditions de logements de l'animal aient une influence positive sur son activité et sur sa sécrétion de cortisol salivaire, durant la période d'élevage et le transport vers l'abattoir, seules de légères différences généralement non significatives, ont pu être constatées entre les qualités technologiques et biochimiques de viandes de porcs sur paille et conventionnels (Klont *et al.*, 2001 ; Geverink *et al.*, 1999). Une étude menée sur les produits carnés en Ecosse, prenant en compte la génétique et les conditions d'élevage des porcs, a démontré que le bacon issu de porcs élevés sur litière présentait de meilleures qualités sensorielle, notamment en terme de flaveur, que des porcs élevés en bâtiments conventionnels (Maw *et al.*, 2001). Ces résultats peuvent être expliqués par une plus forte teneur en gras intramusculaire de la viande de porcs élevés sur paille (Beattie *et al.*, 2001 ; Gentry *et al.*, 2002a).

3.2. SYSTEMES D'ELEVAGES EN BATIMENTS AVEC COURETTES

Le logement en bâtiments avec courettes constitue une alternative intéressante entre les systèmes sur litière et en plein air, dans le sens où il bénéficie d'une bonne image auprès des consommateurs (Rainelli, 2001 ; Dransfield *et al.*, 2005) et nécessite un temps de travail et des coûts de production moindres qu'en élevage de plein air. De plus, il répond aux exigences du cahier des charges agriculture biologique européen. Une expérimentation sur deux systèmes d'élevage (paille raclée + courette et conventionnel) a été menée pour évaluer le bien-être et la santé des animaux, leurs performances de croissance, la qualité des carcasses et de la viande (Lebret *et al.*, 2006a ; Meunier-Salaün *et al.*, 2006). Les surfaces accessibles par animal diffèrent selon les systèmes : 0,65 m²/porc conduit en conventionnel contre 1,3m² /porc (bâtiment)+ 1,1m²/porc (courette) en système alternatif. Les résultats de l'étude montrent que les porcs bénéficiant de la courette présentent un meilleur statut sanitaire à l'abattoir et consacrent plus de temps à leurs activités d'investigation (Meunier-Salaün *et al.*, 2006) ce qui traduit un plus grand bien-être des animaux (Guy *et al.*, 2002). Leurs performances de croissance sont améliorées : leur indice de consommation est plus important, mais leurs carcasses sont plus grasses que celles des porcs conventionnels. Aucune différence significative n'a été constatée concernant leurs réponses physiologiques et comportementales lors de l'attente à l'abattoir et de l'abattage en lui-même (Lebret *et al.*, 2006a). Toutefois, les jambons présentent un pH ultime plus bas en système avec courette, en lien avec une activité physique plus importante qui augmente la capacité d'oxydation du muscle (Gentry *et al.*, 2002a ; Bee *et al.*, 2004).

Concernant la qualité des viandes, celles issues de systèmes avec courette sont plus juteuses, du fait d'une plus grande concentration en lipides, tandis que l'odeur, la saveur et la tendreté restent similaires. Le système d'élevage n'influence pas l'appréciation globale de la viande par les consommateurs, lorsque ces derniers ne sont pas informés des conditions d'élevage de l'animal dont elle est issue. Cependant, le mode de production influence grandement le choix des consommateurs : 59% des consommateurs français interrogés opteraient pour une viande « d'extérieur » contre 8% préférant une viande « en bâtiments » et 34% resteraient indifférents à ce critère de choix (Dransfield *et al.*, 2005). Ces résultats soulignent les différences entre la qualité « perçue » et la qualité « réelle » des produits porcins issus d'élevages conventionnels et alternatifs (Edwards, 2005).

3.3. ELEVAGES EN PLEIN AIR

Un certain nombre d'études ont été menées pour évaluer les effets de l'élevage en plein air de porcs au génotype « moderne » (issus des schémas de sélection classiques) sur leurs performances et la qualité de leur viande. Dans ces systèmes d'élevage, les porcs sont soumis aux variations climatiques, ils bénéficient de beaucoup d'espace et d'un environnement diversifié, ils peuvent exprimer leur comportement d'investigation, avoir une activité physique soutenue, et trouver de la nourriture par eux-mêmes, en complément de l'aliment distribué. Tous ces facteurs influencent la réponse de l'animal à son environnement, en terme de croissance et de qualité de viande. Les porcs de plein air sont généralement élevés en grands groupes et rarement mélangés à d'autres. Aussi, les réactions de stress des animaux lors de leur départ à l'abattoir, où ils peuvent être mélangés avec des porcs d'autres élevages, sont importantes à prendre en compte dans l'évaluation de la qualité de la viande (Terlouw, 2005).

Beaucoup d'études ont conclu que l'élevage de plein air en climat tempéré n'a que peu d'impacts sur les performances de croissance et la composition de la carcasse des porcs (Gentry *et al.*, 2002a). Par contre, en climat froid, la croissance des porcs est réduite et l'épaisseur du gras dorsal est moindre (Bee *et al.*, 2004). La composition des muscles des porcs élevés en plein air est différente de celle de porcs conventionnels : leur teneur en lipides intramusculaires est moindre du fait de conditions d'élevages plus difficiles (Enfält *et al.*, 1997 ; Sather *et al.*, 1997 ; Bee *et al.*, 2004).

Le fait que les animaux puissent chercher d'autres sources de nourriture dans l'environnement naturel joue beaucoup sur la composition en acides gras essentiels de leurs tissus : le niveau d'acide linoléique et d'autres oméga-3 et 6 est bien supérieur chez des porcs élevés en plein air (l'herbe est très riche en acide linoléique) (Nilzen *et al.*, 2001 ; Bee *et al.*, 2004 ; Lebret et Guillard, 2005). On constate également que les porcs d'extérieur fixent plus de vitamine E dans leur gras superficiel et dans leurs lipides intramusculaires ; cette dernière a un rôle préventif vis à vis de l'oxydation des lipides et du développement de substances anti-nutritionnelles durant le stockage de la viande (Andres *et al.*, 2001 ; Nilzen *et al.*, 2001, Gonzalez et Tejada, 2007). De plus, L'élevage en plein air améliore les qualités nutritionnelles de la viande. Dans les systèmes de production traditionnels méditerranéens, la consommation d'herbe durant la période de finition augmente la teneur en acides gras et la quantité d'anti-oxydants contenus dans le muscle des porcs, et donc la qualité des produits (Lopez-Bote, 1998).

Concernant la qualité technologique de la viande, Gentry *et al.* (2002b) et Bee *et al.* (2004) n'ont constaté aucune différence de durée et de niveau de chute du pH post mortem sur la longe de porc plein air comparé à celle de porc conventionnel. Les impacts de l'élevage plein air sur la qualité technologique de la viande dépendent des muscles considérés : on constate des effets bien plus néfastes sur le jambon que sur les muscles de la longe (Gandemer *et al.*, 1990 ; Bee *et al.*, 2004).

Une question importante et souvent débattue concerne la réaction au stress pré-abattage de porcs issus de différents systèmes d'élevage et les impacts de ce stress sur la qualité des viandes. Terlouw *et al.* (2004) a évalué les réponses comportementales et physiologiques des porcs lors du mélange des cheptels à l'abattoir, en fonction de leurs conditions d'élevages (plein air / conventionnel). Ils ont montré que lors du rassemblement, les porcs plein air se battent moins que les porcs conventionnels ; ils présentent moins de lésions superficielles, une teneur en glycogène du muscle plus élevée avant et après abattage et un pH plus faible que ces derniers. Barton-Gade (2008) a également relevé moins de comportements agressifs chez les porcs plein air après mélange au chargement, ce qui suggère que cet événement soit plus stressant pour leurs congénères élevés de façon conventionnelle. Les différences de comportement observées ont eu peu d'impacts sur les indicateurs de qualité de la viande mesurés dans cette étude. Des différences de qualité plus nettes auraient pu être observées si on avait comparé un groupe de porcs conventionnels mélangé, pour lesquels les conditions de détention avant abattage favorisent les comportements agressifs et l'activité physique, et un groupe de porcs plein air non mélangé, comme cela s'observe en pratique dans les abattoirs. (Lebret *et al.*, 2006b).

Les qualités organoleptiques de la longe de porcs élevés en plein air sous climat tempéré, au génotype « classique », et moins stressés avant l'abattage (conditions de détention plus favorables) ne sont que légèrement améliorées (plus grande tendreté ; Gentry *et al.*, 2002b) voire similaires (Gandemer *et al.*, 1990) à celles de la longe de porcs conventionnels. L'étude d'Enfält *et al.* (1997) rapporte au contraire une tendreté et une jutosité dégradées dans la longe de porcs plein air, ce qui pourrait être expliqué par un pH ultime et une teneur en gras intramusculaire plus faible dans cette étude.

3.4. ELEVAGES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

En agriculture biologique, l'interdiction d'utiliser des acides aminés de synthèse et l'obligation de distribuer aux porcs des fibres alimentaires jouent sur la croissance des animaux et la qualité de leurs carcasses et de leur viande.

Hansen *et al.* (2006) ont montré que des porcs élevés en agriculture biologique recevant moins de concentrés (70%) et des fibres alimentaires à volonté présentaient un Gain Moyen Quotidien (GMQ) réduit (-27%) et une carcasse avec plus de viande maigre (+ 1%) que des porcs recevant 100 % de concentrés, qu'ils soient élevés en agriculture biologique ou selon un schéma conventionnel. Le fait de réduire l'apport de concentrés n'affecte pas le pH ou l'exsudation de la viande mais en diminue la teneur en lipides et la tendreté.

Une autre étude a été réalisée par Millet *et al.*, (2005) sur l'alimentation (100% bio contre 100% conventionnelle, avec acides aminés de synthèse) et le logement des porcs (accès extérieur avec 4m²/porc contre sol bétonné avec 1m²/porc). Les résultats ont montré que les performances de croissance des animaux ont été meilleures, mais les carcasses plus grasses, en logement optimisé tandis que les modalités d'alimentation n'ont pas eu d'effets significatifs. Les valeurs de pH et la couleur de la viande sont restées similaires entre les différents systèmes.

La principale difficulté à surmonter en agriculture biologique est l'adéquation des apports en protéines aux besoins du porc en croissance : Généralement, en conditions d'élevages, les porcs conduits en agriculture biologique reçoivent moins d'acides aminés essentiels. De ce fait, leurs performances de croissance sont moindres, et leurs carcasses sont plus grasses (gras superficiel + lipides intramusculaires), ce qui améliore leurs qualités organoleptiques (Sundrum *et al.*, 2000).

En conclusion, l'impact de la conduite en agriculture biologique sur les performances de croissance de l'animal et sur les critères de qualité de la viande dépend essentiellement de l'alimentation, et du mode de logement dans une moindre proportion. Ainsi, les qualités organoleptiques de la viande de porcs bio sont très variables et dépendent du système d'élevage considéré (alimentation x logement).

3.5. L'ELEVAGE TRADITIONNEL MEDITERRANEEN : INTERACTIONS ENTRE LE GENOTYPE ET LE SYSTEME D'ELEVAGE

Le système sylvopastoral traditionnel dans les régions méditerranéennes met en œuvre des animaux de races locales, élevés de façon extensive dans les sous-bois, pour produire des aliments secs à forte valeur ajoutée, comme le jambon cru. Ces animaux présentent de faibles performances de croissance, ont des carcasses grasses de conformation médiocre, et ont des prédispositions à fixer plus d'acide oléique que les races conventionnelles (Edwards et Casabianca, 1997). De plus, en systèmes traditionnels, la période de finition a lieu en automne, dans des forêts de chênes et de châtaigniers. Les animaux se nourrissant de glands et de châtaignes (riches en amidon) déposent beaucoup de gras superficiel et intramusculaire, ce qui donne de grandes qualités organoleptiques (jutosité, flaveur) aux produits secs issus de leur viande. Ces systèmes d'élevage jouent également un rôle important dans l'entretien des sous-bois et la préservation des paysages : la production porcine y est très liée aux écosystèmes et participe à leur préservation (Lopez-Bote, 1998 ; Edwards, 2005).

L'utilisation de races locales dans un environnement naturel pour la fabrication de produits porcins spécifiques et de haute qualité est reconnue par un label européen « Protected Designation of Origin » (PDO). Certains PDO ne s'adressent qu'aux élevages utilisant des races locales pures (la race Alentejano au Portugal ; en France, les porcs basques, corses et gascons), d'autres tolèrent les croisements (le porc Ibérique espagnol) enfin quelques PDO autorisent les races conventionnelles (en Italie, pour le jambon de Parme notamment).

La production de jambons secs ibériques, pour laquelle différents génotypes et modes d'élevages peuvent être mis en œuvre, montre des exemples intéressants d'effets positifs des interactions génotype x environnement sur la qualité de la viande de porc.

Des porcs ibériques de race pure ont été croisés avec des souches Duroc pour augmenter leur prolificité, leurs performances de croissance et leur pourcentage de viande maigre. La dénomination « jambon ibérique » distingue les produits issus de plus de 50% de porc ibérique de race pure et ceux contenant plus de 50% de Duroc. Une récente étude a montré que les propriétés organoleptiques de ces deux jambons étaient différenciables par les consommateurs (Ventanas *et al.*, 2007a).

Mis à part l'influence des génotypes, d'autres études ont été réalisées pour identifier les caractéristiques des muscles et des tissus adipeux de porcs dont l'alimentation en période de finition diffère. Secondi *et al.* (1992) ont montré que les porcs corses finis sous les plantations de châtaigniers déposent une quantité de gras très importante en un temps limité. Le fait que ces porcs aient une croissance modérée puis une période de finition à croissance rapide (du fait des conditions d'élevage extensives) permet d'exprimer le potentiel de la race Corse à accumuler des lipides dans le muscle (Secondi *et al.*, 2007). Pendant la finition, la proportion de lipides intramusculaire triple, du fait du stockage de triglycérides dans le muscle. Le mode de finition détermine fortement la qualité des produits secs : Des consommateurs ont pu différencier les jambons secs de porcs ibériques élevés en plein air et se nourrissant de glands et d'herbe et ceux de porcs de même race élevés en confinement avec des aliments concentrés (Cava *et al.*, 2000).

Une étude plus récente a démontré que les consommateurs testés préféraient des produits secs issus de longes de porcs ibériques élevés en plein air avec des glands et de l'herbe par rapport aux mêmes produits issus de porcs croisés Duroc et Ibérique élevés dans des conditions similaires ou issus de porcs ibériques purs élevés en bâtiments avec un aliment conventionnel (Ventanas *et al.*, 2007). Ces résultats prouvent l'existence d'interactions génotype x environnement capables d'affecter la croissance et la qualité de la carcasse et de la viande des animaux, et d'une manière générale, capables d'améliorer les qualités sensorielles et l'acceptabilité de la viande de porc.

4. CONCLUSION

Les différents systèmes d'élevage, et les modalités d'alimentation associées, influent sur les performances de croissance et la composition des carcasses, en conditionnant le développement du tissu adipeux et musculaire des animaux. La composition des muscles est influencée par le mode d'élevage, notamment la teneur en lipide intramusculaire qui joue un rôle important dans les qualités organoleptiques de la viande. Les conditions d'attente à l'abattoir et d'abattage sont également déterminantes. La qualité de la viande peut être optimisée par l'association de races locales et de systèmes d'élevages spécifiques. Les races locales ont un potentiel d'infiltration du gras dans les muscles bien supérieur aux races standards, et se prêtent particulièrement à l'étude des relations entre les propriétés des muscles et la qualité de la viande. Le projet européen Q-porkchain actuellement en cours doit approfondir les connaissances de ces relations, dans l'objectif d'améliorer la qualité de la viande en optimisant la génétique et les conditions d'élevage des animaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- Anderson H.J. 2000. What is pork quality ? Quality of meat and fat in pigs as affected by genetics and nutrition. EAAP publication N°100, Zurich, Switzerland. 25 August 1999. 15-26
- Andres AI, Cava R, Mayoral AI, Tejeda JF, Morcuende D and Ruiz J 2001. Oxidative stability and fatty acid composition of pig muscles as affected by rearing system, crossbreeding and metabolic type of muscle fibre. *Meat Science* 59, 39-47.
- Barton-Gade PA., 1987. meat and fat quality in boars, castrates and gilts. *Livest. Prod. Sci.*, 16, 187-196.
- Barton-Gade PA 2008. Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: comparison of outdoor and conventionally raised pigs. *Animal* 2, 902-911.
- Beattie VE, O'Connell NE and Moss BW 2000. Influence of environmental enrichment on the behaviour, performance and meat quality of domestic pigs. *Livestock Production Science* 65, 71-79.
- Bee G, Guex G and Herzog W 2004. Free-range rearing of pigs during the winter: adaptations in muscle fiber characteristics and effects on adipose tissue composition and meat quality traits. *Journal of Animal Science* 82, 1206-1218.
- Bonneau M., Touraille C., Lebas F., Fauconneau B., Remignon H. 1996. Amélioration de la qualité des carcasses et des viandes. 50 ans de recherches en productions animales. INRA n° hors série. 95-110
- Candek-Potokar M, Lefaucheur L, Zlender B and Bonneau M 1998. Effects of age and/or weight at slaughter on pig longissimus dorsi muscle: biochemical traits and sensory quality in pigs. *Meat Science* 48, 287-300.
- Candek-Potokar M, Lefaucheur L, Zlender B and Bonneau M 1999. Effect of slaughter weight and/or age on histological characteristics of pig longissimus dorsi muscle as related to meat quality. *Meat Science* 52, 195-203.
- Cava R, Ventanas J, Ruiz J, Andres AI and Antequera T 2000. Sensory characteristics of Iberian ham: influence of rearing system and muscle location. *Food Science and Technology International* 6, 235-242.

- Cheah KS, Cheah AM and Krausgrill DI 1995. Effect on dietary supplementation of vitamin E on pig meat quality. *Meat Science* 39, 255-264.
- Chevillon P, Jamain G., Grigot B. 2000a. Evaluation du stress du porc par la mesure des fréquences cardiaques de la case d'engraissement au passage à l'anesthésie. *ITP, Techniporc* vol. 23, n°5, 5-18
- Cisneros F., Ellis M., McKeith F.K., McCaw J., Fernando R.L., 1996. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. *J. Anim. Sci.*, 74, 925-933.
- Desmoulin B., Girard J.P., Bonneau M., Frouin A., 1983. Aptitude à l'emploi des viandes porcines suivant le type sexuel, le système d'alimentation et le poids d'abattage. *Journées Rech. Porcine en France*, 15, 177-192.
- De Jong IC, Prella IT, Van de Burgwal JA, Lambooi E, Korte SM, Blokhuis HJ and Koolhaas JM 2000. Effects of rearing conditions on behavioural and physiological responses of pigs to preslaughter handling and mixing transport. *Canadian Journal of Animal Science* 80, 451-458.
- Dirinck P., de Winne A., 1995. Effet des taux élevés de supplémentation en vitamine E sur la qualité sensorielle des viandes de porc. *Journées Rech. Porcine en France*, 27, 323-328.
- Dransfield E, Ngapo TM, Nielsen NA, Bredahl L, Sjö den PO, Magnusson M, Campo MM and Nute GR 2005. Consumer choice and suggested price for pork as influenced by its appearance, taste and information concerning country of origin and organic pig production. *Meat Science* 69, 61-70.
- Edwards SA 2005. Product quality attributes associated with outdoor pig production. *Livestock Production Science* 94, 5-14.
- Edwards SA and Casabianca F 1997. Perception and reality of product quality from outdoor pig production systems in Northern and Southern Europe. In *Livestock farming systems: more than food production* (ed. JT Sorensen), pp. 145-156. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands.
- Ellis M, Webb AJ, Avery PJ and Brown I 1996. The influence of terminal sire genotype, sex, slaughter weight, feeding regime and slaughter-house on growth performance and carcass and meat quality in pigs and on the organoleptic properties of fresh pork. *Animal Science* 62, 521-530.
- Enfält AC, Lundström K, Hansson I, Lundeheim N and Nyström PE 1997. Effects of outdoor rearing and sire breed (Duroc or Yorkshire) on carcass composition and sensory and technological meat quality. *Meat Science* 45, 1-15.
- Fernandez X., Tornberg E., 1991. A review of the causes of variation in muscle glycogen content and ultimate pH in pigs. *J. Muscle Foods*, 2, 209-235.
- FPW. 2001. La qualité de la viande de porc. Dossier technique. Filière porcine Wallone asbl.
- Gandemer G, Pichou D, Bouguennec B, Caritez JC, Berge P, Briand E and Legault C 1990. Influence du système d'élevage et du génotype sur la composition chimique et les qualités organoleptiques du muscle long dorsal chez le porc. *Journées de la Recherche Porcine en France* 22, 101-110.
- Gentry JG, McGlone JJ, Blanton JR and Miller MF 2002a. Alternative housing systems for pigs: influences on growth, composition and pork quality. *Journal of Animal Science* 80, 1781-1790.
- Gentry JG, McGlone JJ, Miller MF and Blanton JR 2002b. Diverse birth and rearing environment effects on pig growth and meat quality. *Journal of Animal Science* 80, 1707-1715.
- Geverink NA, De Jong IC, Lambooi E, Blokhuis HJ and Wiegant VM 1999. Influence of housing conditions on responses of pigs to preslaughter treatment and consequences for meat quality. *Canadian Journal of Animal Science* 79, 285-291.
- González E and Tejeda JF 2007. Effects of dietary incorporation of different anti-oxidant extracts and free-range rearing on fatty acid composition and lipid oxidation of Iberian pig meat. *Animal* 1, 1060-1067.

- Gueblez R., Sellier P., Fernandez X., Runavot J.-P. 1993. Comparaison des caractéristiques physico-chimiques et technologiques des tissus maigre et gras de trois races porcines françaises (Large White, Landrace français et Piétrain). *Caractéristiques du tissu maigre*. JRP, 25, 5-12.
- Guy JH, Rowlinson P, Chadwick JP and Ellis M 2002. Behaviour of two genotypes of growing-finishing pig in three different housing systems. *Applied Animal Behaviour Science* 75, 193-206.
- Hansen LL, Claudi-Magnussen C, Jensen SK and Andersen HJ 2006. Effect of organic pig production systems on performance and meat quality. *Meat Science* 74, 605-615.
- Klont RE, Hulsege B, Hoving-Bolink AH, Gerritzen MA, Kurt E, Winkelman-Goedhart HA, De Jong IC and Kranen RW 2001. Relationships between behavioral and meat quality characteristics of pigs raised under barren and enriched housing conditions. *Journal of Animal Science* 79, 2835-2843.
- Larzul C., Lefaucheur L., Ecolan P., Gogué J., Talmant A., Sellier P., Le Roy P., Monin G., 1997. Phenotypic and genetic parameters for longissimus muscle fiber characteristic in relation to growth, carcass and meat quality traits in Large White pigs. *J. Anim. Sci.*, 75, 3126-3137.
- Lebret B and Guillard AS 2005. Outdoor rearing of cull sows: effects on carcass, tissue composition and meat quality. *Meat Science* 70, 247-257. Lebret B, Juin H, Noblet J and Bonneau M 2001. The effects of two methods for increasing age at slaughter on carcass and muscle traits and meat sensory quality in pigs. *Animal Science* 72, 87-94.
- Lebret B, Massabie P, Granier R, Juin H, Mourot J and Chevillon P 2002. Influence of outdoor rearing and indoor temperature on growth performance, carcass, adipose tissue and muscle traits in pigs, and on the technological and eating quality of dry-cured hams. *Meat Science* 62, 447-455.
- Lebret B, Meunier-Salaün MC, Foury A, Morme`de P, Dransfield E and Dourmad JY 2006a. Influence of rearing conditions on performance, behavioral, and physiological responses of pigs to preslaughter handling, carcass traits, and meat quality. *Journal of Animal Science* 84, 2436-2447.
- Lebret B, Foury A, Morme`de P, Terlouw EMC, Vautier A and Chevillon P 2006b. Muscle traits, preslaughter stress and meat quality indicators as influenced by pig rearing system. In *Proceedings of the 52nd International Congress of Meat Science and Technology* (ed. D Troy, R Pearce, B Byrne and J Kerry), pp. 145-146. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Lebret B, Heyer A, Gondret F and Louveau I 2007. The response of various muscle types to a restriction-re-alimentation feeding strategy in growing pigs. *Animal* 1, 849-857.
- Lebret B., Lefaucheur L., Mourot J. 1999. la qualité de la viande de porc. Influence des facteurs d'élevage non génétiques sur les caractéristiques du tissu musculaire. *INRA Prod. Anim.* 1999, n°12, 11-28
- Lopez-Bote CJ 1998. Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat Science* 49, S17-S27.
- Lyons CAP, Bruce JM, Fowler VR and English PR 1995. A comparison of productivity and welfare of growing pigs in four intensive systems. *Livestock Production Science* 43, 265-274.
- Meunier-Salaün MC, Dourmad JY and Lebret B 2006. Evaluation comparée de deux systèmes d'élevage par la réponse comportementale des porcs à l'introduction d'un nouvel objet dans le milieu de vie. *Journées de la Recherche Porcine* 38, 417-422.
- Millet S, Raes K, Van den Broeck W, De Smet S and Janssens GPJ 2005. Performance and meat quality of organically versus conventionally fed and housed pigs from weaning till slaughtering. *Meat Science* 69, 335-341.
- Mourot J. Chauvel J., Le Denmat M., Mounier A., Peiniau P., 1991, variations du taux d'acide linoléique dans les régime du porc : effets sur les dépôts adipeux et sur l'oxydation du C18 : 2 au cours de la conservation de la viande. *Journées Rech. Porcine en France*, 23, 357-364.

- Mourot J., Aumaitre A., Mounier A., 1992. Interaction entre vitamine E et acide linoléique alimentaires : effet sur la composition de la carcasse, la qualité et la conservation des lipides de la viande de porc. *Sciences des aliments*, 12, 743-765.
- Mourot J., Bonneau M., Charlotin P., Lefaucheur L., 1992c. Effects of exogenous somatotropin (pST) administration on pork meat quality. *Meat Sci.*, 31, 219-227.
- Nilzen V, Babol J, Dutta PC, Lundeheim N, Enfält AC and Lundström K 2001. Free range rearing of pigs with access to pasture grazing - effect on fatty acid composition and lipid oxidation products. *Meat Science* 58, 267-275.
- Patton BS, Huff-Lonergan E, Honeyman MS, Kerr BJ and Lonergan SM 2008. Effects of space allocation within a deep-bedded finishing system on pig growth performance, fatty acid composition and pork quality. *Animal* 2, 471-478.
- Petersen V, Simonsen HB and Lawson LG 1995. The effect of environmental stimulation on the development of behaviour in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 45, 215-224.
- Rainelli P 2001. L'image de la viande de porc en France - attitude des consommateurs. *Courrier de l'environnement de l'INRA* 42, 47-60.
- Sather AP, Jones SDM, Schaefer AL, Colyn J and Robertson WM 1997. Feedlot performance, carcass composition and meat quality of free-range reared pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 77, 225-232.
- Secondi F, Gandemer G, Luciani A, Santucci PM and Casabianca F 1992. Evolution, chez le porc corse, des lipides des tissus adipeux et musculaires au cours de la période d'engraissement traditionnelle sous châtaigneraie. *Journées de la Recherche Porcine en France* 24, 77-84.
- Secondi F, Gandemer G and Casabianca F 2007. Finishing period and accumulation of intramuscular fat for the Corsican pig. In *Proceedings of the 5th International Symposium on the Mediterranean Pig* (ed. A Audiot, F Casabianca and G Monin), p.165. Options Méditerranéennes A-76, CIHEAM, Zaragoza, Spain.
- Sundrum A, Büfterling L, Henning M and Hoppenbrock KH 2000. Effects of onfarm diets for organic pig production on performance and carcass quality. *Journal of Animal Science* 78, 1199-1205.
- Terlouw EMC 2005. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. A brief review of recent findings. *Livestock Production Science* 94, 125-135.
- Wood J.D., Brown S.N., Nute G.R., Whittington F.M., Perry A.M., Johnson S.P., Enser M. 1996. Effects of breed, feed level and conditioning time on the tenderness of pork. *Meat Sci.*, 44, 105-112.
- Terlouw EMC, Astruc T and Monin G 2004. Effect of genetic background, rearing and slaughter conditions on behaviour, physiology and meat quality of pigs. In *Proceedings of the EU Workshop on Sustainable Pork Production: Welfare, Quality, Nutrition and Consumer Attitudes* (ed. AH Karlsson and HJ Andersen), pp 113-125. Copenhagen, Denmark.
- Van Oeckel M.J., Castelles M., Warnants N., Van Damme L., Boucqué CH.V. 1996. Omega-3 fatty acids in pig nutrition : implications for the intrinsic sensory quality of the meat. *Meat Science* 44, 55-63.
- Ventanas S, Ruiz J, Garcia C and Ventanas J 2007a. Preference and juiciness of Iberian dry-cured loin as affected by intramuscular fat content, crossbreeding and rearing system. *Meat Science* 77, 324-330.

QUALITE DE LA VIANDE DE PORC DURABLE : EXEMPLES ET TEMOIGNAGES

1. THIERRY SCHWEITZER

Lorsque la filière « Thierry Schweitzer » a vu le jour en Alsace, avec un cahier des charges similaire à celui proposé par Cohérence, la qualité gustative du produit n'a pas figuré parmi les objectifs définis. Pourtant, la clientèle lui trouve un meilleur goût et de nombreux bouchers disent sentir une différence dans le travail de la viande, liée au dynamisme des animaux élevés sur litière ou en plein air, et à un stress moindre.

La qualité gustative est devenue une priorité forte pour la gamme de charcuterie que Schweitzer développe sous sa marque. Il prête également beaucoup d'attention aux qualités sanitaire et nutritionnelle de ses produits : en interdisant farines animales, OGM et antibio-supplémentation d'une part et en incorporant des graines de lin riches en acides gras oméga3 dans l'aliment d'autre part.