

Du contrôle de la masse adipeuse chez les animaux de rente

Control of the adiposity in breeding animals

Par Jacques MOUROT⁽¹⁾
(communication présentée le 7 octobre 2004)

RÉSUMÉ

Le contrôle du développement de la masse adipeuse chez les animaux de rente est important d'un point de vue économique. Selon les espèces animales, des programmes de sélection ont été mis en place pour réduire cette masse adipeuse soit en agissant sur la diminution de l'épaisseur du tissu adipeux de couverture, soit en augmentant l'efficacité alimentaire ou le développement musculaire. Des résultats spectaculaires ont été obtenus en 50 ans chez le porc. La meilleure connaissance des besoins alimentaires et des matières premières utilisées dans l'alimentation animale permet aussi de réduire cette masse adipeuse. La réduction de la masse adipeuse a été bénéfique pour la carcasse mais ceci peut entraîner des défauts de qualités de la viande. La question reste posée de savoir jusqu'où continuer la réduction de la masse adipeuse?

Mots-clés: élevage, adiposité, contrôle, tissus adipeux, qualité de la viande.

SUMMARY

The control of fat accumulation in farm animals is important from an economic point of view. Selection programs were implemented in various animal species to reduce body fat, either by decreasing the layer of subcutaneous fat, or by increasing dietary efficiency or muscle development. Spectacular results have been achieved in pigs over the past 50 years. Improved knowledge of dietary requirements and raw materials used in animal feedstuffs have also helped reduce further the fat mass. Although this reduction was beneficial for the carcass, it can sometimes affect the meat quality. The question of how far should we take this reduction of animal fat mass has yet to be answered.

Key words: husbandry, adiposity, control, fat tissue, meat quality.

(1) UMR Veau et Porc, INRA, 35590 St-Gilles.

• INTRODUCTION

La maîtrise du développement des tissus adipeux est un paramètre important en production animale. En effet la masse adipeuse est considérée comme un facteur négatif pour la valorisation des carcasses. De plus, le consommateur rejette une viande présentant trop de gras visible. De même, trop de gras apporté par la viande dans l'alimentation humaine peut avoir une incidence sur la mise en place des maladies cardiovasculaires, même s'il apparaît de plus en plus que la quantité de lipides apportés par la viande est certainement surestimée par les enquêtes alimentaires (CULIOLI, BERRI et MOUROT, 2003).

Du point de vue économique et de celui de la santé humaine, il est donc important d'avoir une bonne maîtrise du développement des masses adipeuses chez les animaux de rente. Cependant, le terme maîtrise est à considérer à la fois dans le sens d'une valeur maximale mais aussi dans le sens d'une valeur minimale. En effet, les lipides jouent un rôle important dans la flaveur de la viande et des produits carnés (TOURAILLE, MONIN et LEGAULT, 1989). Il faut donc une présence minimale de lipides dans la viande, mais pas de trop pour ne pas repousser le consommateur et bien valoriser la carcasse auprès de l'éleveur.

L'acquisition des connaissances dans le domaine de la mise en place et du développement des tissus adipeux, la meilleure connaissance des besoins des animaux et surtout la sélection des animaux sur des critères de vitesse de croissance a permis de réduire fortement l'adiposité des carcasses au cours des cinquante dernières années. Cette diminution n'a pas été la même selon les espèces, les critères sélectionnés n'étant pas forcément les mêmes.

Au cours de cette revue, nous ferons un rappel de la mise en place et du développement des tissus adipeux. Nous rapporterons les différentes actions qui ont été mises menées pour réduire la masse adipeuse mais aussi les conséquences pour la qualité des carcasses et de la viande. Puis nous évoquerons les perspectives dans le domaine de cette maîtrise du développement des masses grasses pour essayer d'en trouver les limites à ne pas dépasser.

• IMPORTANCE ET DÉVELOPPEMENT DES TISSUS ADIPEUX DANS LES DIFFÉRENTES ESPÈCES ANIMALES

La mise en place, le développement des tissus adipeux (TA) et leur composition en acides gras diffèrent selon les espèces.

Chez le porc, les premiers éléments du TA apparaissent au 70^e jour de gestation au niveau mésentérique, puis au niveau épydidimaire au 106^e (VODOVAR, DESNOYERS et FRANCOIS, 1971). Après la mise bas, le développement est asynchrone avec tout d'abord un développement des TA sous-cutanés, puis interne et intermusculaire. Le TA intramusculaire est celui qui se développe le plus tard dans la vie de l'animal. Ce développement très tardif aura donc des conséquences chez des animaux abattus jeunes avec un TA intramusculaire peu développé. Globalement, on estime que chez le porc, 65 % des masses adipeuses sont représentées

par les TA de couverture, 5 % par les TA internes, 25 à 30 par les TA intermusculaires et un très faible pourcentage par les TA intramusculaires (LEBRET et MOUROT, 1998). Les tissus adipeux vont présenter des métabolismes différents avec des tailles d'adipocytes et des potentiels de synthèse qui varient selon la localisation. Dans les TA de couverture par exemple, les adipocytes ont les tailles les plus élevées du côté de la tête de l'animal, pour diminuer en allant vers la queue, alors que pour leurs capacités de synthèse, on observe l'effet inverse (MOUROT, 2001).

Chez les espèces aviaires, le canard non gavé présente à l'abattage, la teneur en lipides corporels la plus élevée (18 %). La masse adipeuse du poulet est proche de celle du dindon (17,7 %), alors qu'elle est plus faible chez le dindon (10 %) (LARBIER et LECLERCQ, 1992). Pour une même espèce et à âge identique, les femelles sont généralement plus grasses que les mâles. Chez le canard, la différence d'engraissement entre les deux sexes est minime, alors qu'elle s'élève à 21 % chez le poulet de 42 jours et atteint 121 % chez le dindon âgé de 112 jours (LESSIRE, 2001).

D'une façon générale, l'état d'engraissement augmente régulièrement avec l'âge, exception faite du dindonneau dont la carcasse reste très maigre jusqu'à 7 semaines, elle ne renferme alors que 5 % de lipides, puis la teneur en lipides s'accroît très rapidement pour atteindre 15,7 % chez la femelle, alors que le mâle reste relativement maigre (7,1 %).

La répartition des masses adipeuses varie également selon les espèces aviaires (LECLERCQ, 1989). Ainsi la proportion de gras abdominal est similaire chez le canard et le poulet (3 à 4 % du poids vif), alors que la carcasse du dindonneau ne renferme que 1 à 2 % de gras abdominal. Ce dépôt lipidique est éliminé lors de l'éviscération et constitue une perte à l'abattage. Il s'agit d'un dépôt tardif utilisé comme critère de sélection aussi bien pour des lignées expérimentales maigres ou grasses que pour des croisements commerciaux. En effet, la sélection intense sur la vitesse de croissance induit un accroissement général de l'adiposité (LECLERCQ, 1989) et la prise en compte du critère 'gras abdominal' permet de maintenir l'engraissement dans des limites raisonnables.

Si la répartition des masses adipeuses est différente selon les espèces, la composition en acides gras des tissus varie également. Globalement, il est admis que la viande de poulet est celle qui contient le plus d'acides gras insaturés et celle de porc est riche en monoinsaturés.

Les ruminants présentent des teneurs en acides gras saturés plus élevées et une composition en acides gras plus stable que les monogastriques en raison de l'hydrogénation ruminale des lipides alimentaires. La viande bovine présente parfois une image négative en raison de ces teneurs élevées en acides gras saturés et faibles en acides gras polyinsaturés (BAS et SAUVANT, 2001).

Acides gras	Bœuf ⁽¹⁾	Poulet ⁽²⁾	Porc ⁽²⁾
AG saturés	41,2	30,8	36,8
AG monoinsaturés	40,6	33,5	44,6
C18:2 ω6	4,7	18,4	11,1
C18:3 ω3	0,6	1,2	0,5

Tableau 1. Composition moyenne en acides gras d'animaux ayant reçu une alimentation standard (muscles longissimus chez le bœuf et le porc, pectoralis chez le poulet).

(1) d'après BAS et SAUVANT (2001); (2) d'après MOUROT et HERMIER (2001).

La composition en acides gras est fortement influencée par l'alimentation.

• LES MOYENS DE CONTRÔLE DES MASSES ADIPEUSES

Face à un rejet de la part du consommateur des viandes trop grasses et à la recommandation du monde médical de consommer moins de lipides, des recherches ont été conduites pour essayer de maîtriser le développement des TA. Ceci va également dans le sens d'une rentabilité économique, la synthèse et le dépôt de 1 g de tissu adipeux sont plus coûteux que la synthèse et le dépôt de 1 g de protéines musculaires.

Dès les années soixante, des axes de recherche très appliquée ont été mis en place comme la sélection, la meilleure connaissance des besoins alimentaires et des conditions d'élevage. Puis dans les années quatre-vingt, des études à caractère plus cognitif ont été développées pour mieux connaître et caractériser les adipocytes des TA, leur métabolisme, leur différenciation.

Sélection

La sélection des animaux a été mise en place sur des critères sensiblement différents selon les espèces animales, en raison d'un état d'adiposité qui n'était pas le même.

Le porc était l'animal le plus gras, mais il ne faut pas oublier que cet animal était autrefois considéré davantage comme un fournisseur de corps gras que comme un producteur de viande.

Une double sélection a été mise en place sur les vitesses de croissance et de diminution de l'épaisseur du gras dorsal (bardière). En l'espace de 40 ans, les résultats ont été spectaculaires puisque l'on est passé d'une adiposité globale de la carcasse de près de 40% à moins de 20% actuellement. L'épaisseur de la bardière a été diminuée de presque la moitié (20 - 25 mm d'épaisseur vs 10 - 15 mm pour les génotypes modernes) et le gain moyen quotidien a été fortement augmenté. Au même poids d'abattage de 100 - 105 kg, les porcs sont maintenant plus jeunes de 5 à 6 semaines. Les sélectionneurs estiment que l'on continue de gagner actuellement plus d'un jour par an en terme de vitesse croissance. Ceci a donc été très bénéfique pour la carcasse puisque la masse adipeuse a été remplacée par le tissu musculaire. C'est par conséquent intéressant pour l'éleveur puisque la carcasse est rémunérée à la teneur en

viande maigre (TVM). Mais ce qui a été bénéfique pour la conformité et l'adiposité de la carcasse n'a pas été sans entraîner des problèmes pour la qualité de la viande, ce point sera évoqué dans le paragraphe suivant.

Chez la volaille de chair, la sélection génétique a largement contribué à l'amélioration de la productivité, notamment du poulet et de la dinde. Après une période où la sélection ne portait que sur la croissance, l'amélioration du rendement en viande commercialisable a également été recherchée pour répondre aux besoins croissants des industries de transformation. De plus, la réduction des dépôts adipeux abdominaux permet d'améliorer indirectement l'indice de consommation, caractère économiquement très important mais difficile à sélectionner directement

Une sélection divergente appliquée sur le pourcentage de gras abdominal modifie essentiellement les caractéristiques de la cuisse, avec une viande plus ferme et de saveur plus forte chez les oiseaux les plus maigres. En fait, pour répondre aux attentes des consommateurs français qui préfèrent une viande plus ferme et de goût plus prononcé, la filière avicole a développé les productions de poulet Label grâce à l'exploitation de lignées à croissance plus lente qui permettent d'atteindre le poids commercial à 12 semaines au lieu de 6 semaines. Dans ce contexte de production avec contrainte sur la qualité sensorielle, la réponse fut donc de changer drastiquement de type génétique et non pas de modifier par la sélection les lignées alors exploitées en poulet standard (revue dans LESSIRE, 2001).

Chez le lapin, la sélection des aptitudes bouchères porte principalement sur la vitesse de croissance après sevrage, c'est-à-dire sur une phase de croissance relativement précoce. Ainsi, l'âge à l'abattage est passé de 12 semaines avant 1989 à 10 semaines actuellement, pour un poids à l'abattage qui est resté d'environ 2,4 kg. Les expériences de sélection ont également montré qu'une amélioration génétique de la vitesse de croissance s'accompagne d'une augmentation des dépôts adipeux internes sans dégradation du rendement en carcasse si l'âge à l'abattage n'est pas modifié (GONDRET *et al.*, 2002).

Chez le bovin destiné à la production de viande, la sélection sur la masse adipeuse n'a pas été l'axe principal. Le problème n'est pas le même par exemple que chez le porc. Il existe une typicité de certaines races à viande qui ont été volontairement conservées à la demande des éleveurs et par conséquent des sélectionneurs. Les axes de la sélection ont été sur l'aptitude bouchère et sur les qualités maternelles. Pour les aptitudes bouchères, la sélection a pour objectif d'augmenter la productivité (vitesse de croissance, efficacité alimentaire, rendement à l'abattage) et améliorer également la qualité de la carcasse. Pour les qualités maternelles, la sélection n'est pas en relation avec la masse adipeuse mais elle concerne la productivité en jeunes sevrés par les femelles (MENISSIER et BOUIX, 1992)

La présence du caractère culard a été beaucoup étudiée en particulier chez les animaux de race Bleu Blanc Belge qui ont ce caractère très exprimé. Elle se traduit par des

modifications importantes de conformation et de composition de la carcasse. Les caractéristiques de la viande sont elles aussi modifiées, mais de façon variable suivant les muscles (CLINQUART *et al.*, 1998).

Facteurs climatiques

La température d'élevage peut influencer le développement des tissus adipeux. Chez le porc, l'épaisseur des TA de couverture augmente lorsque l'animal est élevé au froid. Des études expérimentales ont montré qu'à une température de 12 °C, l'adiposité globale de la carcasse était augmentée (+ 3 à 5 %) et la longueur de celle-ci était réduite (près de 20 cm (LEFAUCHEUR *et al.*, 1991). L'animal s'adapte donc à la température externe, il se protège en augmentant sa couche adipeuse et diminue sa surface corporelle pour limiter les échanges thermiques.

Ces études à caractère expérimental peuvent cependant s'appliquer aux porcs élevés en plein air qui, selon les saisons et les variations climatiques, peuvent présenter des modifications de la conformité des carcasses et une adiposité plus élevée.

Alimentation

La composition en acides gras est fortement influencée par la nature des lipides de l'alimentation, ceci étant surtout observé chez les monogastriques et à un degré moindre chez les bovins (MOUROT et HERMIER, 2001). Cette particularité peut être utilisée pour introduire dans l'alimentation des animaux des acides gras jugés bons pour la santé humaine et les retrouver ainsi dans les produits carnés.

Si certains acides gras semblent réduire la masse adipeuse chez l'homme, il en est de même chez le porc. Une alimentation riche en acides gras $\omega 3$, apportés par des graines de lin, diminue l'épaisseur du tissu adipeux sous-cutané dorsal et le poids des lipides dans la carcasse (WILFART *et al.*, 2004). Une autre famille d'acides gras d'intérêt chez l'homme comme les CLA (Conjugated Linoleic Acid), qui semblent diminuer l'obésité, est aussi efficace chez le porc en diminuant, par une inhibition de la synthèse des lipides, l'épaisseur des TA de couverture et le poids des lipides déposés (DOUARD, MOUROT et MOUNIER, 2004).

En revanche, les acides gras de la famille $\omega 6$ semble stimuler la synthèse des lipides chez le porc et augmenter les dépôts lipidiques (MOUROT *et al.*, 1992), ceci n'étant pas observé chez la volaille. Cette différence entre espèces provient certainement de la localisation de la synthèse des acides gras qui est réalisée dans les tissus adipeux chez le porc et dans le foie chez la volaille.

En plus de la nature des acides gras, il est certain aussi qu'une mauvaise conduite alimentaire, en particulier un excès d'énergie par rapport aux besoins de l'animal, entraînera un dépôt excessif de lipides. Toutefois, les bonnes pratiques d'élevage sont maintenant bien connues des éleveurs. On rencontre peu de défauts d'adiposité dus à

ces pratiques non raisonnées, il y va d'ailleurs de la survie économique de l'élevage.

• CONSÉQUENCES DE LA RÉDUCTION DE L'ADIPOSITÉ SUR LA QUALITÉ DE LA VIANDE

Chez le porc, les sélections mises en place depuis plus de cinquante ans, en plus de la réduction marquée de l'adiposité, ont conduit à abaisser fortement l'âge à l'abattage des animaux, le poids restant constant. Les animaux sont donc plus jeunes. Or le TA intramusculaire est celui qui se développe le plus tard, l'animal a donc moins de temps qu'auparavant pour déposer des lipides dans ses muscles. Ceci a eu des conséquences négatives sur les qualités sensorielles, c'est pourquoi la viande de porc est maintenant jugée sèche par le consommateur.

Toutefois une étude récente comparant des génotypes de 1977 et de 1997 n'a pas permis de montrer de réelles différences de teneur en lipides intramusculaires entre les animaux (TRIBOUT *et al.*, 2004). Mais on peut se demander si le point de comparaison de 1977 est vraiment valable, la sélection ayant déjà eu lieu depuis 20 ans. Il semble plus exact de comparer les valeurs actuelles avec celles présentées par les races non sélectionnées qui étaient autrefois courantes dans les élevages familiaux et dont certains étaient très proches du porc Large White. C'est par exemple le cas du porc Blanc de l'Ouest ou du porc de Bayeux. Chez ces animaux, la teneur en lipides intramusculaires est supérieure à celles des génotypes modernes (LABROUE *et al.*, 2000). L'âge différent d'abattage peut expliquer en partie ses variations. Mais en comparant, au même âge, des porcs d'une race rustique (porc Basque) aux porcs Large White, la teneur en lipides intramusculaires apparaît supérieure chez les porcs non sélectionnés (ALFONSO *et al.*, 2004). La réduction de l'adiposité de la carcasse a donc certainement entraîné une diminution des lipides intramusculaires et la réduction de l'âge n'est pas la seule cause.

Chez la volaille de chair, les qualités sensorielles dépendent, comme chez le porc, de l'âge à l'abattage. La réduction importante de l'âge à l'abattage du poulet de chair ou de la dinde standard, suite à l'amélioration de leur croissance, a largement contribué à l'accroissement de la tendreté aux dépens de la flaveur en raison de la diminution des lipides intramusculaires (LESSIRE, 2001).

Chez le bovin, la préoccupation principale en terme de qualité de la viande reste la tendreté.

La réduction de l'adiposité semble avoir peu de conséquence directe sur ce paramètre, mais elle en a certainement de manière indirecte avec le développement des races de types culards.

• JUSQU'OU ALLER DANS LA RÉDUCTION DE L'ADIPOSITÉ?

La sélection sur l'efficacité alimentaire chez la volaille est toujours d'actualité.

Celle sur la vitesse de croissance et la diminution du gras de couverture semble se poursuivre chez le porc, alors qu'il apparaît clairement que les industriels de la transformation se plaignent du manque de gras chez les porcs actuels. Des animaux trop maigres ne peuvent pas entrer dans le circuit de la transformation des produits secs, les TA étant trop insaturés et globalement, il manque du gras pour la fabrication des pâtés et saucissons et aussi de bardes pour la confection des rôtis.

Pour satisfaire la demande des consommateurs, des études sont en cours pour essayer de doubler la teneur en lipides intramusculaires en passant de 1,5 – 2 % (valeur moyenne relevée chez le porc standard) à 3 % valeur souhaitée par le consommateur (FERNANDEZ *et al.*, 1999). Des études sont réalisées actuellement au laboratoire pour essayer d'augmenter le nombre d'adipocytes dans le TA du muscle. Les premiers résultats sont prometteurs (BOONE *et al.*, 2003) et des vérifications sont en cours pour les confirmer. Globalement, il apparaît qu'une surcharge de lipides alimentaires chez la truie pendant la phase de gestation stimule la prolifération adipocytaire chez le porcelet à la naissance. Au stade d'abattage, l'adiposité globale de la carcasse apparaît peu

ou pas modifiée, alors que le nombre d'adipocytes dans le muscle et la teneur en lipides sont augmentés. La teneur est alors voisine des 3 % souhaitée par le consommateur.

• CONCLUSIONS

La réduction de l'adiposité chez les animaux d'élevage a été nécessaire d'un point de vue économique pour mieux valoriser la production de viande. Elle correspondait aussi à une évolution des modes alimentaires où le consommateur souhaite avoir des produits les moins gras possibles et faciles à préparer. Les éleveurs, les sélectionneurs et l'ensemble des filières de production ont su répondre à ces attentes. Mais tous ces acteurs doivent maintenant prendre aussi en considération la qualité des produits, ce qui n'est pas toujours le cas. La maîtrise du développement des tissus adipeux ne doit plus être le seul objectif. La viande doit améliorer ses qualités sensorielles et nutritionnelles. Ces objectifs seront difficiles à atteindre tant que les carcasses seront valorisées en fonction de la production de muscle. Une réflexion sur leur meilleure valorisation en prenant en compte des critères de qualité de la viande doit se mettre en place dans les filières de production pour que la viande continue de faire partie de notre alimentation et reste un plaisir de consommation.

BIBLIOGRAPHIE

- ALFONSO A, MOUROT J, INSAUTI K, MENDIZABAL JA (2004) Comparaison des tissus adipeux sous-cutanés et intramusculaires chez les porcs Basques et Large White. *Viandes et Produits Carnés*, n° spécial, sous presse.
- BAS P, SAUVANT D (2001) Variations de la composition des dépôts lipidiques chez les bovins. *INRA Productions Animales*, **14**, 101-113.
- BOONE C, ETIENNE M, MOUROT J (2003) Effet du taux de lipides dans les régimes de gestation et de lactation des truies sur la composition corporelle et la qualité de la viande chez le porc à l'abattage. In: *Comptes rendus des 35^e Journées de la Recherche Porcine*, 257- 262.
- CLINQUART A, HORICK JL, VAN EENAEME C, ISTASSE L (1998) Influence du caractère culard sur la production et la qualité de la viande des bovins Blanc Bleu Belge. *INRA Productions Animales*, **11**, 285-297.
- CULIOLI J, BERRI C, MOUROT J (2003) Muscle foods: consumption, composition and quality. *Sciences des Aliments*, **23**, 13-34.
- DOUARD V, MOUROT J, MOUNIER A (2004) Effet des CLA alimentaires sur les performances de croissance et la qualité de la viande de porc. *Viandes et Produits Carnés*, n° spécial (sous presse).
- FERNANDEZ X, MONIN G, TALMANT A, MOUROT J, LEBRET B. (1999) Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat 1-composition of the lipidic fraction and sensory characteristics of muscle *Longissimus Lumborum*. *Meat Sci.*, **53**, 59-65.
- GONDRET F, COMBES S, LARZUL C, de ROCHAMBEAU H. (2002) The effects of divergent selection for body weight at a fixed age on histological, chemical and rheological characteristics of rabbit muscles. *Livest Prod. Sci.*, **76**, 81-89.
- LABROUE F, GOUMY S, GRUAND J, MOUROT J, NEELZ V, LEGAULT C. (2000) Comparaison au Large White de 4 races locales porcines françaises pour les performances de croissance, de carcasse et de qualité de la viande. In : *Comptes rendus des 32^e Journées de la Recherche Porcine*, 403-412.
- LARBIER M, LECLERCQ B (1992) *Nutrition et alimentation des volailles*. INRA Editions, Paris, 352p.
- LEBRET B, MOUROT J (1998) Caractéristiques et qualité des tissus adipeux chez le porc. Facteurs de variation non génétiques. *INRA Productions Animales*, **11**, 131-143.
- LECLERCQ B (1989) Possibilités d'obtention et intérêt des génotypes maigres en aviculture. *INRA Productions Animales*, **2**, 275-286.
- LEFAUCHEUR L, LE DIVIDICH J, MOUROT J, MONIN G, ECOLAN P, KRAUSS D (1991) Influence of environmental temperature on growth, muscle and adipose tissue metabolism, and meat quality in swine. *J. Anim. Sci.*, **69**, 2844-2854.
- LESSIRE M (2001) Matières grasses alimentaires et composition lipidique des volailles. *INRA Productions Animales*, **14**, 365-370.
- MENISSIER F, BOUIX J (1992) Les bovins et ovins producteurs de viande. *INRA Productions Animales*, hors série, 11-23.
- MOUROT J (2001) Mise en place des tissus adipeux sous-cutanés et intramusculaires, et facteurs de variation quantitatifs et qualitatifs chez le porc. *INRA Productions Animales* **4**, 353-362.
- MOUROT J, HERMIER D (2001) Lipids in monogastric animal meat. *Reprod. Nutr. Dev.*, **41**, 109-118.
- MOUROT J, PEINIAU P, MOUNIER A (1994) Effets de l'acide linoléique alimentaire sur l'activité des enzymes de la lipogenèse dans les tissus adipeux chez le porc. *Reprod. Nutr. Dev.*, **34**, 213-220.
- TRIBOUT T, CARITEZ JC, GOGUE J, GRUAND J, BOUFFAUD M, BILLONY, PERY C, GRIFFON H, BRENOT S, LE TIRAN MH, BUSSIERES F, LE ROY P, BIDANLE JP (2004) Estimation par utilisation de semence congelée du progrès génétique réalisé en France entre 1977 et 1998 dans la race porcine Large White : résultats pour quelques caractères de production et de qualité des tissus gras et maigres In: *Comptes rendus des 36^e Journées de la Recherche Porcine*, 275- 283
- TOURAILLE C, MONIN G, LEGAULT C (1989). Eating quality of meat from european x chinese crossbred pigs. *Meat Sci.*, **25**, 177-186.
- VODOVAR N, DESNOYERS F, FRANCOIS AC (1971) Origine et évolution des adipocytes mésentériques du porcelet avant la naissance. *J. Microscopie*, **11**, 265-284.
- WILFART A, FERREIRA JM, MOUNIER A, ROBIN G, MOUROT J (2004) Effets de différentes teneurs en acides gras n-3 sur les performances de croissance et la qualité nutritionnelle de la viande de porc. In : *Comptes rendus des 36^e Journées de la Recherche Porcine*, 195- 202.