

CLASSIFICATION DES CARCASSES DE PORCS ET DE BOVINS

Gérard Daumas

I.T.P., Pôle Qualité du Produit, La Motte au Vicomte, BP 3, F-35651 Le Rheu Cedex

INTRODUCTION

La classification des carcasses consiste à regrouper les animaux en classes selon des critères affectant leur valeur commerciale. Celle-ci est déterminée en premier lieu par la quantité et la qualité de viande commercialisable. L'objectif principal des schémas de classement est d'assurer un paiement équitable aux producteurs ; un objectif secondaire est de s'en servir comme outil de commercial. Ceci implique que les critères utilisés doivent refléter les exigences du marché ainsi que celles du consommateur.

Les critères en relation étroite avec le pourcentage de viande commercialisable doivent donc faire partie des schémas de classement, à la condition qu'ils puissent être appréciés avec une précision suffisante. Les schémas de classement ont évolué différemment pour le bovin et le porc. Le classement bovin reste très largement basé sur une appréciation visuelle, alors que le classement porc est devenu instrumental. Les instruments de mesure ont apporté l'objectivité, ont augmenté la répétabilité et la précision, et facilité l'introduction de systèmes de gestion d'informations.

De nouveaux développements technologiques sont apparus ces dernières années, rendant désormais possible l'apparition d'un classement objectif dans le bovin et permettant l'automatisation dans le porc. L'intérêt de ces développements est analysé ici, après avoir passé en revue les systèmes actuels de classement.

PRINCIPES DES CLASSIFICATIONS BOVINE ET PORCINE

Les classements bovin et porc sont régis par la réglementation communautaire. Le premier est subjectif alors que le second est entièrement objectif.

Bovins

Le classement des gros bovins dans l'Union européenne concerne 5 catégories d'animaux :

- A : les jeunes animaux mâles non castrés de moins de 2 ans ;
- B : Les autres animaux mâles non castrés ;
- C : les animaux mâles castrés ;
- D : les animaux femelles ayant déjà vêlé ;
- E : les autres animaux femelles.

Le classement des gros bovins dans l'Union européenne est basé sur 2 critères : la conformation et l'état d'engraissement. Les carcasses sont affectées en classes pour chacun des

2 critères. Six classes sont prévues pour la conformation, exprimées par une lettre : S, E, U, R, O, P, de supérieur à médiocre ; la classe supérieure S n'est pas utilisée en France. Cinq classes sont prévues pour l'état d'engraissement, exprimées par un chiffre : 1, 2, 3, 4, 5, de très faible à très fort. Des standards photographiques aident à préciser le centre des classes. Chaque classe de conformation et d'état d'engraissement peut être divisée en 3 sous-classes (-, =, +).

La classification est réalisée visuellement par des classificateurs entraînés, sur la base d'une description écrite et de photos de chaque classe, émanant de l'Office des Publications Officielles des Communautés Européennes. La classification doit intervenir le plus rapidement possible après l'abattage. Les carcasses sont présentées fendues en deux et sans tête ni pieds, sans organes des cavités thoracique et abdominale et sans organes génitaux.

Le présent système est obligatoire depuis le 1er janvier 1992 dans tous les abattoirs agréés CE, excepté ceux abattant moins de 75 gros bovins par semaine. Les résultats de la classification doivent figurer sur la carcasse. Les abattoirs en sont exemptés dans la cas où toutes les carcasses sont désossées.

Porcs

Les bases du classement objectif des carcasses de porc ont été établies en 1984-85. Il s'agit de prédire le pourcentage de muscle dans la carcasse à partir de mesures anatomiques. La mise au point des méthodes doit se faire à partir d'un échantillon représentatif de la population porcine nationale, d'une taille minimale de 120 carcasses. L'erreur des méthodes, appréciée par la racine carrée de l'écart quadratique moyen (RMSE = Root Mean Square Error), doit être inférieure à 2.5. Dans le cas de la régression classique, le RMSE est équivalent à l'écart type résiduel (RSD = Residual Standard Deviation).

Initialement, le pourcentage de muscle était établi par dissection totale. D'une durée de 10 à 12 heures par demie-carcasse pour une personne, cette méthode s'est avérée trop lourde et coûteuse pour certains Etats membres. Ceux-ci ont préféré utiliser une méthode nationale, supposée équivalente, qui était tolérée. Il en est résulté des biais entre Etats membres, qui ont conduit à une évolution de la procédure de dissection.

La dissection a été simplifiée, se limitant aux 4 pièces principales : jambon, longe, épaule et poitrine (WALSTRA et MERKUS, 1995). Ceci a permis de diviser par 2 le temps de dissection tout en conservant une bonne appréciation de la valeur commerciale des carcasses. A partir de ce mode de dissection, un compromis a été trouvé pour définir le mode de calcul du nouvel objectif de classement. En France, ce critère a été baptisé TVM (Teneur en Viande Maigre) afin de bien marquer la rupture avec l'ancien critère, que l'on appelait pourcentage (ou taux) de muscle.

Avant la réalisation d'un essai de dissection, les Etats membres doivent désormais présenter le protocole au Comité de Gestion de la Viande Porcine à Bruxelles, ce qui autorise des amendements. Avant d'être utilisées sur le territoire national, les méthodes doivent recueillir l'aval de ce même comité. En août 1998, 8 Etats membres avaient obtenu l'autorisation pour des méthodes de prédiction de la TVM. Les 7 autres Etats membres bénéficiaient encore de l'autorisation de leurs méthodes de prédiction du taux de muscle. L'absence de calendrier d'harmonisation génère une phase transitoire qui va s'étaler sur plusieurs années, au moins de 1997 à 2000.

L'ensemble des méthodes testées repose encore sur les constatations anciennes suivantes :

- Le pourcentage d'os étant relativement constant, le pourcentage de muscle peut se déduire précisément du pourcentage de gras ;
- La majorité du gras est du gras de couverture ;
- Le gras de couverture peut être mesuré facilement, à des cadences compatibles avec les vitesses de chaîne des abattoirs.

C'est pourquoi, la plupart des méthodes n'utilisent que 2 ou 3 variables : 1 ou 2 épaisseurs de gras sous-cutané jointe(s) à 1 épaisseur de la noix de côtelette. Les sites de mesure ont peu évolué. Le site le plus utilisé est entre 3ème et 4ème dernières côtes (3/4DC) à 6 cm latéralement de la fente. Lorsqu'un 2ème site (pour le seul gras) est ajouté, il s'agit soit du site entre 3ème et 4ème dernières vertèbres lombaires (3/4VL) à 8 cm de la fente soit de la dernière côte à 6 ou 8 cm de la fente.

L'innovation principale des dernières années a porté sur la multiplication des sites de mesure, afin d'améliorer la précision. Les Danois l'ont concrétisé par le développement d'un robot, le Classification Centre (CC), qui comportait à l'origine 15 sondes, introduites en plusieurs endroits dans les 4 pièces principales. Une 2ème version a ensuite été développée en réduisant le nombre de sondes à 7 et en améliorant le software. Le RMSE a ainsi pu être abaissé à 1.7.

Deux autres innovations ont été introduites plus récemment par la France (DAUMAS et DHORNE, 1998). La 1ère consiste à introduire le sexe comme prédictrice. Profitant des différences marquées de composition corporelle entre femelles et mâles castrés, une équation séparée a été établie, avec des coefficients propres à chaque sexe (DAUMAS et al., 1998a et b). La seconde est d'ordre méthodologique. Il s'agit d'une méthode spécifique de calibrage, appelée "calibrage de prédictrices en régression" (CAUSEUR et DHORNE, 1998). Elle permet de mettre au point sans nouvel essai de dissection, très rapidement et à un coût très modéré, de nouvelles méthodes de classement, sans contrainte sur les sites de mesure.

MISE EN OEUVRE DE LA CLASSIFICATION PORC

Le classement objectif des carcasses de porc est utilisé massivement dans l'Union Européenne, à l'exception des pays du sud. Toutefois, l'emploi du nouveau critère, la TVM, n'est pas encore généralisé. A l'été 1998, seuls 5 pays ont mis en place dans leurs abattoirs les nouvelles méthodes de classement prédisant la TVM : Finlande, Danemark, France et Allemagne en 1997 et Autriche début 1998. Après un report d'un an, la Belgique a envisagé de mettre en place les nouvelles méthodes à l'automne 1998. L'Irlande pourrait suivre également. Pour les autres pays, dont Pays-Bas et Espagne, aucune date n'est avancée.

Le passage du taux de muscle à la TVM n'a pas provoqué de changements importants dans les méthodes utilisées. Le plus souvent, les coefficients des équations de prédiction ont été adaptés, les appareils de mesure et les sites de mesure restant inchangés. Seuls quelques pays, comme la France ou la Belgique, en ont profité pour améliorer la précision de leurs méthodes.

La carte 1 présente l'appareil de classement le plus utilisé en 1998 dans chacun des pays de l'U.E. (DAUMAS et DHORNE, 1998). Actuellement, l'appareil le plus utilisé est le HGP (Hennessy Grading Probe de la firme néozélandaise Hennessy), que l'on trouve en Finlande, Suède, Irlande, Pays-Bas et Luxembourg. Le CGM (Capteur Gras Maigre de la société française Sydel) est employé exclusivement en France, alors que le FOM (Fat-O-

Meater de la société danoise SFK) est surtout utilisé dans le Nord de l'Allemagne. Le robot CC (Classification Centre de la société danoise SFK) n'est implanté que dans les abattoirs danois. L'intrascopie n'est utilisée massivement qu'au Royaume-Uni ; en Suède, il équipe les petits abattoirs. Les petits abattoirs allemands, autrichiens ou français utilisent eux la méthode ZP (Zwei-Punkt Messverfahren). En Autriche, où les structures sont petites, c'est même la seule méthode utilisée.

Le SKG (Schlachtkörperklassifizierunggerät de la société allemande Giralda) n'est plus utilisé pour prédire le taux de muscle qu'en Belgique. Toutefois, il devrait disparaître prochainement au profit du CGM (ou du PG 200 de la société allemande Giralda). Dans le sud de l'Allemagne, des SKG sont encore présents pour mesurer la conformation, un élément encore important dans les transactions commerciales là-bas. Ils sont couplés à un appareil de mesure des épaisseurs de gras et de muscle (généralement le PG 200) nécessaire pour prédire la TVM.

Deux appareils à ultra-sons sont utilisés sporadiquement : l'Ultra-Meater (de la société allemande CSB) en Allemagne et en France et l'US Porkitron en Allemagne.

RESULTATS DU CLASSEMENT PORC

Seuls quelques pays publient des statistiques relatives aux données de pesée-classement collectées dans leurs abattoirs. Il s'agit de l'Allemagne (par Land), du Danemark, de la France (pour les principales régions), de la Grande-Bretagne, des Pays-Bas et de la Suède. Les données allemandes sont présentées par classe EUROP, ce qui est très peu informatif, presque tous les porcs étant en E ou U. La Grande Bretagne se limite à des statistiques sur l'épaisseur de gras (MLC, 1998). Ni la Suède ni les Pays-Bas n'ont encore publié de statistiques nationales sur la TVM.

Seuls Danemark et France disposent à ce jour de données comparables. Ces 2 pays ont un niveau moyen identique de TVM : 60.0. Mais la production danoise bénéficie en comparaison de 3 facteurs favorables à la TVM : un poids de vente inférieur (environ 10 kg de carcasse), un rationnement plus sévère et la présence (réduite mais pas nulle) de mâles entiers. Ceci laisse à penser à une avance de la génétique française, dont le potentiel peut davantage s'exprimer par une séparation des sexes en engraissement.

Une comparaison de la qualité moyenne des carcasses en Europe a été tentée par DAUMAS et DHORNE (1998). Deux difficultés sont à surmonter : la nature de la variable prédite (TVM ou taux de muscle) et la source d'information (résultats nationaux ou échantillon). La TVM a été définie de façon que la moyenne et la variance du taux de muscle soient approximativement conservées au niveau européen. Toutefois, les cheptels différant selon les pays, le passage ne sera pas identique pour tous. Ainsi, le classement moyen a augmenté de 3.7 points en France mais de seulement 0.5 point en Allemagne. De plus, certains pays, comme le Danemark ou la Grande-Bretagne, n'utilisaient pas le taux de muscle issu de la dissection totale. Par ailleurs, les essais de dissection nécessaires pour la mise au point des méthodes de classement doivent utiliser un échantillon représentatif. S'ils sont fiables, ils constituent alors une source d'information intéressante. Sur ces bases, la comparaison fait ressortir 2 groupes de pays : l'un à 60-61 de TVM et l'autre à 56-58 (carte 2). Le groupe de tête comprend Belgique, Danemark et France. Le peloton est formé dans l'ordre par la Grande Bretagne, l'Allemagne, l'Autriche, l'Espagne, la Suède, la Finlande, l'Irlande et les Pays-Bas. La position de la Grande Bretagne, de l'Espagne et des Pays-Bas est toutefois incertaine, étant

basée sur le taux de muscle. Néanmoins, la production de porcs très légers et exclusivement de mâles entiers favorise les britanniques alors qu'une rotation rapide des bâtiments défavorise les néerlandais.

Seule la France identifie le sexe lors du classement. Elle dispose donc d'informations fiables sur les écarts entre sexes, indicateurs précieux pour l'adaptation de la conduite d'élevage. DAUMAS et al. (1998) rapportent les écarts suivants entre femelles et mâles castrés pour le second semestre 1997 :

- 3 points de plus de TVM (61.5 contre 58.5) ;
- 1.6 mm de plus d'épaisseur de noix de côtelette (3/4DC) ;
- 2.9 mm de moins d'épaisseur de gras sous-cutané costal (3/4DC) ;
- 2.2 mm de moins d'épaisseur de gras sous-cutané lombaire (3/4VL) ;
- poids identique (87.0 kg).

Les grilles de paiement actuelles génèrent un écart moyen de prix supérieur à 40 ct/kg en faveur des femelles.

L'analyse de 2 semaines de tuerie dans les plus gros abattoirs du grand ouest a permis d'établir les écarts types des nouvelles variables de pesée-classement ainsi que les corrélations entre variables. La variance des castrats est plus importante que celle des femelles, excepté pour le poids de carcasse. Pour la TVM, l'écart type est de 3.1 pour les castrats contre 1.9 pour les femelles.

Les différences entre sexes de corrélation (tableau 1) concernent surtout les relations poids-gras, plus intenses pour les femelles, et TVM-muscle, plus intense pour les castrats. La TVM, étant une fonction linéaire des 2 gras et du muscle, elle est évidemment bien corrélée avec ces variables : - 0.86 pour le gras costal, - 0.78 pour le gras lombaire et + 0.48 pour le muscle. La corrélation avec le poids est faible : - 0.14. La corrélation entre les 2 gras est élevée (+ 0.8) alors que gras et muscle sont indépendants. Le poids est moyennement corrélé aux épaisseurs de gras et de muscle (+0.4).

Dans l'ancien classement, la corrélation entre taux de muscle et gras costal 3/4DC était un peu plus forte (- 0.9) et celle entre le poids et les épaisseurs un peu moins forte (- 0.35).

PERSPECTIVES POUR LES CLASSIFICATIONS BOVINES ET PORCINES

ALLEN (1998) et JONES et al. (1997) ont analysé récemment les méthodes objectives d'évaluation des carcasses. Nous rapportons ici un certain nombre de leurs analyses concernant les bovins et les porcs.

Ces dernières années, les avancées les plus importantes en matière de méthodes instrumentales de classification concernent des techniques non-invasives, telles que les ultrasons, l'analyse d'image, le scanning électromagnétique et l'impédance bioélectrique. En comparaison avec les appareils utilisant la réflectance, ces méthodes présentent l'avantage d'une plus grande précision potentielle ainsi que l'absence de risque de contamination croisée. Le potentiel de précision provient du fait qu'il n'y a pas limitation à 1 ou 2 sites anatomiques précis de mesure d'épaisseurs de gras et de muscle. Pour cette même raison, les biais entre groupes d'animaux différant dans la distribution de leurs tissus sont susceptibles d'être réduits. De plus, ces méthodes sont généralement automatiques ou susceptibles d'être automatisées, ce qui permet de diminuer les coûts de main d'oeuvre et d'améliorer l'objectivité et la répétabilité.

Dans le choix d'une technique de classement commercial, les critères suivants sont parmi les plus importants :

- précision d'estimation ;
- biais entre lots ;
- facilité d'utilisation ;
- résistance à l'environnement hostile des abattoirs ;
- vitesse compatible avec celle des chaînes d'abattoir ;
- taille de l'installation et importance des aménagements de la chaîne ;
- importance de l'investissement ;
- importance des frais courants (main d'oeuvre, calibrage, maintenance,...).

Le critère de coût exclut les techniques de tomographie, qui consistent à réaliser une cartographie par coupes transversales des tissus. Aussi bien les rayons X que la Résonance Magnétique Nucléaire, utilisés en médecine humaine, peuvent apporter une grande précision mais sont trop onéreuses.

Ultra-sons

Des appareils à ultra-sons, utilisés en médecine humaine pour des diagnostics, ont été appliqués avec succès il y a une trentaine d'années pour mesurer des épaisseurs de gras et de muscle sur des animaux vivants. Leur application ultérieure sur des carcasses s'est révélée décevante. Les problèmes rencontrés sur les bovins et les ovins furent : formation de poches d'air dans le gras sous-cutané après le retrait du cuir et le lavage et mouvement des tissus chauds sur la sonde. Les applications dans le porc ont donc été les plus nombreuses.

Dans l'UE, 3 appareils à ultra-sons ont obtenu un agrément jusqu'à présent : l'Ultra-Meater (de la société allemande CSB), l'Ultra-FOM et l'Autofom (de la société danoise SFK) ; les 2 premiers sont manuels alors que le dernier est automatique.

L'Ultra-Meater utilise un scan-B, ayant une fréquence de 3.5 Mhz et une largeur d'image de 10 cm. Il a été autorisé en Allemagne, au Royaume-Uni et en France, avec un RSD variant de 1.96 à 2.24. Seuls une demi-douzaine d'abattoirs allemands et français l'utilisent. L'automatisation de l'appareil est envisagé par le constructeur.

L'Ultra-FOM utilise un scan-A, ayant une fréquence de 4 Mhz et un intervalle de mesure de 5-40 mm pour le gras et 30-100 mm pour le muscle. L'Ultra-FOM est seulement autorisé au Royaume-Uni, où il a obtenu un RSD de 2.38. Mais il ne semble pas y être utilisé.

L'Autofom est constitué de 16 transducteurs ultra-sons, placés dans un anneau fixe en acier inoxydable, à 25 mm les uns des autres. La synchronisation de la fréquence de mesure avec celle de la chaîne d'abattage permet de reconstituer une image en coupe tous les 5 mm le long de la carcasse. Du jambon jusqu'à la tête, 200 mesures peuvent être prises par chaque transducteur. Au total, ce sont donc un maximum de 3200 mesures par carcasse. En moyenne, sont mesurées 2000 épaisseurs de gras sous-cutané et de muscle. L'Autofom a été autorisé au Danemark (RMSE = 1.84) et en Allemagne (RMSE = 1.58). A l'automne 1998, il pourrait également être autorisé en Suède et il devrait être testé en Espagne. Le constructeur annonce une vitesse maximale de 1250 porcs par heure. Au Danemark, la précision s'est révélée un peu moins bonne que celle du robot actuellement utilisé, le Classification Centre (RMSE = 1.70). Néanmoins, d'ici 2 ans, les Danois envisagent de remplacer les CC par des Autofom pour les raisons suivantes : nécessité de moins de place, vitesse plus élevée, coût plus faible, moins de pannes et moins de maintenance. Cependant, il est probable que le coût très élevé limitera son implantation à quelques très grands abattoirs en Europe et en Amérique. Son avantage

principal réside probablement dans sa capacité à trier les pièces. De plus, la précision pourrait à terme être améliorée par des avancées dans le software. En effet, le CC avec seulement 10 mesures (7 épaisseurs de gras et 3 de muscle) en conditions industrielles, est plus précis que l'Autofom avec 2 à 3000 mesures. Mieux encore, Daumas et Dhorne (1997) ont obtenu une précision voisine du CC (RMSE = 1.67) avec seulement 7 mesures (4 épaisseurs de gras et 3 de muscle) prises à froid avec beaucoup de soin.

Une technique complètement différente a été développée à l'Université de Bristol (Royaume-Uni). Elle est basée sur la différence de vitesse des ultra-sons entre gras et muscle, d'où son nom VOS = Velocity of Sound. Un faisceau ultra-sons est envoyé à travers la carcasse et le temps pour atteindre l'autre côté est enregistré. Connaissant la distance traversée, les proportions des 2 tissus peuvent être estimées. Selon ALLEN (1998), cette technique, développée initialement pour le vif, pourrait trouver une application pour les carcasses de bovins où les scanners ultra-sons sont moins performants que pour les porcs.

Denoyelle et al. (1995) ont trouvé que 6 mesures VOS permettaient d'estimer le pourcentage de gras de différents types de bovins dans une plage de RSD de 1.0 à 1.59 %. Le pourcentage de muscle est estimé moins précisément. L'appréciation visuelle est plus performante aussi bien pour le muscle que pour le gras.

Analyse d'images vidéo (VIA)

Le développement de caméras vidéo et de logiciels relativement bon marché a permis l'apparition de méthodes de classement basées sur l'image. En porc, la VIA ne semble pas présenter beaucoup d'avantages. Seuls les Belges travaillent actuellement à un prototype, capable d'apprécier la conformation. En bovin, plusieurs pays travaillent à des projets depuis plusieurs années : Allemagne, Australie, Canada, Danemark, France.

En France, Normaclass S.A. est chargée du développement de machines expérimentales à classer les carcasses de gros bovins par vidéo (BIGNON J.L., 1998). La machine actuelle comporte 6 caméras (3 pour les parties hautes et 3 pour les parties basses). Les demies carcasses, pendues sur le rail, viennent s'appuyer sur une butée rotative formée de 3 barres en inox, face à un fond noir contrastant et éclairé par un système de tubes néon, garantissant des conditions constantes d'éclairage. Les caméras, enfermées dans une armoire inox étanche, filment sous des angles de vues définis à l'avance. Les images prises sur les faces dorsale, latérale externe et interne, sont ensuite transmises et analysées par un ordinateur situé dans le local de pesée. 35000 mesures permettent de répartir les classes dans les 75 sous-classes (15 classes de conformation croisées avec 5 classes d'engraissement) de la grille EUROP. La machine est conçue pour fonctionner à une cadence de 120 carcasses/heure. Elle occupe un espace au sol de 4 m de long sur 6 m de large. Des résultats sur les jeunes bovins et les vaches synthétisés par LEBRET en octobre 1997 (non publiés) semblent encourageants (cf. tableau 2). Des expérimentations complémentaires ont eu lieu en 1998 pour valider la méthode pour les génisses et les boeufs, notamment dans les classes E et U. Des négociations sont en cours pour adapter les réglementations communautaires et française. D'après BIGNON (1998), "Interbev n'envisage pas la commercialisation des machines avant 1999, date à laquelle il faudra également avoir réglé les questions plus politiques de responsabilité du classement et de propriété de ces machines dont le coût unitaire est évalué à 1 500 000 francs HT en plus des modifications éventuelles de la chaîne d'abattage."

Les Danois ont développé un premier prototype : le Beef Classification Center (BCC). La conjonction d'analyse d'images et d'épaisseurs de gras, à l'aide d'une sonde, permettaient de

prédire la conformation avec un RSD de 0.74 et l'état d'engraissement avec un RSD de 0.52 (MADSEN et THODBERG, 1994). L'amélioration du BCC a donné naissance au BBC-2, qui n'utilise plus de sonde. La couverture grasseuse, la conformation et la couleur du gras sont déterminés par imagerie, avec une précision de 16 à 22 % supérieure à celle d'un inspecteur-classificateur. Selon SFK, les abattoirs danois vont être progressivement équipés, afin de classer avec le BCC-2 à partir du 1er mars 1999.

En Allemagne, SÖNNICHSEN et al. (1998) ont testé un appareil allemand, le VBS 2000, de conception proche du BCC-2. Ses performances ont été jugées bonnes. Les conditions CE imposées dans le classement porc ont été satisfaites. Dans un essai portant sur 1365 carcasses, classées par 2 classificateurs expérimentés, l'erreur standard de prédiction (SEP = Standard Error of Prediction) fut de 0.81 pour la conformation (échelle de 15 classes) et de 0.91 pour l'état d'engraissement (échelle de 15 classes). A titre comparatif, avec le BCC-2 MADSEN et al. (1996) rapportaient 0.57 pour la conformation et 0.97 pour l'état d'engraissement.

Un système VIA, appelé VIASCAN, a été développé en Australie par Systems Intellect de l'Australian Meat Research Corporation (MRC). Il en existe 3 versions : l'une pour les carcasses entières, l'autre pour les carcasses réfrigérées et une 3ème pour les pièces. FERGUSON et al. (1995) ont utilisé le système pour carcasses entières pour prédire le pourcentage de viande commercialisable de groupes de carcasses bovines de différentes catégories de marché. Pour l'une des quatre catégories, VIA était plus précis que les mesures standard, poids et épaisseur de gras ; le RSD variait de 0.98 à 1.52%.

Un système d'imagerie utilisant les lasers, appelé Laser Range Imaging System (LARIS) a été testé en Italie. LAZZARONI et PAGANO TOSCANO (1993 et 1994) ont trouvé, d'une part, la technique très répétable pour estimer le volume des quartiers avants et arrière et d'autre part, que le volume de carcasse était corrélé au rendement en viande. Bien que cette technique en soit encore aux premiers stades de développement, elle pourrait avoir un futur pour une mesure objective de la conformation et du rendement.

TOBEC

Le TOBEC (Total Body Electrical Conductivity) a été modifié plusieurs fois depuis qu'il fut introduit dans les années 1970 pour évaluer la masse corporelle de porcs vivants (JONES et al., 1997). L'équipement consiste en un tunnel entouré par un solénoïde, qui induit un champ électromagnétique à basse énergie quand un courant de 2.5 Mhz le traverse. Une carcasse déplacée dans le tunnel absorbe l'énergie proportionnellement à sa conductivité. Des détecteurs mesurent l'absorption d'énergie et une courbe est retranscrite sur un écran. Cette courbe atteint un pic quand la carcasse est entièrement dans le champ. Le muscle, ayant un contenu élevé en eau et en ions sodium et potassium, présente une conductivité élevée. Gras et os, peu conductifs, sont ignorés à cette basse fréquence, comme cela est décrit en détails par FUNK (1991). Le pic de conductivité, calculé par moyennage (PMA) est donc très corrélé avec la teneur en maigre. Mais quelques chercheurs ont utilisé d'autres paramètres de la courbe pour prédire la teneur en maigre des pièces (BERG et al., 1994). La température de la carcasse et son orientation dans le tunnel influencent la courbe, ce qui est d'importance en conditions industrielles.

La plupart des recherches avec cette technologie ont été menées sur le porc par l'Université de Purdue à West Lafayette (Indiana, USA). FORREST et al. (1991) ont trouvé un RSD de 2.38% pour la prédiction du taux de muscle, en tenant compte de la température de

la carcasse, de son poids froid et de sa longueur. L'ajout de l'épaisseur de gras à la 10ème côte abaissait le RSD à 1.93%.

La 1ère installation pour le classement commercial de carcasses de porc est en place depuis plus de 4 ans aux USA. Utilisant un MQ25, cette installation n'est que partiellement automatique, les carcasses étant raccrochées au rail manuellement à la sortie du tunnel. Lors d'une étude dans cette entreprise, BERG et al. (1994) trouvèrent un RSD de 2.05%, avec le poids de carcasse chaude comme seule co-prédictrice.

ALLEN (1998) rapporte les résultats de travaux menés aux Pays-Bas. Le RSD pour la prédiction du taux de muscle IVO a été estimé à 3.60% à partir de PMA. L'addition du poids chaud de carcasse a baissé le RSD à 2.63. L'utilisation d'une douzaine de paramètres de la courbe a permis de réduire le RSD à 1.67. A titre de comparaison, le RSD à partir des mesures HGP actuellement utilisées dans les abattoirs néerlandais est de 1.79%. Malgré l'automatisation du système, en passant un rail dans le tunnel, l'industrie néerlandaise a décidé de renoncer à demander l'autorisation de l'UE pour classer avec le TOBEC.

En Irlande, ALLEN et McGEEHIN (1997) ont trouvé que le TOBEC était moins précis que le HGP. La prise en compte de l'effet du sexe a permis d'améliorer la précision. La précision s'est révélée meilleure sur des carcasses froides que chaudes.

Récemment, BERG et al. (1998) ont montré que l'utilisation de réseaux de neurones pour l'analyse des signaux électromagnétiques améliorerait la précision par rapport aux procédures classiques de régression.

La plus grande machine existante ne permet pas de passer une carcasse, voire une demie, sans repositionner le quartier avant. Une équipe de l'université du Nébraska à Lincoln a conduit un essai dans des conditions commerciales. Cela s'est fait en coupant les tissus derrière l'omoplate. Le poids de maigre dans la carcasse a été prédit avec un RSD de 5.38 lb et le poids de maigre des pièces principales avec un RSD inférieur à 1.2 lb (BELL et al., 1995).

Analyse d'impédance bioélectrique (BIA)

Cette technologie exploite la différence de conductivité entre les tissus gras et maigres. A la différence du scanning électromagnétique, un courant traverse la carcasse et la résistance et/ou réactance est enregistrée. La BIA fut d'abord utilisée sur des animaux vivants, mais elle a plus récemment été appliquée à des carcasses et à des pièces.

SWANTEK et al. (1992) l'ont utilisé avec succès sur des porcs vifs et leurs carcasses froides. La meilleure équation, incluant poids froid, résistance, réactance et longueur avait un RSD de 1.57 kg.

CONCLUSIONS

Le classement bovin souffre encore de son manque d'objectivité. En Europe, la réglementation communautaire prévoit l'appréciation visuelle de la conformation et de l'état d'engraissement. Depuis une dizaine d'années, se développent des projets d'instrumentalisation. Ils se sont d'abord heurtés aux spécificités de l'espèce bovine : grand nombre de races, différentes catégories, variété d'âge et de poids, faible couverture grasseuse sous-cutanée. Généralement, ces projets ont d'abord tenté de copier le classement humain. L'absence de critère objectif à prédire est un écueil supplémentaire. Dans un deuxième temps, les développements s'orientent vers la prédiction du rendement en viande commercialisable de la carcasse ou des pièces.

VIA et TOBEC semblent les technologies les plus prometteuses. Les premiers appareils classant à grande échelle fonctionneront probablement par VIA. Le pays le plus avancé semble être le Danemark, qui a décidé de démarrer le classement objectif bovin le 1er mars 1999 avec le BCC-2, qui est un appareil entièrement automatique. La France émet quelques velléités de commencer également en 1999, avec sa machine à classer de conception française, mais les mises au point techniques ne semblent pas encore achevées et les débats professionnels pas encore clos.

Dans le porc, l'usage d'instruments de mesure est largement répandu depuis fort longtemps. En France, le FOM-SPC a fait son apparition en 1986. Dans la CEE, les appareils de classement sont obligatoires depuis le 1er janvier 1989, pour prédire la teneur en viande maigre à partir de mesures anatomiques. Dans la pratique, les pays du sud renouent encore, notamment car ils ne sont pas convaincus de l'intérêt de ce critère synthétique de la composition corporelle pour leurs marchés. Ailleurs, la transparence du marché n'est encore que partielle, certains pays n'ayant pas encore adopté la nouvelle définition de la teneur en viande maigre (TVM). Belgique, Danemark et France présentent la teneur la plus élevée, avec 60 kg/q.

Les appareils les plus répandus sont les sondes utilisant la réflectance, telles que FOM, HGP et CGM. Ces sondes sont employées par un opérateur. Seul le Danemark utilise un appareil automatique, le Classification Centre (CC), qui enfonce 7 sondes FOM dans la carcasse. Son coût très élevé, sa faible cadence (360 porcs/heure) et son grand encombrement sont les obstacles principaux à son exportation.

D'ici 2 ans, le CC pourrait être remplacé par un autre automate, l'Autofom, appareil non-invasif à ultra-sons. Bien qu'un peu moins précis pour l'instant que le CC, il n'en présente pas les inconvénients. Ses capacités de tri des pièces pourrait se révéler le meilleur argument pour quelques très grands outils d'abattage-découpe, capables d'amortir son coût encore élevé (de l'ordre de 2 millions de FRF). Pour l'instant, seuls quelques rares abattoirs se sont montrés intéressés. Toutefois, il semble que ce soit actuellement la technologie la plus prometteuse. L'idée est de mesurer un grand nombre de mesures, même avec une précision faible. L'idée opposée consistant à mesurer précisément un nombre limité de mesures, semble avoir trouvé ses limites en conditions industrielles avec le CC.

Il est fort probable que la très grande majorité des abattoirs garde encore pendant plusieurs années des appareils à réflectance. Les sondes à ultra-sons ont pour l'instant une précision et un prix voisins, ce qui ne leur permet pas d'envahir massivement le marché. Seules des raisons sanitaires interdisant la pénétration de sondes dans la viande pourrait favoriser l'essor des ultra-sons.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN P., 1998. Objective methods of carcass evaluation. Proc. of Teagasc International Conference Challenges for the meat industry in the next millenium, 14 mai 1998, Dublin (Irlande).
- ALLEN P., McGEEHIN B., 1997. Prediction of lean meat percentage in pigs using TOBEC. Proc. 43rd ICoMST, Auckland, NZ, pp 254-255.

- BELL B., GUEST T., GWARTNEY B.L., MESECK N., CALKINS C.R., 1995. Electromagnetic scanning to predict lean content and value in hot beef sides under commercial conditions. 1995 Beef Cattle report, Univ. Nebraska, Lincoln, USA, pp 50-51.
- BERG E.P., ENGEL B.A., FORREST J.C., 1998. Pork carcass composition derived from a neural network model of electromagnetic scans. *J. Anim. Science*, 76, 18-22.
- BERG E.P., FORREST J.C., FISCHER J.E., 1994. Electromagnetic scanning of pork carcasses in an industrial configuration. *J. Anim. Science*, 72, 2642-2652.
- BIGNON J.L., 1998. Machine à classer : au-delà du mythe, une réalité ...Bétail et Viande n°26, avril 1998, pp 8-10.
- CAUSEUR D., DHORNE T., 1998. Calibrating predicting variables in linear regression models. Submitted to *Biometrika*.
- DAUMAS G., CAUSEUR D., DHORNE T., SCHOLLHAMMER E., 1998a. Les méthodes de classement des carcasses de porc autorisées en France en 1997. *Journées Rech. Porcine en France*, 30, 1-6.
- DAUMAS G., CAUSEUR D., DHORNE T., SCHOLLHAMMER E., 1998b. The new pig carcass grading methods in France. Proc. 44th ICoMST, Barcelona, Spain, C-64.
- DAUMAS G., DHORNE T., 1997. Teneur en viande maigre des carcasses de porc : évaluation et estimation. *Journées Rech. Porcine en France*, 29, 411-418.
- DAUMAS G., DHORNE T., 1998. Pig carcass grading in European Union. Proc. 44th ICoMST, Barcelona, Spain, C-63.
- DENOYELLE C., FISCHER A., QUILICHINI Y., 1995. Application in the meat industry of velocity of ultrasound to predict beef carcass composition. Proc. 41st ICoMST, San Antonio, Texas, USA, pp 189-190.
- FERGUSON D.M., THOMPSON J.M., BARRETT-LENNARD D., SORENSEN B., 1995. Prediction of beef carcass yield using whole carcass VIASCAN. Proc. 41st ICoMST, San Antonio, Texas, USA, pp 183-184.
- FORREST J.C., KUEI C.H., CHEN W., LIN R.S., SCHINKEL A.P., WALSTRA P., KOOPER H., JUDGE M.D., 1991. Electromagnetic scanning : carcass evaluation. Proc. Symp. Electronic Evaluation of Meat in Support of Value-Based Marketing, Purdue University, West Lafayette, IN, USA, pp 85-108.
- FUNK R., 1991. Electromagnetic scanning : carcass evaluation. Proc. Symp. Electronic Evaluation of Meat in support of Value-Based Marketing, Purdue Univ., West Lafayette, IN, USA, pp 73-83.
- JONES S.D.M., TONG A.K.W., ROBERTSON W.M., 1997. Technologies for objective grading/assessment. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*, volume 50, pp 106-113.
- LAZZARINO C., PAGANO TOSCANO G., 1993. A laser technique for measuring carcass volume. Proc. 44th Ann. Meet. EAAP, Aarhus, Denmark, Paper C3.5 (Abstr.).
- LAZZARINO C., PAGANO TOSCANO G., 1994. Use of carcass side volumes to evaluate meat yield in normal and double muscled cattle. Proc. 40th ICoMST, The Hague, The Netherlands, Paper S-111.24.

- MADSEN N.T., THODBERG H.H., 1994. Application of VIA and neural networks in objective classification and prediction of carcass composition. Proc. 40th ICoMST, The Hague, The Netherlands.
- MADSEN N.T., THODBERG H.H., FIIG Th., OVESEN E., 1996. BCC-2 for objective beef carcass classification and prediction of carcass composition. Proc. 42th ICoMST, Lillehammer, Norway, pp 244-245.
- MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION (MLC), 1998. Pig yearbook 1997.
- SÖNNICHSEN M., AUGUSTINI C., DOBROWOLSKI A., BRANSCHIED W., 1998. Objective classification of beef carcasses and prediction of carcass composition by video image analysis. Proc. 44th ICoMST, Barcelona, Spain, C-59, pp 938-939.
- SWANTEK P.M., CRENSHAW J.D., MARCHELLO M.J., LUKASKI H.C., 1992. Bioelectrical impedance : a nondestructive method to determine fat-free mass of live market swine and pork carcasses. J. Anim. Science, 70, 169.
- WALSTRA P., MERKUS G.S.M., 1995. Procedure for assessment of the lean meat percentage as a consequence of the new EU reference dissection method in pig carcass classification. ID-DLO Document.

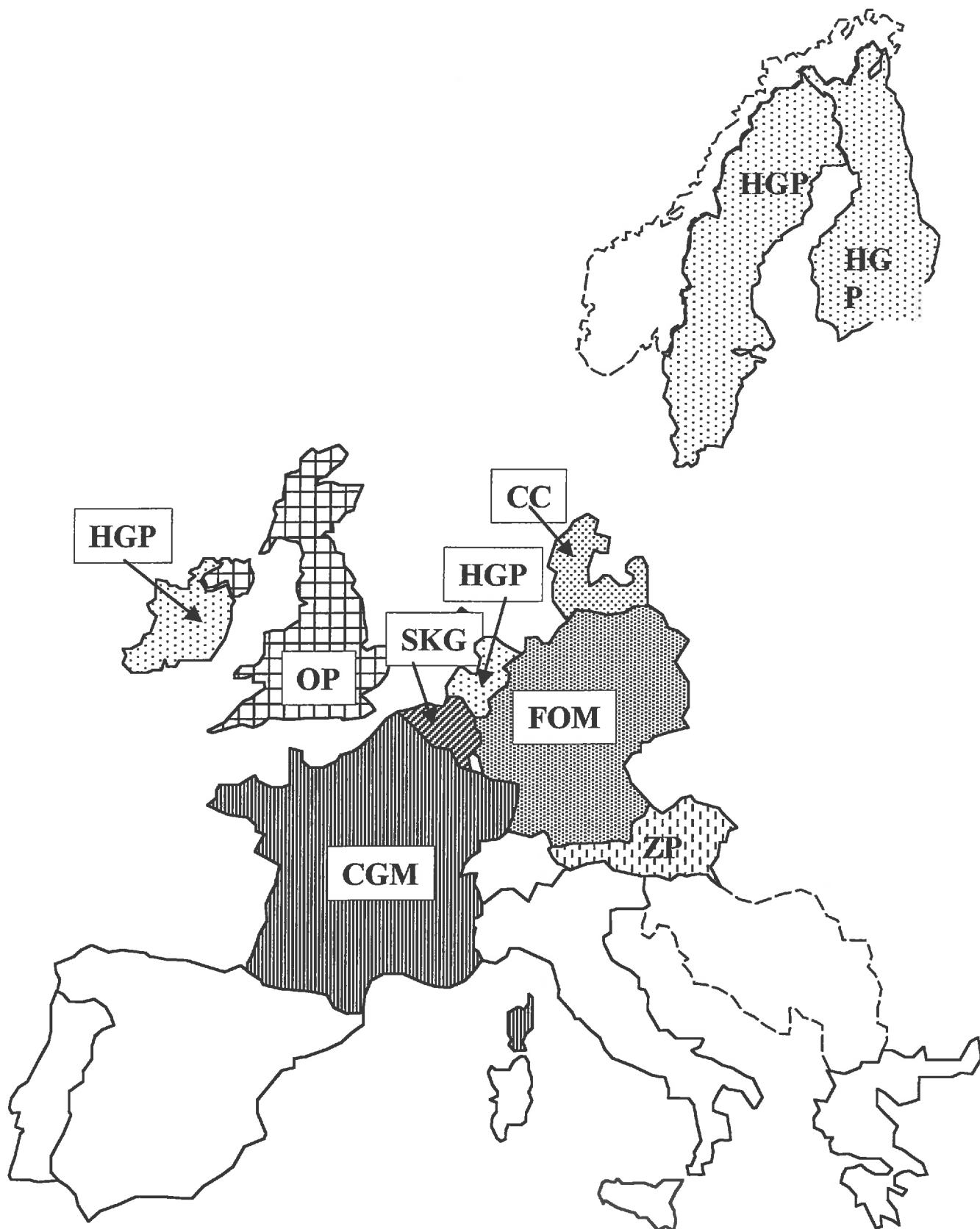
Tableau 1 : Corrélations entre variables de pesée-classement pour les femelles (au-dessus de la diagonale) et pour les mâles castrés (en-dessous de la diagonale)

	TVM	Gras lombaire	Gras costal	Muscle costal	Poids carcasse
TVM		- 0.78	- 0.87	+ 0.44	- 0.17
Gras lombaire	- 0.77		+ 0.80	+ 0.03	+ 0.39
Gras costal	- 0.85	+ 0.81		+ 0.04	+ 0.40
Muscle costal	+ 0.52	- 0.02	- 0.02		+ 0.44
Poids carcasse	- 0.10	+ 0.34	+ 0.36	+ 0.42	

Tableau 2 : Proportions (%) de carcasses classées par la machine à classer les gros bovins et par un classificateur avant émoussage en fonction des écarts de classe par rapport à un jury de référence (d'après Lebret, 1997)

ECARTS DE CLASSE		0	+ - 1/3	+ - 2/3	+ - 1
Jeunes Bovins Conformation	Machine	45	89	100	100
	Juge	46	89	98	99
Jeunes Bovins Engraissement	Machine	14	63	98	100
	Juge	37	68	83	100
Vaches Conformation	Machine	44	92	99	100
	Juge	42	82	96	99
Vaches Engraissement	Machine	26	66	89	98
	Juge	37	67	84	97

Carte 1
Appareil de classement porc le plus utilisé dans chaque Etat membre



Carte 2 Classement porc moyen par Etat membre

