

---

# UNE NOUVELLE UTILISATION ZOOTECNIQUE DE L'ECHOGRAPHIE : ESTIMATION DE L'ETAT CORPOREL DES BOVINS ; APPLICATION SUR QUARANTE BLONDES D'AQUITAINE EN PERIODE D'ENGRAISSEMENT

---

THESE  
pour obtenir le grade de  
DOCTEUR VÉTÉRINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement en 2003  
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

*par*

**Olivier, Marcel MANIAVAL**  
Né, le 20 janvier 1978 à AURILLAC (Cantal)

---

Directeur de thèse : M. le Professeur Roland DARRÉ

---

## JURY

PRESIDENT :  
**M. Jean PARINAUD**

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEUR :  
**M. Roland DARRÉ**  
**Mme Nicole HAGEN-PICARD**

Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE  
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

Partie 2/2

## **II. PARTIE EXPERIMENTALE**

L'expérimentation mise en place vise à évaluer l'intérêt zootechnique de la technique d'imagerie échographique afin d'évaluer l'état d'engraissement de bovins et de déterminer la méthode la plus intéressante. Le but final de cette étude est d'apprécier l'utilité et la réalisation de cette méthode échographique dans la pratique de l'élevage. C'est pourquoi il a été réalisé à la fois une cinétique de mesures et une comparaison avec des résultats post-mortem à partir de deux sites de mesures et de différents paramètres mesurés.

### **A. PROTOCOLE EXPERIMENTAL**

Cette expérimentation s'est déroulée au sein de 2 structures : l'ADAESO et le lycée agricole de Montardon. Ces structures ont mis à notre disposition leur matériel ainsi que les animaux nécessaires. Ils ont également financé les mesures réalisées sur les carcasses à l'abattoir. C'est pourquoi il est important de souligner le rôle majeur qu'ont joué F. Huart pour l'organisation et L. Sénéchaux pour les modalités pratiques du bon déroulement de l'étude.

#### 1. Schéma expérimental

##### **a. Animaux**

L'étude a porté sur un type de bovins précis à savoir 45 vaches de réforme de race Blonde d'Aquitaine d'âges et de conformations variables, c'est pourquoi les résultats de notre étude ne sont pas forcément valables pour d'autres catégories d'animaux : jeunes bovins, type racial plus gras (Angus, Hereford ou Laitier).

##### **b. Période d'étude**

On distingue 4 phases :

- Phase d'adaptation de 1 mois.
- Phase de transition alimentaire de 15 jours.
- Phase expérimentale : début en juin.
- Phase d'abattage : fin de la phase expérimentale lors du dernier abattage, sachant que chaque vache est abattue quand elle atteint un état d'engraissement suffisant pour être commercialisée.

##### **c. Logement**

Les animaux sont regroupés en 4 loges de 72 m<sup>2</sup> (3 de 10 vaches et 1 de 15) en stabulation libre sur paille.

#### d. Alimentation

Tout d'abord les animaux sont soumis à une période de transition alimentaire de 15 jours.

Un régime alimentaire différent est ensuite attribué à chacun des 4 lots :

- 3 lots ont une ration de base composée de maïs grain humide entier inerte (MGHE) associée 3 compléments azotés différents : lupin, pois, tourteau de soja. Le lupin et le pois sont broyés grossièrement. Le MGHE est produit et stocké sur le site du lycée agricole d'Orthez, les autres matières premières sont achetées.
- Le 4<sup>ème</sup> lot a une ration de base faite de maïs sec concassé (MSC) associée à du tourteau de soja.

Les 4 lots ont également du foin à volonté et un aliment minéral vitaminé.

	MGHE	MSC
Tourteau de soja	10 vaches	15 vaches
Lupin	10 vaches	
Pois	10 vaches	

Différents régimes alimentaires sont donnés afin de permettre d'associer d'autres études à la nôtre. Il s'agit notamment de mettre en relation des régimes alimentaires et des paramètres mesurés post mortem comme la couleur de la viande ou la taille des papilles ruminales par exemple. Dans notre cas, l'effet régime ne nous intéresse pas et modifie peu l'engraissement des animaux (apports identiques en UFB et PDI).

Des précisions sur les caractéristiques des matières premières et la composition des différents régimes alimentaires en supplément du foin apporté à volonté sont présentées dans les 3 tableaux suivants.

	<b>MGHE (1)</b>	<b>T de Soja 48 (1)</b>	<b>Pois (2)</b>	<b>Lupin blanc (2)</b>	<b>AMV (3)</b>
MS g/kg	699.2	872	857	867	950
<b>Valeurs nutritionnelles (g/kg)</b>					
MAT	83	516.8	210	344	
UFL	1.25	1.21	1.15	1.25	
UFV	1.27	1.21	1.16	1.23	
PDIN	62.25	368	165	230	
PDIE	106	254	130	162	
PDIA	49	196	23	13	
P	2.9	7.1	4.6	4.6	50
Ca	0.2	2.9	0.9	2	250
CB	22.1	63.2	61	161	
Amidon	757.1	81.3	520	3	
MG	37.3	18.9	15	104	
MM	38	68.9	37	45	
NDF	108.2	111.2	128	188	
ADF	31.4	65.4			
ADL	9.6	6.5			

(1) : ref AGPM, (2) ref INRA, (3) ref fabricant

Tableau 4 : Caractéristiques des matières premières

Nom du régime	Soja	Pois	Lupin
<b>Composition en brut (%)</b>			
MGHE	91.9	78.44	85.22
Source protéique	6.9	20.39	13.26
AMV	1.2	1.17	1.52
<b>Composition en matière sèche (%)</b>			
MGHE	89.98	74.69	82.17
Source protéique	8.43	23.8	15.85
AMV	1.6	1.51	1.98

Tableau 5 : Composition des aliments selon le régime alimentaire (rapport PDIN/UFV = 70)

	<b>Soja</b>	<b>Pois</b>	<b>Lupin</b>
MAT g/kg	118.22	112	123
PDIN/kg	87.02	85.8	87.6
PDIE/kg	116.78	110.11	112.8
PDIA/kg	60.6	42	42.3
<b>PDIN/UF</b>	<b>69.91</b>	<b>70</b>	<b>70.7</b>
PDIE/UF	93.82	90	91
PDIA/UF	48.69	34.4	34
<b>UFV/kg</b>	<b>1.24</b>	<b>1.22</b>	<b>1.24</b>
P g/kg	4	4	4.1
Ca g/kg	4.42	4.2	5.44
MM g/kg	40	37.2	38.4
CB g/kg	25.21	31	43.68
Amidon g/kg	688.08	690	622.5
<b>Amidon/CB</b>	<b>27.29</b>	<b>22.2</b>	<b>14.25</b>
NDF g/kg	106.73	111	118.7
MG g/kg	44.55	39.5	59.2

Tableau 6 : Valeurs nutritionnelles des régimes alimentaires ( g/kg de MS)

## **e. Mesures réalisées**

### Sur animal vivant :

- Toutes les 3 semaines : pesée, mesure VOS et échographie de chaque animal appartenant à l'expérimentation. Cette manipulation nécessite environ 5-6 heures de travail par journée de mesure.

Remarque : l'intérêt de la mesure VOS est développé dans la thèse PAULUZZI.

### Sur la carcasse :

- Pesée de la carcasse.
- Pesée des gras de rognon.
- Dissection anatomique de la 6<sup>ème</sup> côte selon le protocole INRA : un technicien de l'AGPM a suivi une formation à la station INRA de Theix et réalise lui-même les dissections.
- Analyse chimique de la noix d'entrecôte.

## **2. Matériel et méthode de la technique échographique**

### **a. Matériel**

L'échographe utilisé est un Ultra Scan 900 associé à une sonde linéaire spécifiquement prévue pour cette utilisation (longueur de 176 mm et fréquence de 3 MHz).

L'Enregistreur Sony digital color printer FVP-1E est utilisé afin d'enregistrer les images échographiques sur des disquettes informatiques.

Les réglages de l'échographe (gain, contraste, luminosité) ont été fixés en début d'expérimentation et ils ont été vérifiés avant chaque série de mesures.

### **b. Réalisation des mesures**

L'animal est placé dans une cage de contention, il est tondu au niveau de l'épaule et des vertèbres lombaires côté droit. Pour établir un bon contact de la sonde sur la peau de l'animal, on enduit la peau d'huile de table au niveau des 2 sites de mesures.

Pour la première mesure, on dispose la sonde sur le dos parallèlement à la colonne vertébrale et orientée de manière à avoir le cordon de la sonde vers l'avant de l'animal. On visualise l'image sur l'écran de l'échographe, une fois celle-ci jugée satisfaisante, elle est figée puis numérisée par l'enregistreur Sony et enfin enregistrée sur disquette.

On passe ensuite au deuxième site de mesure au niveau de l'épaule (cordon de la sonde vers l'arrière de l'animal).



L'opérateur doit exercer une pression uniforme sur la sonde et régulière entre les mesures. Il doit aussi veiller à ce que la surface de la sonde repose bien horizontalement sur l'animal. Les 2 images obtenues par animal sont ensuite renommées sur la disquette, le soir même de la mesure de la manière suivante :

- numéro de l'animal-date(1) pour le filet
- numéro de l'animal-date (2) pour l'épaule

exemple : la photo du filet de la vache 9068 prise le 06 juin 2001 est codée 9068-06-06-01(1).

Chaque vache a donc un fichier des images échographiques obtenues au cours de son engraissement, ce qui représente une base de données brutes accessibles en cas d'erreurs ou de doutes sur les valeurs obtenues lors du traitement informatique.

### **c. Traitement informatique des images**

L'analyse informatique des photos a été réalisée par un opérateur unique et en une seule séance de façon à éviter les biais d'opérateur.

Sur ces images, on mesure l'épaisseur de gras sous-cutané au niveau du filet et la luminosité du muscle *longissimus dorsi* pour les 2 sites. Chaque animal est caractérisé par 1 valeur d'épaisseur de gras sous cutané et 2 valeurs de luminosités musculaires à chaque date.

L'épaisseur est mesurée grâce au logiciel Graphicworks3.0, elle est donnée en millimètres. La luminosité est mesurée grâce au logiciel Colorpilot qui exprime le nombre de pixels blancs par rapport à la surface déterminée par le technicien (valeur sur une échelle allant de 0 à 140).

Remarque : la luminosité est donnée par le logiciel Colorpilot qui l'exprime en 3 coordonnées de couleurs R, G et B. Nous avons constaté que ces 3 variables étaient corrélées pour nos images qui sont en noir et blanc : il suffit d'en étudier une pour en déduire les 2 autres. On a choisi arbitrairement d'utiliser R. (Cf. graph. de corrélation en annexe 4 )

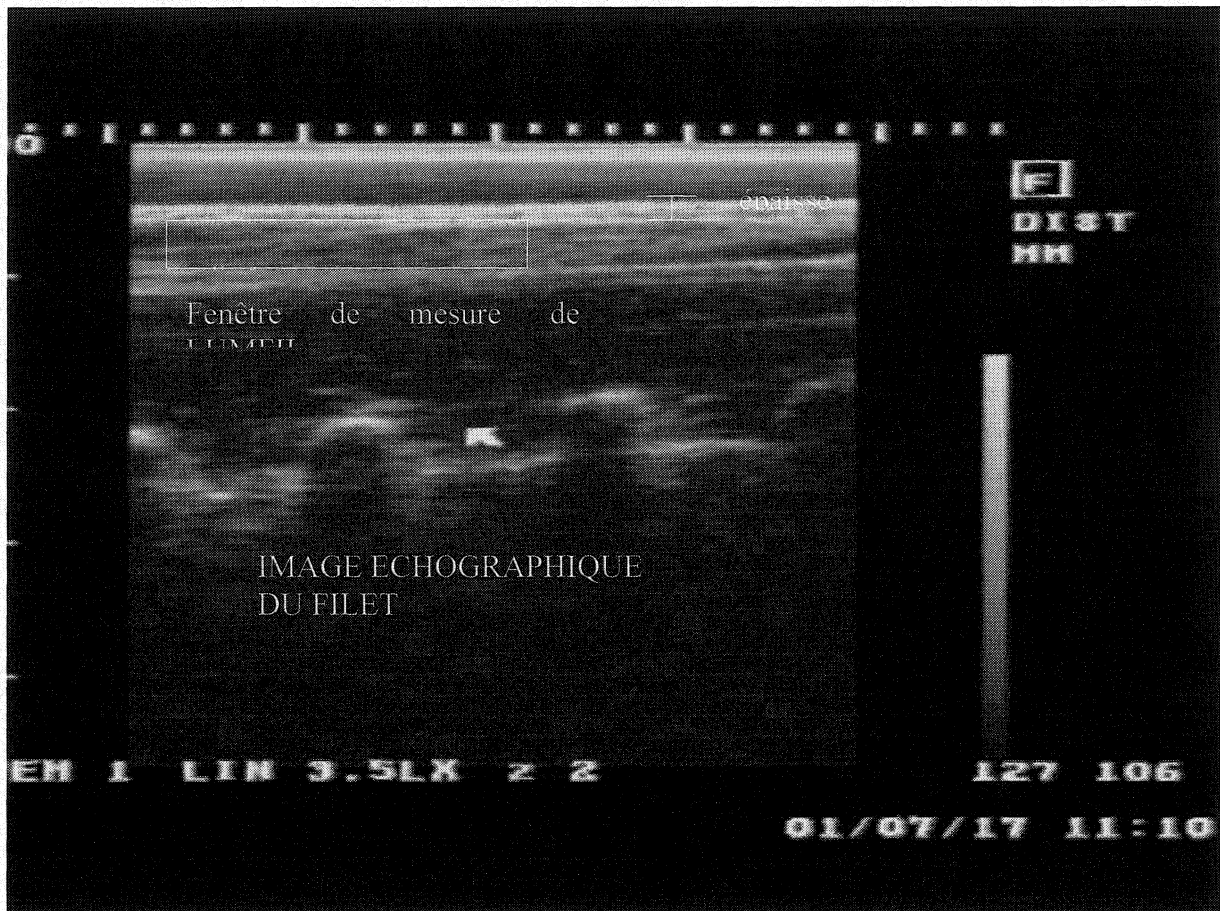


Photo 1 : image de la région du filet obtenue par échographie, méthode de mesure informatique de l'épaisseur et de la luminosité

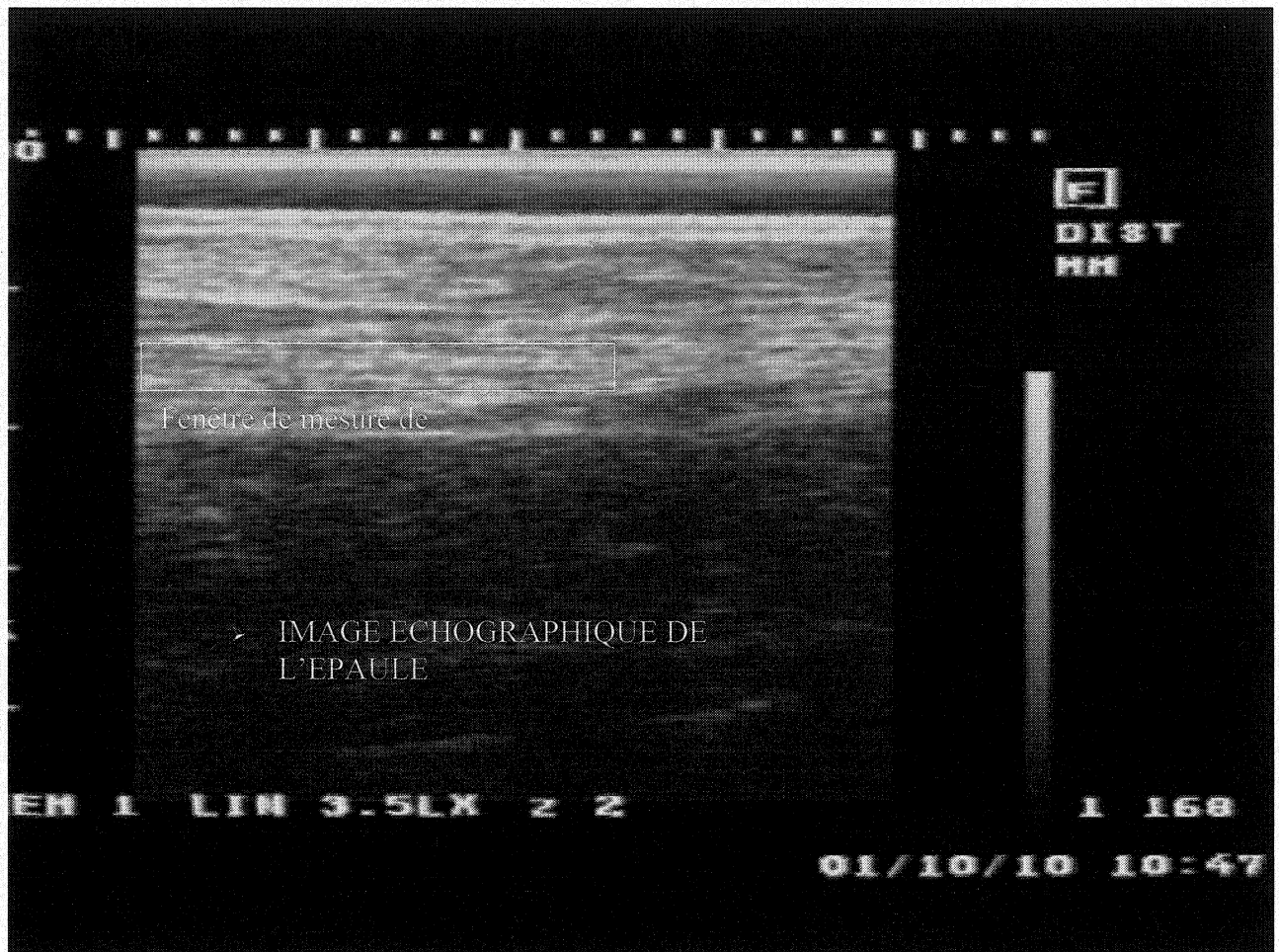


Photo 2 : image de la région de l'épaule obtenue par échographie, méthode de mesure de la luminosité

## Choix de la fenêtre de mesure de la luminosité

Au début de l'expérience, nous avons réalisé une étude de répétabilité des mesures échographiques en mesurant 10 fois chaque vache pour chaque site. Les luminosités du muscle à ces 2 sites ont été mesurées tout d'abord par une méthode utilisant des coordonnées fixes pour déterminer la fenêtre de mesure. (Les résultats de cette étude de répétabilité sont présentés en annexe 1)

Or il s'est avéré que les résultats obtenus ne correspondaient pas à l'appréciation visuelle que l'on avait de l'image ; de plus ce protocole ne permettait ni de s'adapter aux variations de développement musculaire entre les vaches (parfois la fenêtre comprenait une apophyse vertébrale à l'origine d'une surestimation), ni de prendre en compte les variations antéro-postérieures de positionnement de la sonde. En outre, dans le souci de convenir à un maximum de vaches, la fenêtre était de taille assez réduite d'où un risque d'erreur plus important.

C'est pourquoi nous avons décidé d'adapter la position de la fenêtre de mesure de luminosité à chaque image et de traiter de nouveau les séries de photos des 3 vaches (cf. un exemple de photo traitée avec les 2 méthodes en annexe 1). Nous avons constaté alors que l'écart type diminuait et que nous pouvions mieux discriminer les vaches maigres des grasses (diminution de la moyenne de la « maigre » et augmentation des luminosités moyennes des vaches 384 et « en état ». La colonne Amélioration donne la baisse de l'écart type apportée par la 2<sup>ème</sup> méthode. (Cf. tableau en annexe 1)

De plus cette méthode est beaucoup plus rapide (pas de perte de temps à pointer des coordonnées fixes). Cependant seul opérateur expérimenté peut l'employer. L'utilisateur de la sonde échographique doit avoir l'habitude d'échographier les 2 sites pour « geler » l'image lorsqu'elle est de qualité suffisante pour être enregistrée. L'opérateur doit ensuite savoir repérer des artéfacts et éliminer certaines photos de qualité insuffisante qui pourraient donner des valeurs aberrantes ; cette sélection se fait d'abord lors de la capture de l'image puis lors de la mesure de luminosité. Lors de cette dernière étape, on doit aussi connaître l'aspect échographique du muscle à mesurer et savoir sélectionner une zone homogène et représentative de la luminosité du muscle.

Les mesures étant effectuées sur des aires variables d'un animal à l'autre, il est important de choisir la fenêtre la plus vaste et la plus homogène possible (en effet le résultat donné par le logiciel est indépendant de la surface puisqu'il s'agit d'un rapport : somme des pixels blancs de la fenêtre divisée par la surface de mesure).

La méthode est subjective à la différence de la première où les coordonnées étaient fixes, cependant pour un utilisateur expérimenté, elle se révèle à la fois plus rapide et plus précise.

#### **d. Choix des sites de mesures**

Nous avons choisi au départ 3 sites de mesures échographiques :

- Dessus du dos, au niveau de la 3<sup>ème</sup> vertèbre lombaire.
- Dessus de l'épaule, au niveau de la 7<sup>ème</sup> vertèbre thoracique.
- En arrière de la scapula, dans le 7<sup>ème</sup> espace intercostal au-dessus de la pointe du coude.

Pour appréhender la pertinence de ces différents sites, nous avons réalisé une étude de répétabilité (présentée en annexe 3):

2 vaches, une grasse et une moins grasse d'après des critères visuels, ont été mesurées 10 fois par 2 opérateurs sur les 3 sites. A partir des 3 photos obtenues, on a étudié les variables suivantes :

- Dos : 1 mesure de luminosité du muscle, 2 mesures d'épaisseur de gras sous-cutané, 1 épaisseur de muscle
- Epaule : 2 mesures de luminosité, 2 mesures d'épaisseur de gras sous-cutané
- Côte : 1 mesure de luminosité

- Dessus du dos ou filet

Ce site a été choisi par analogie de site avec le VOS, il permet de plus d'obtenir une image échographique du muscle *longissimus dorsi* qui correspond au faux-filet, morceau de valeur en boucherie. D'autre part, la bibliographie (notamment américaine) est riche en études échographiques de ce muscle dont l'observation du persillé permet d'anticiper sur la qualité de la viande.

L'étude de répétabilité a montré que :

- la mesure « gras dorsal 2 » de gras sous-cutané est plus performante que la mesure « gras dorsal 1 » et que la moyenne des 2, étant donné que la mesure « gras dorsal 1 » est plus dépendante de la position de la sonde. En effet, en arrière de la zone étudiée, l'épaisseur de gras sous-cutané tend à augmenter (cf. pour l'opérateur « om » l'écart type de 4.05 dû à une position de sonde trop postérieure alors que l'opérateur « fp » a une valeur de 1.68). Au niveau antérieur l'épaisseur est plus régulière, ce qui permet une mesure plus répétable. En outre, elle permet de bien discriminer la vache maigre de la vache grasse.
- la mesure d'épaisseur de muscle (variable filet) est peu répétable car elle est sujette aux variations dues à l'inclinaison de la sonde et à la difficulté d'obtenir des repères anatomiques nets sur certaines images. De plus, on observe que les moyennes entre les 2 vaches sont proches, cette valeur offre peu d'intérêt dans l'appréciation de l'état d'engraissement mais elle est utilisée dans le cadre d'étude expérimentale sur le développement musculaire.\*
- la luminosité du muscle semble évoluer avec l'engraissement (devient plus échogène avec la vache grasse) mais de manière moins marquée que pour les morceaux de

l'épaule. Cette variable donne des valeurs assez différentes entre les vaches bien que les écarts types soient un peu élevés notamment pour la vache grasse (moyenne de 41.25 avec un écart type de 7.24).

- Dessus de l'épaule

Ce site a également été choisi au départ par analogie avec le VOS, il permet de visualiser des morceaux du quartier avant qui au cours de l'engraissement présentent des variations plus importantes de dépôts de gras. Il s'avère qu'au niveau de ce site la mesure d'épaisseur de gras sous-cutané est plus difficile à réaliser car les limites de la couche adipeuse sont moins nettes ce qui engendre des variations de la mesure pour un même animal.

A partir des images échographiques, on observe deux couches musculaires de couleurs différentes d'où l'idée de départ de comparer l'évolution de ces deux couches au cours de l'engraissement. Cependant la couleur de la couche musculaire la plus profonde offre une faible répétabilité (la variable « ep2 » a un fort écart type) et ne permet pas de distinguer une vache grasse d'une maigre (les intervalles de valeurs de ces deux vaches se recoupent). En revanche la couche musculaire superficielle de l'épaule permet de mieux distinguer la vache grasse de celle qui l'est moins (moyenne « ep1 » vache grasse différente de la « pas grasse »).

- 7<sup>ème</sup> espace intercostal

L'idée au départ est de visualiser la zone qui va être utilisée lors de la découpe anatomique or ce site de mesure est très dépendant de la position du membre antérieur et de l'immobilité de la vache, ce qui a entraîné de larges variations de luminosité pour une même vache.

➤ Conclusion

A la suite de cette étude de répétabilité, nous avons décidé de conserver 2 sites de mesure :

le dessus du dos : on conserve la mesure de la luminosité (variable **LUMFIL** pour luminosité du filet) et de l'épaisseur « gras dorsal 2 » (nommée par la suite variable **EPAISSEUR**).

le dessus de l'épaule : on étudie la luminosité de la couche superficielle « ep1 » renommée **LUMEPAL** pour luminosité à l'épaule.

7<sup>ème</sup> espace intercostal : ce site est abandonné à cause de sa grande variabilité qui le rend inexploitable.

## B. ANALYSE DES RESULTATS

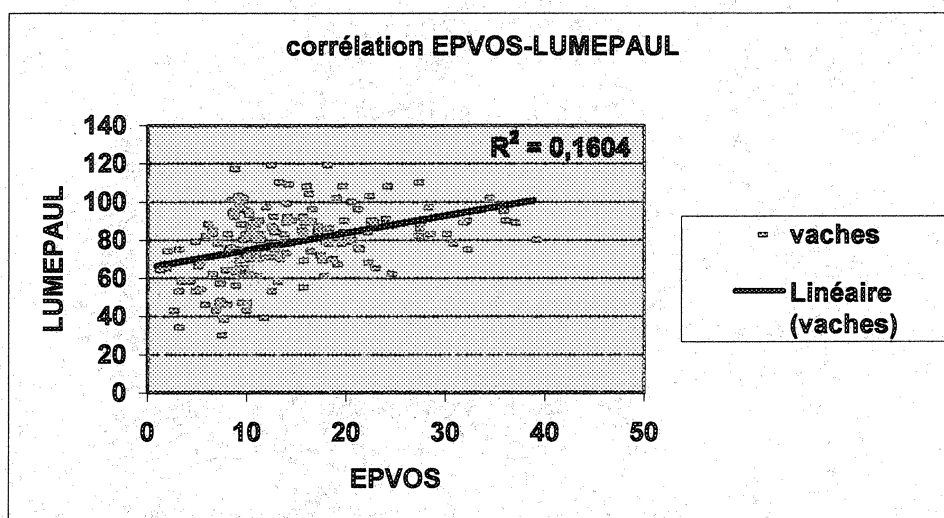
Rappel des variables mesurées à partir des images échographiques :

- LUMFIL : luminosité du muscle au niveau du filet.
- LUMEPAUL : luminosité du muscle au niveau de l'épaule.
- EPAISSEUR : épaisseur du gras sous cutané au niveau du filet.

### 1. Relation entre mesures échographiques et VOS au site de l'épaule

Lors de chaque journée de mesure, chaque animal est mesuré à l'aide de 2 appareils : l'échographe qui est le sujet de cette étude et du VOS qui est le sujet de la thèse de F.PAULUZZI. Cette autre technique d'évaluation de l'engraissement utilisant également des ultrasons est employée par l'Institut de l'Élevage dans le cadre de schéma de sélection et se réalise au niveau des mêmes sites de mesure à savoir épaule et filet. C'est pourquoi il semble intéressant de constater qu'il existe une relation entre les méthodes bien que le coefficient de corrélation reste faible.

On observe une relation entre les variables LUMEPAUL et EPVOS (nom de la variable de mesure VOS au niveau de l'épaule) sur les 183 couples de mesures qui nous donne  $R^2=0.16$ . La corrélation au site de l'épaule donne de meilleurs résultats que les variables mesurées au niveau du filet. Les valeurs recueillies sont dispersées puisqu'elles ont été réalisées à différents stades d'engraissement sur des vaches hétérogènes au départ.

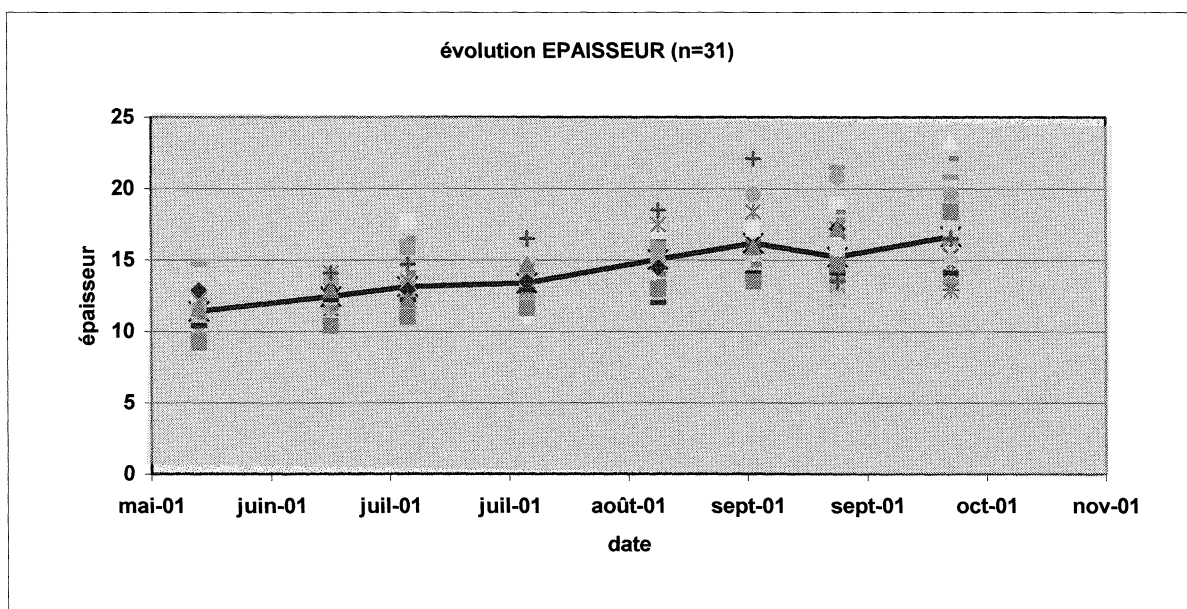


Graphique 10 : Corrélation entre les mesures VOS et de luminosités pour le site de l'épaule

## 2. Cinétique des différentes variables mesurées par échographie.

Seules les vaches ayant 8 échographies successives ont été conservées pour réaliser ces cinétiques. En effet certaines images de qualité insuffisante ont dû être éliminées, ainsi 31 vaches correspondent à ce critère de sélection.

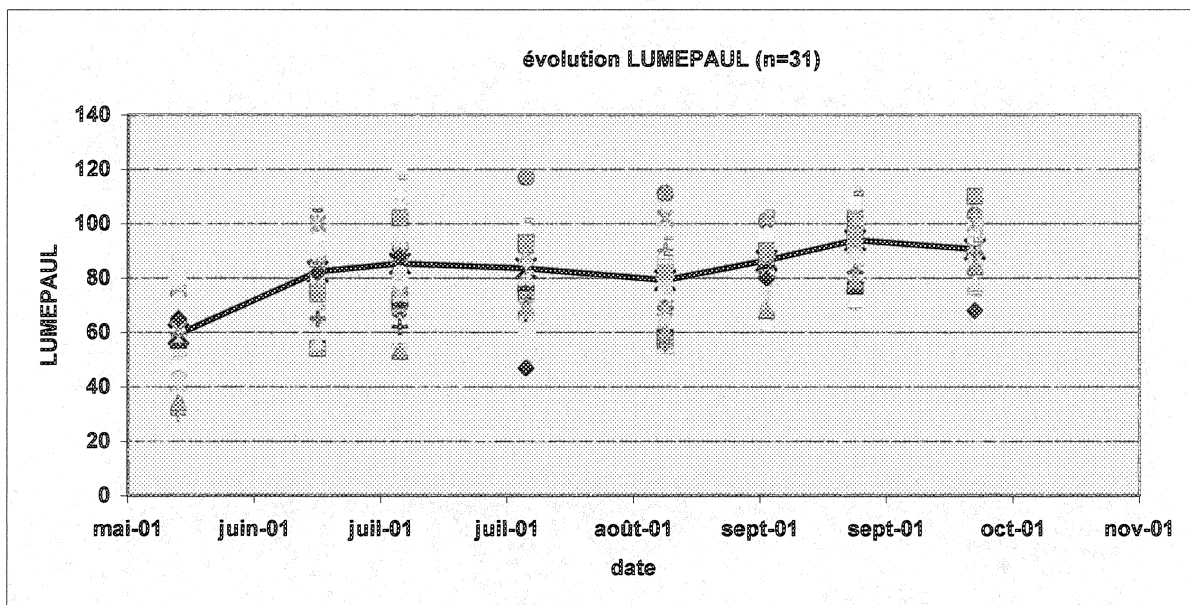
La courbe noire correspond à l'évolution moyenne de l'ensemble des vaches au cours de l'engraissement, elle permet de constater que les 3 paramètres augmentent bien au cours de l'engraissement (LUMFIL de manière moins marquée et moins régulière). Les valeurs individuelles permettent d'apprécier la dispersion des valeurs (écart type) et de remarquer que les vaches les plus grasses restent toujours les plus grasses au cours de l'engraissement. Il en est de même pour les vaches maigres.



Graphique 11 : Cinétique de la mesure échographique de l'épaisseur de gras sous cutané

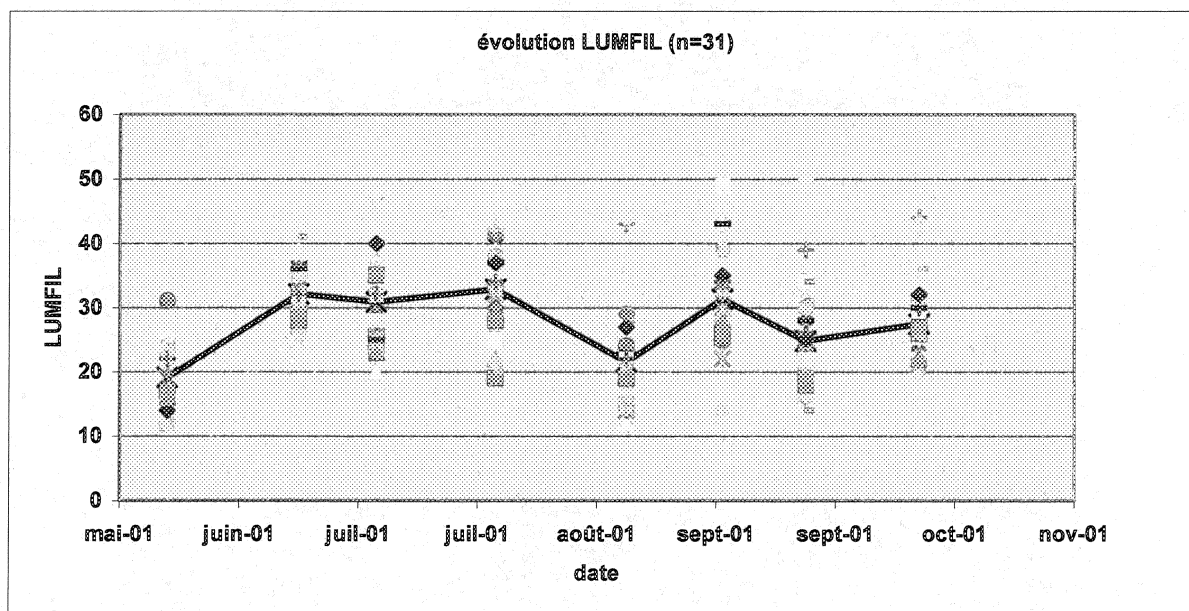
La variable EPAISSEUR présente une augmentation régulière et une dispersion des valeurs individuelles autour de la moyenne faible, en revanche la pente est faible puisque l'épaisseur passe de 11,4 mm en début d'engraissement à 16,6 mm en fin. On peut aussi noter que les intervalles « moyenne + ou - 2 écart types » de départ (moy=11,4, sd =1,37) et de fin (moy=16,6, sd=3,06) se chevauchent. Cela signifie que cette technique ne permet pas de différencier les vaches les plus grasses en début d'engraissement des moins grasses en fin. La Blonde d'Aquitaine dépose peu de gras sous cutané par rapport aux autres races, c'est pourquoi la pente de cette droite est faible dans notre expérience.





Graphique 12 : Cinétique de la mesure échographique de luminosité du muscle au site de l'épaule

En ce qui concerne la variable LUMÉPAUL, on retrouve les mêmes difficultés à savoir une augmentation trop faible par rapport à l'écart type.



Graphique 13 : Cinétique de la mesure échographique de luminosité du muscle au site du filet

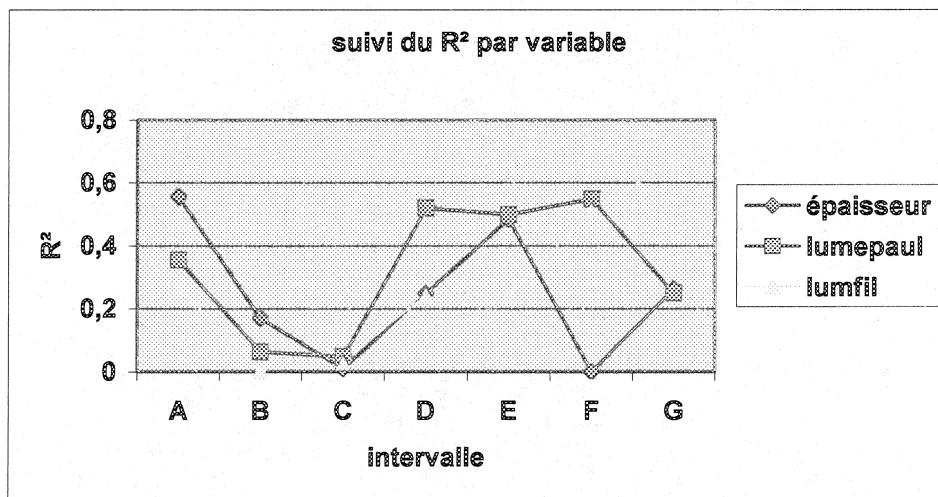
La variable LUMFIL présente une évolution irrégulière. On doit simplement remarquer que certaines vaches restent toujours fortes en luminosités. Cette image du filet semble peu intéressante pour suivre l'engraissement de vaches de réforme, en revanche elle pourrait permettre de préciser les caractéristiques anatomiques de la région du filet pour un animal donné, en terme de conformation musculaire par exemple.

### 3. Etude de la corrélation entre dates successives.

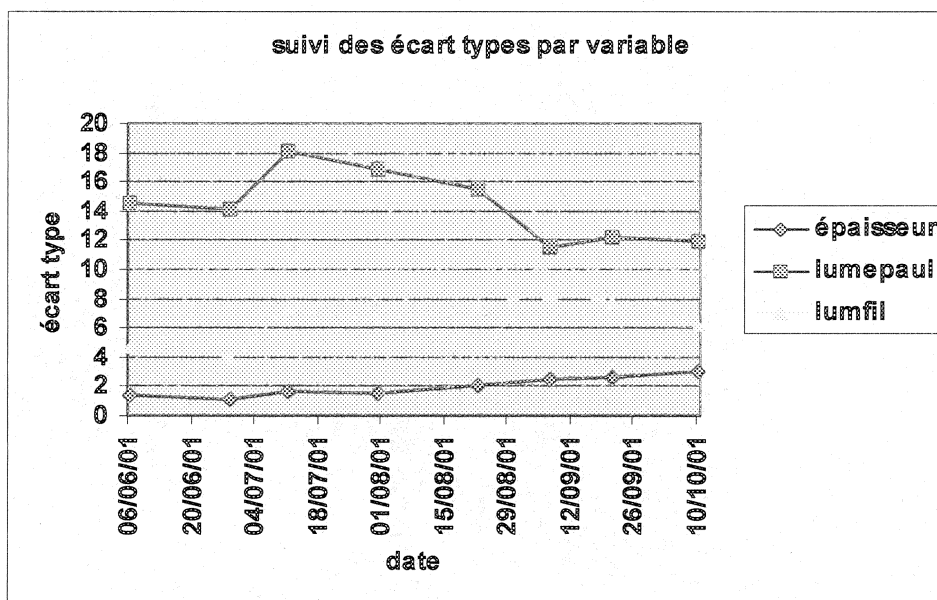
La corrélation entre dates successives ( $R^2$  entre dates successives) permet de savoir si les courbes individuelles se croisent beaucoup ( $R^2$  faible) ou non ( $R^2$  fort), ainsi on évalue si la technique respecte le fait que les animaux les plus gras à une date restent les plus gras à la date suivante. Or on constate que les  $R^2$  sont très variables quelle que soit la mesure.

On remarque un effondrement de ces  $R^2$  entre la 2<sup>ème</sup> et la 3<sup>ème</sup> séance de mesure puis entre la 3<sup>ème</sup> et la 4<sup>ème</sup> date. Si l'on regarde les écart types, celui de la 3<sup>ème</sup> date est anormalement plus élevé que pour les autres dates, ces observations montrent bien un problème lors de la 3<sup>ème</sup> date qui influe sur les intervalles B et C. Seules des erreurs de mesures pourraient l'expliquer car l'écart type de l'ensemble des animaux varie de manière régulière avec l'engraissement et ne peut augmenter puis descendre. La chute des 3 mesures fait penser à un problème lors de la prise de mesure du 11/07/01.

On constate que le  $R^2$  de EPAISSEUR chute anormalement pour l'intervalle F c'est à dire entre les mesures du 07/09/01 et du 21/09/01. Seule la variable EPAISSEUR voit son  $R^2$  diminuer alors que la variable LUMFIL mesurée sur la même image échographique reste stable, cela pourrait alors venir d'une erreur lors du traitement des images échographiques.



Graphique 14 : Suivi du coefficient de corrélation entre les dates successives pour chaque variable



Graphique 15 : suivi de l'écart type pour chaque date de mesure

Remarque : ces différentes corrélations ont été réalisées à partir du logiciel de statistique SYSTAT.

#### 4. Relation entre les dernières mesures in vivo et les analyses de carcasses à l'abattoir.

On n'a pris en compte que les résultats des vaches abattues moins de 1 mois après leurs dernières mesures échographiques.

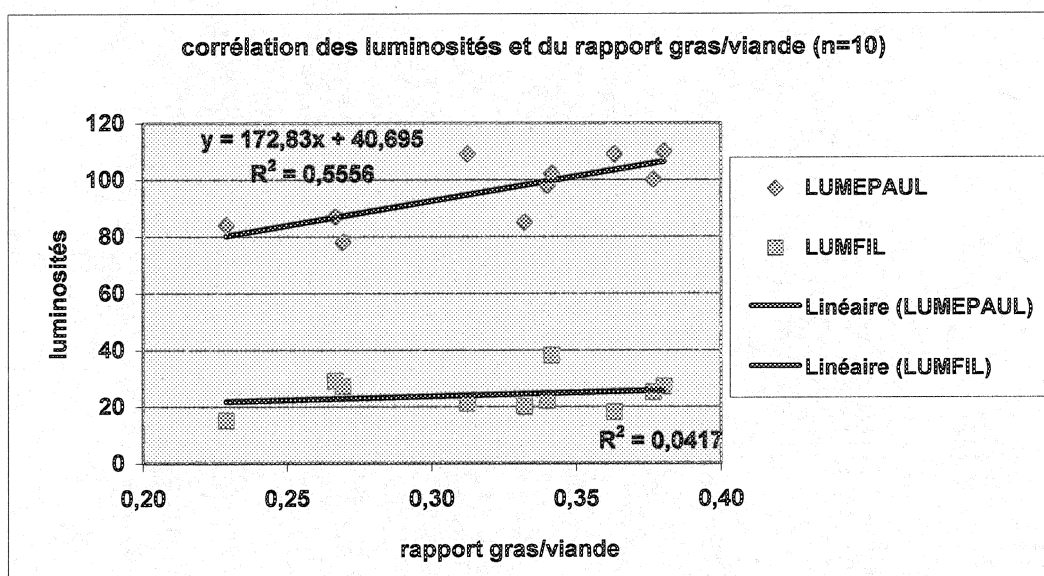
11 carcasses ont été prélevées afin de réaliser une dissection anatomique de la 6<sup>ème</sup> côte, à partir desquelles a été calculé le rapport masse de gras intermusculaire sur la masse de muscle (nommé rapport gras/viande).

Sur toutes les carcasses, les gras de rognons ont été pesés à l'abattoir. Dans nos analyses, on utilise le poids des gras de rognons sans le rapporter au poids de carcasse, étant donné que cette manipulation n'a pas amélioré la corrélation avec les autres variables.

### Présentation des résultats

(l'ensemble des graphiques sont présentés en annexe)

- LUMFIL présente une très faible corrélation avec tous les paramètres abattoir ( $R^2 < 0.04$  dans tous les cas). Cette variable n'évolue pas en fonction de l'état d'engraissement.
- LUMEPAUL est bien corrélée au rapport gras/viande de la côte ( $R^2=0.56$ ) ; en revanche, la liaison est faible avec le poids de gras de rognon et avec le pourcentage de lipides de la noix d'entrecôte. La corrélation de ce paramètre de mesure est donc meilleure avec le gras intermusculaire que intramusculaire.



Graphique 16 : Corrélation entre les mesures de luminosités ante mortem pour chaque site et le rapport gras/viande obtenu par dissection de la 6<sup>ème</sup> côte

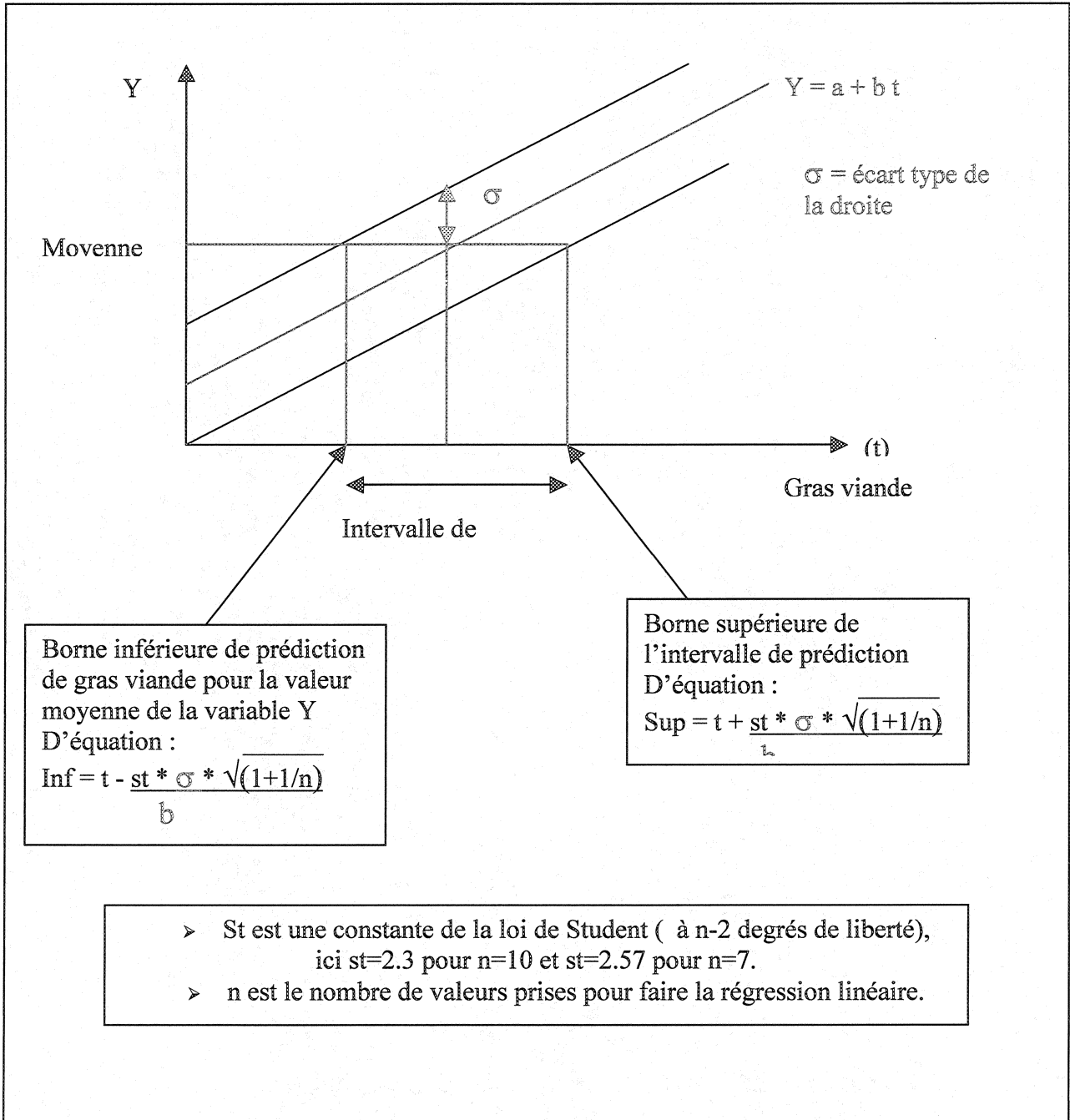
- EPAISSEUR est très peu corrélée au poids des gras de rognons et au rapport gras/viande de la côte ( $R^2$  mais donne une corrélation négative avec le pourcentage de lipides intramusculaires ( $R^2=0.25$ ), ce qui va à l'encontre de ce qu'on pouvait attendre. En effet, l'épaisseur augmentant avec l'engraissement (cf. cinétique EPAISSEUR), il apparaît peu probable que les vaches perdent du gras intramusculaire en prenant du gras sous-cutané. Une autre interprétation de ces résultats serait de considérer que certaines vaches déposent peu de gras sous-cutané et beaucoup de lipides intramusculaires et d'autres se comportent à l'inverse (effet de caractères génétiques individuels des vaches ?).

- Toutes les mesures en vif tout comme les autres résultats post mortem sont très peu corrélés avec le poids des gras de rognons. Ce résultat est peu surprenant car la graisse péri-rénale varie peu au cours de l'engraissement c'est pourquoi ce paramètre certes facile à mesurer à l'abattoir n'est pas utile dans le cadre de l'évaluation de l'état d'engraissement des bovins.

R <sup>2</sup>	Gras rognons	Rapport gras / viande	% lipides côte
LUMFIL	0.035	0.04	0.004
LUMEPAL	0.1	0.56	0.03
EPAISSEUR	0.005	0.04	0.25

5. Détermination du meilleur paramètre de prédiction de l'état d'engraissement

5.a Calcul d'un indice de précision d'une variable prédictive



Graphique 17 : Principe de détermination d'un bon indice de précision d'une variable prédictive

## 5.b Application à la prédiction de l'état d'engraissement

La variable Y prédit bien le rapport gras/viande de la côte si l'intervalle est faible, or la taille de l'intervalle correspond à la différence entre les bornes. On remarque alors que le rapport  $\sigma/b$  est directement proportionnel à cet écart c'est-à-dire que plus cet indice est faible, plus Y va prédire précisément le rapport gras/viande. En effet il est nécessaire d'avoir à la fois une grande pente b et un faible écart type afin que l'intervalle de prédiction obtenu pour une valeur donnée par une méthode soit faible. Il est aussi intéressant de constater que cet indice est indépendant de n, c'est-à-dire de la taille de l'échantillon.

	R <sup>2</sup>	Pente moyenne	pente corrigée	écart type	écart type corrigé	indice	
<b>LUMEPaul</b>	0,541	172,48	95,09	<b>1,81</b>	56,21	<b>0,59</b>	<b>0,33</b>
<b>LUMFIL</b>	0,046	27,87	23,45	<b>1,19</b>	44,81	<b>1,91</b>	<b>1,61</b>
<b>EPAISSEUR</b>	0,050	12,78	17,67	<b>0,72</b>	19,67	<b>1,11</b>	<b>1,54</b>

Le rapport gras/viande de la côte obtenu à partir des données abattoir a servi de gold-standard pour comparer les mesures en vif avant abattage ( échographe). Nous avons effectué une régression linéaire de type  $Y = a + b * \text{rapport gras/viande}$  pour les 3 paramètres étudiés, à savoir LUMEPaul, LUMFIL et EPAISSEUR.

La pente de la droite de régression (b) et l'écart type sont divisés par la moyenne des valeurs afin de pouvoir comparer les variables entre elles ; cela donne les paramètres corrigés.

Ceci nous a permis de constater que :

- LUMEPaul a une pente forte et un écart type plus faible que les 2 autres variables, c'est pourquoi l'indice de LUMEPaul est plus faible : cette variable prédit le rapport gras/viande avec moins d'erreur.
- La variable EPAISSEUR a un écart type corrigé qui est correct mais sa pente est trop faible ; l'indice (ou intervalle d'erreur) est donc élevé.
- LUMFIL se caractérise par un indice élevé (mauvais écart type et pente faible), elle est donc imprécise.

## 6. Conclusion

- L'échographe, grâce à la mesure de la luminosité de l'épaule s'est révélé un meilleur prédicteur du gras que le VOS sur cette expérience (cf. thèse PAULUZZI), toutefois le VOS a connu quelques pannes au cours de la période d'étude qui ont pu nuire à ses performances. L'échographe est un meilleur indicateur du gras de la 6<sup>ème</sup> côte que du gras de rognons ( $R^2=0.1$ ).  $R^2=0.56$  pour la prédiction du gras intermusculaire pourrait rendre ce paramètre échographique un critère intéressant dans le cadre de schéma de sélection de bovins viande.

- En ce qui concerne l'analyse chimique de la noix d'entrecôte, les corrélations entre nos mesures en vif et le pourcentage en lipides intramusculaires sont très faibles ( $R^2 < 0.1$  pour LUMFIL et LUMEPAL) voire cette corrélation présente une pente négative dans le cas de la variable EPAISSEUR. Cependant il semble peu probable que l'on observe une diminution des lipides intramusculaires associées à une augmentation du gras sous cutané (Cf ROBELIN). De même la corrélation entre le rapport gras/viande de la côte obtenu par dissection anatomique (gras intermusculaire) et le pourcentage de lipides intramusculaires obtenu par analyse chimique se révèle assez faible ( $R^2=0.16$ ). Nos techniques semblent donc mieux prédire la quantité de gras intermusculaire que de gras intramusculaire. En terme de boucherie ou pour de la sélection génétique, on prédit mieux le marbré du muscle d'un animal que son persillé or ce dernier est fondamental dans les qualités gustatives de la viande.

- On a remarqué que l'indice de prédiction de la variable EPAISSEUR est mauvais en raison d'une faible pente et malgré un écart type correct ; ceci est sans doute lié à la race Blonde d'Aquitaine connue pour déposer peu de gras sous-cutané contrairement aux races laitières et Anglo-Saxonnes sur lesquelles ces méthodes ont été mises au point. Ces races atteignent en fin d'engraissement une épaisseur de 35 à 40 mm de gras sous cutané contre 17 à 20 mm chez les Blondes, c'est pourquoi la pente serait plus élevée pour ces races et ce paramètre de mesure deviendrait alors plus intéressant.

- La mesure au filet n'est pas concluante : cette variable ne progresse pas au cours de l'engraissement des vaches (courbes « plates ») ; on peut l'expliquer par les caractéristiques des muscles de cette région anatomique, à savoir leur faible capacité à déposer du gras par rapport au quartier avant (cf. Le gras dans la viande des ruminants).

- L'augmentation du nombre d'images réalisées par site pour un animal donné permettrait d'améliorer la précision de la mesure comme cela est décrit dans la bibliographie, néanmoins cela provoque une augmentation du temps consacré à chaque animal.



## CONCLUSION

L'échographie est une technique de mieux en mieux maîtrisée par les vétérinaires et le coût de l'appareillage diminue d'années en années. C'est pourquoi de nombreuses recherches sont effectuées afin de valoriser les points forts de cette technique à savoir l'innocuité et la visualisation directe des tissus.

Cette thèse a mis en évidence l'intérêt qu'aurait la filière bovine à développer une technique précise de l'évaluation de la qualité des bovins in vivo. On s'est intéressé à la prédiction de l'engraissement d'un bovin ante mortem, pourtant un moyen objectif d'évaluer la conformation de l'animal serait tout aussi intéressant. L'échographe, d'après les études américaines, pourrait être la technique d'avenir qui permettrait d'évaluer ces deux critères simultanément, toutefois les structures d'élevage américaines et les races bovines sont différentes. C'est pourquoi il est nécessaire de tester leurs études sur notre cheptel et d'évaluer les modalités pratiques qui sont différentes de celles des feed-lots.

Ainsi notre première étude a mis en évidence l'intérêt de cette mesure sur la Blonde d'Aquitaine en fin d'engraissement pour prédire l'état d'engraissement de bovins. Une mesure échographique pourrait entrer dans la fabrication des index d'une race grâce à un contrôle sur descendance où l'on a un grand nombre de données. Si la technique est suffisamment précise, elle pourrait être utile au niveau individuel afin de prédire la date d'abattage optimale ainsi que d'orienter l'animal vers un marché donné (exemple : un boucher préférant des carcasses très grasses). De nouveaux travaux sur les vaches laitières seraient intéressants dans la perspective de suivi d'élevage : évaluation des états corporels des bovins et troubles métaboliques ou de reproduction associés.

Notre but était également d'ôter tout critère de subjectivité à notre protocole de mesure, contrairement à ce qui est fait aux Etats-Unis où les techniciens ont besoin fréquemment de s'étalonner. Or il s'est avéré qu'on obtenait des mesures plus répétables lorsque le cadre de mesure était déterminé par un opérateur lors du traitement informatique et non délimité par des coordonnées fixes quelque soit l'animal. De ce point de vue, il y a une amélioration du protocole.

Des efforts sont à réaliser au niveau de sa mise en pratique dans les élevages, les deux principaux buts étant la rapidité de la mesure et la contention nécessaire afin de réaliser des mesures dans de bonnes conditions sans risquer d'abîmer l'appareil. Une fois ces modalités améliorées, l'échographie pourrait trouver une place intéressante dans nos structures d'élevage.

**AGREMENT ADMINISTRATIF**

Je soussigné, P. DESNOYERS, Directeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, certifie que  
**M. MANIAVAL Olivier, Marcel**  
a été admis(e) sur concours en : 1997  
a obtenu son certificat de fin de scolarité le : 8 juillet 2002  
n'a plus aucun stage, ni enseignement optionnel à valider.

**AGREMENT SCIENTIFIQUE**

Je soussigné, R. DARRÉ, Professeur de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse,  
autorise la soutenance de la thèse de :

**M. MANIAVAL Olivier, Marcel**

intitulée :

« Une nouvelle utilisation zootechnique de l'échographie : estimation de l'état corporel des bovins ; application sur quarante Blondes d'Aquitaine en période d'engraissement »

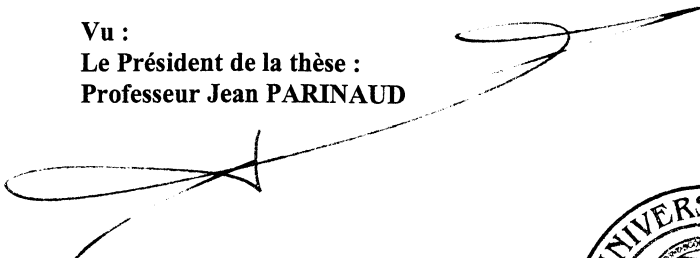
**Le Professeur  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
Professeur Roland DARRÉ**



**Vu :  
Le Directeur  
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse  
Docteur Pierre DESNOYERS**



**Vu :  
Le Président de la thèse :  
Professeur Jean PARINAUD**



**Vu le : 13 DEC. 2002  
Le Président  
de l'Université Paul Sabatier  
Jean-François SAUTEREAU**



## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AGABRIEL, J., GIRAUD J.M., PETIT M.  
Détermination et utilisation de la note d'état d'engraissement en élevage allaitant.  
*Bull. Techn. CRZV Theix-INRA*, 1986, **66**, 43-50.
  
2. AGABRIEL, J., GRENET, N., PETIT, M.  
Etat corporel et intervalle entre vêlages chez la vache allaitante. Bilan de deux années d'enquête en exploitation.  
*Prod. Anim.*, 1992, **5**, 5, 355-369.
  
3. ANONYME.  
Le gras dans la viande des ruminants.  
Institut de l'Elevage, Dossier n° 91/20-1, 1994, 48 pages + annexes.
  
4. ANONYME.  
Sélection des taureaux de races allaitantes, Intérêt de l'introduction d'une méthode objective de mesure de l'état d'engraissement basée sur la vitesse des ultrasons dans le cadre des programmes de contrôles individuels ou sur descendance en station.  
INRA, Institut de l'Elevage, Comité bovin de la CNAG du 30 juin 1994, 11 pages.
  
5. ARNOLD, J. W., BERTRAND, J. K., BENYSHEK, L. L., LUDWIG, C.  
Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1991, **69**, 985.
  
6. BASSARAB, J. A., BRET HOUR, J. R., ZOBELL, D. R., *et al.*  
Sorting feeder cattle with a system that integrates ultrasound backfat and marbling estimates with a model that maximizes feedlot profitability in value-based marketing.  
*Can. J. Anim. Sci.*, 1999, **79**, 327-334.
  
7. BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. (Page consultée le 17-07-02). Guidelines for using ultrasound to measure body composition traits, [en ligne]. 2001.  
Adresse URL : <http://www.beefimprovement.org/guidelines>.
  
8. BERANGER, C., ROBELIN, J.  
Influence du mode d'élevage, de la sélection et de l'alimentation sur l'état d'engraissement des bovins.  
*Ann. Biol. anim Bioch. Biophys.*, 1977, **17** (5B), 905-921.

9. BOCQUIER, F., GUILLOUET, P., BARILLET, F., CHILLIARD, Y.  
Comparison of three methods for the in vivo estimation of body composition in dairy ewes.  
*Ann. Zootech.*, 1999, **48**, 297-308.
10. BOIN, E.  
Atlas d'échographie en gynécologie bovine.  
Th. : Med. vet. : Alfort : 2001, n° 086, 99 pages.
11. BOON, J. A.  
Manual of Veterinary Echography.  
Baltimore : Williams and Wilkins, 1998, 478 pages.
12. BRETHOUR, J.R.  
Estimating marbling score in live cattle from ultrasound images using pattern recognition and neural network procedures.  
*J. Anim. Sci.*, 1994, **72**, 1425-1432.
13. BRETHOUR, J.R.  
Relationship of ultrasound speckle to marbling score in cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 2603-2613.
14. BRETHOUR, J.R.  
The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 1039-1044.
15. BRETHOUR, J.R.  
Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, 2055-2061.
16. BULLOCK, K.D., BERTRAND, J.K., BENYSHEK, L.L., *et al.*  
Comparison of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores.  
*J. Anim. Sci.*, 1991, **69**, 10, 3908-3916.
17. CHILLIARD, Y., BOCQUIER, F., DELAVAL, C., *et al.*  
La leptine chez le ruminant. Facteurs de variation physiologiques et nutritionnels.  
*Productions animales*, 1999, **12**, 225-237.

18. CHILLIARD, Y.

Revue bibliographique : variations quantitatives et métabolisme des lipides dans les tissus adipeux et le foie au cours du cycle gestation-lactation. Deuxième partie : chez la brebis et la vache.

*Reprod. Nutr. Dev.*, 1987, **27**, 327-398.

19. COMBRIS, P.

L'évolution de la consommation des viandes depuis 40 ans : les préférences ont-elles changées ?

*V.P.C.*, 1990, **11(6)**, 187-199.

20. CROOKER, B. A., WEBER, W. J., ANDREW, S. M.

Development and use of deuterium oxide dilution equations to predict body composition of Holstein cows.

Proc. 14<sup>th</sup> Symp. on Energy Metabolism of Farm Animals, CAB International.

Wallingford, UK, 1998, 177-180.

21. CUADRADO

Contribution à l'étude de l'anatomie et de l'échographie du furet (*Mustella putorius furo*).

Th. : Med. vet. : Toulouse : 2000, n° 023, 56 pages.

22. DENOYELLE, C.

Dossier adiposité : comparaison de différentes méthodes pour la prédiction de la composition corporelle et de la composition des carcasses.

Paris : Ed. CIV, 1995.

23. DENOYELLE, C., RENAND, G., FISHER, A.V.

Comparaison de différentes méthodes pour la prédiction de la composition corporelle et celle de la carcasse de jeunes bovins.

*Rencontres Recherche Ruminants*, **2**, 243-246.

24. DOMEcq, J.J., SKIDMORE, A.L., LLOYD, J.W., KANEENE, J.B.

Validation of body condition scores with ultrasound measurements of subcutaneous fat of dairy cows.

*J. Dairy Sci.*, 1995, **78**, 10, 2308-2313.

25. DUELLO, D. A.

The use of real-time ultrasound measurements to predict composition and estimate genetic parameters of carcass traits in live beef cattle.

Ph. D. Thesis. Iowa State Univ., Ames. 1993. 198 pages.

26. DUMONT, R., ROUX, M., AGABRIEL J., TOURRAILLE C., *et al.*  
Engraissement des vaches de réforme de race charolaise. Facteurs de variation des performances zootechniques, de la composition tissulaire des carcasses et de la qualité organoleptique de la viande.  
*Productions animales*, 1991, **4**, 4, 271-286.
27. EDMONSON, A.J., LEAN, I.J., WEAVER, L.D., *et al.*  
A body condition scoring chart for Holstein dairy cows.  
*J. Dairy Sci.*, 1989, **72**, 1, 68-78.
28. EL ALAMI EL FELOUSSE  
Application de l'échographie à l'appareil locomoteur chez le cheval.  
Th. : Med. vet. : Rabat, 1996, 88 pages.
29. EVANS, D. G.  
The interpretation and analysis of subjective body condition scores.  
*Anim. Prod.*, 1978, **27**, 119-125
30. FAULCONNIER, Y., BONNET, M., BOCQUIER, F., *et al.*  
Régulation du métabolisme lipidique des tissus adipeux et musculaires chez le ruminant. Effets du niveau alimentaire et de la photopériode.  
*Productions Animales*, 1999, **12**, 4, 287-300.
31. FAULKNER, D.B., PARRETT, D.F., MCKEITH, F.K., BERGER, L.L.  
Prediction of fat cover and carcass composition from live and carcass measurements.  
*J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 604-610.
32. FERGUSON, J.D., GALLIGAN, D.T., THOMSEN, N.  
Principal descriptors of body condition score in Holstein cows.  
*J. Dairy Sci.*, 1994, **77**, 2695-2703.
33. GARY, F., BADIA, J., DARRE, R. *et al.*  
Résultats de reproduction en race Blonde d'Aquitaine : II. Facteurs de variation des résultats de reproduction obtenus dans le cadre d'un plan sanitaire.  
*Revue Méd. Vet.*, 1989, **140**, 4, 303-313.
34. GODDARD, P. J.  
Veterinary Ultrasonography.  
Wallingford (UK) : CAB International, 1995.

35. GREINER, S. P.  
The use of real-time ultrasound and live animal measurements to predict carcass composition in beef cattle.  
Ph. D. Thesis. Iowa State University, Ames. 1997.
36. GRIFFIN, D.B., SAVELL, J.W., RECIO, H.A., *et al.*  
Predicting carcass composition of beef cattle using ultrasound technology.  
*J. Anim. Sci.*, 1999, **77**, 889-892.
37. HAMLIN, K E., GREEN, R. D., CUNDIFF, L. V., *et al.*  
Real-time ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area.  
*J. Anim. Sci.*, 1995, **73**, 1725-1734.
38. HARDIN, R.(Page consultée le 14/10/2000). Using body condition scoring in beef cattle management, [en ligne]. Adresse URL : <http://www.ces.uga.edu/pubcd/c762-w.html>
39. HASSEN, A., WILSON, D.E., ROUSE, G.H.  
Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle : I. Assessment of sex and breed effects.  
*J. Anim. Sci.*, 1999a, **77**, 273-282.
40. HASSEN, A., WILSON, D.E., ROUSE, G.H.  
Evaluation of carcass, live, and real-time ultrasound measures in feedlot cattle : II. Effects of different age end points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight.  
*J. Anim. Sci.*, 1999b, **77**, 283-290.
41. HASSEN, A., WILSON, D.E., AMIN, V.R., *et al.*  
Predicting percentage of intramuscular fat using two types of real-time ultrasound equipment.  
*J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 11-18.
42. HASSEN, A., WILSON, D.E., AMIN, V.R., ROUSE, G.H.  
Repeatability of ultrasound-predicted percentage of intramuscular fat in feedlot cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1999c, **77**, 1335-1340.
43. HAUREZ, P.  
Qualités bouchères des génisses Blondes d'Aquitaine.  
Compte rendu d'étude du laboratoire de viande de l'Institut de l'élevage. 1988. 25 pages.

44. HERRING, W. (Page consultée le 15-07-02). Real-time ultrasound : genetic prediction for seedstock producers, [en ligne]. Adresse URL : <http://web.missouri.edu>.
45. HERRING, W. O., KRIESE, L. A., BERTRAND, J. K., CROUCH J.  
Comparison of four real-time ultrasound systems that predict intramuscular fat in beef cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1998, **76**, 364-370.
46. HERRING, W. O., MILLER, D. C., BERTRAND, J. K., BENYSHEK, L. L.  
Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1994a, **72**, 2216-2226.
47. HERRING, W. O., WILLIAMS, S. E., BERTRAND, J. K., BENYSHEK, L. L.,  
MILLER, D. C.  
Comparison of live and carcass equation predicting percentage of cutability, retail product weight, and trimmable fat in beef cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1994b, **72**, 1107-1118.
48. HOUGHTON, P. L., TURLINGTON, L. M.  
Application of ultrasound for feeding and finishing animals : a review.  
*J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 930-941.
49. IVINGS, W. E., GIBB, M. J., DHANOA, M. S., *et al.*  
Relationships between velocity of ultrasound in live lactating dairy cows and some post-slaughter measurements of body condition.  
*Anim. Prod.*, 1993, **56**, 9-16.
50. JOHNSON, M. Z.  
Genetic parameter estimates of ultrasound-measured ribeye area and twelfth-rib fat thickness in Brangus cattle.  
Ph. D. Dissertation. Kansas State University. 1992.
51. JOURNAUX, L., RENAND, G., LONGY, G., BARIBAULT, P.  
Appréciation de la composition corporelle dans les schémas français de sélection des bovins allaitants en utilisant les mesures par ultrasons avec le matériel VOS.  
*Rencontres Recherche Ruminants*, 1999, **6**, 239-242.
52. JOURNAUX, L., RENAND, G., LONGY, G., BARIBAULT, P.  
Synthèse de l'utilisation du VOS sur la période 1996-1998 et perspectives d'évolution.  
Institut de l'Élevage INRA, Compte rendu n°2786, 1999, 70 pages.



53. KEMPSTER, A.J., COOK, G.L., GRANTLEY-SMITH, M.  
National estimates of the body composition of british cattle, sheep and pigs with special references to trends in fatness. A review.  
*Meat science*, 1986, **17**, 107-138.
54. KILKENNY, J.B.  
Reproductive performance of beef cows.  
*World Rev. Anim. Prod.*, 1978, **14**, **3**, 65-74.
55. LAFOIS.  
Distribution de 895 lésions du tendon fléchisseur superficiel du doigt et de 72 lésions de son ligament accessoire (bride radiale) identifiées par échographie sur une population de 3636 chevaux.  
Th. : Med. vet. : Alfort : 2000, n°045, 77 pages.
56. LANDRIAU, J.  
Estimation de la composition corporelle de vaches charolaises en lactation par la mesure de la vitesse des ultrasons.  
Condensé de mémoire de fin d'étude de l'ESA d'Angers, INRA LAHM, 1998, 21 pages.
57. LANGLOIS, C.  
Viande de qualité : La Blonde d'Aquitaine bien placée.  
Laboratoire de viande de l'Institut de l'Élevage. 1991. 7 pages.
58. LEGER, C.  
Intérêts de l'échographie cardiaque dans l'évaluation de l'endocardiose mitrale chez le chien.  
Synthèse bibliographique.  
Th. : Med. vet. : Nantes : 2002, n°059, 171 pages.
59. LORIOT, P.  
Sémiologie et applications courantes de l'échographie chez les mammifères domestiques.  
Th. Med.vet. : Lyon : 1993. n°57. 190 pages.
60. LOWMAN, B. G., SCOTT, N. A., SOMERVILLE, S. H.  
Condition scoring in cattle.  
Revised edition. East of Scotland college of Agriculture, 1976, Bull n° 6.
61. MAINSANT, P.  
La consommation française de boeuf en sortie de la 2ème crise ESB. Un retour à la normale avec une nouvelle modification du système de valeur en faveur des races à viande.  
INRA-IVRY, 2002, 8 pages.

62. MALTERRE, C., ROBELIN, J., AGABRIEL, J., BORDES, P.  
Engraissement des vaches de réforme de race Limousine.  
*Prod. Anim.*, 1989, **2**, 5, 325-334.
63. MALTERRE, C.  
Production de viande de vaches de réforme.  
In : MICOL, D. Ed.  
Production de viande bovine.  
Paris : INRA, 1986, 247-269.
64. MARIN, E.  
Etude de l'investissement en échographie dans les cabinets vétérinaires canins.  
Th. : Med.vet. : Lyon : 1989. 109 pages.
65. MARTINAT-BOTTE , F., RENAUD, G., MADEC, F.  
Echographie et reproduction chez la truie. Bases et applications pratiques.  
1998, INRA, 104 pages.
66. MARTINAT-BOTTE , F., RENAUD, G., MADEC, F.  
Ultrasonography and reproduction in swine.  
2000, INRA, 104 pages.
67. MAY, S.G., MIES, J.W., EDWARDS, J.W., *et al.*  
Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability.  
*J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, 1255-1261.
68. McLAREN, D.G., NOVAKOFSKI, J., PARRETT, D.F., *et al.*  
A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs.  
*J. Anim. Sci.*, 1991, **69**, 54-66.
69. MICOL, D., ROBELIN, J., GEAY Y.  
Composition corporelle et caractéristiques biologiques des muscles chez les bovins en croissance et à l'engrais.  
*Productions animales*, 1993, **6**, 1, 61-69.
70. MILES, C. A., FISHER, A. V., FURSEY, G. A., PAGE, S. J.  
Estimating beef carcass composition using the speed of ultrasound.  
*Meat Science*, 1987, **21**, 175-188.

71. MILES, C. A., FURSEY, G. A., PAGE, S. J., FISHER, A. V.  
Progress towards using the speed of ultrasound for beef leanness classification.  
*Meat Science*, 1990, **28**, 119-130.
72. MILLER, M. F., CROSS, H. R., BAKER, J. F., BEYERS, F. M.  
Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition.\*  
*Meat Science*, 1988, **23**, 111-129.
73. MIZRACH, A., FLITSANOV, U., MALTZ, E., *et al.* (Page consultée le 15-07-02).  
Ultrasonic assessment of body condition changes of the dairy cow during lactation, [en ligne].  
Adresse URL : <http://www.agri.gov.il/Abstracts/Mizrach99a.html>.
74. NYLANDS, T. G., MATTOON, J. S.  
Veterinary Diagnostic Ultrasound.  
Philadelphia : Saunders Company, 1995, 357 pages.
75. PARK, B., WHITTAKER, A.D., MILLER, R.K., HALE D.S.  
Predicting intramuscular fat in beef longissimus muscle from speed of sound.  
*J. Anim. Sci.*, 1994, **72**, 109-116.
76. PARKER, R. (Page consultée le 11-07-02). Utilisation de la note d'état corporel dans la conduite du troupeau laitier, [en ligne].  
Adresse URL : <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/french/livestock/dairy/facts/94-054.htm>.
77. PERKINS, T.L., GREEN, R.D., HAMLIN, K.E.  
Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 1992a, **70**, 1002-1010.
78. PERKINS, T.L., GREEN, R.D., HAMLIN, K.E, *et al.*  
Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle : evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area.  
*J. Anim. Sci.*, 1992b, **70**, 2758-2765.
79. PERRY, T.C., FOX, D.G.  
Predicting carcass composition and individual feed requirement in live cattle widely varying in body size.  
*J. Anim. Sci.*, 1997, **75**, 300-307.

80. PETIT, M., AGABRIEL, J.  
Etat corporel des vaches allaitantes Charolaises : signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction.  
*Productions Animales*, 1993, **6**, 5, 311-318.
81. PORTER, S.J., OWEN, M.G., PAGE, S.J., FISHER, A.V.  
Comparison of seven ultrasonic techniques for in vivo estimation of beef carcass composition with special references to performance testing.  
*Anim. Prod.*, 1990, **51**, 489-495.
82. QUILICHINI, Y.  
L'appréciation des carcasses et des viandes par les professionnels. La qualité et les transactions.  
*V.P.C.*, 1990, **11(1)**, 21-24.
83. REALINI, C. E., WILLIAMS, R. E., PRINGLE, T. D., BERTRAND, J. K.  
Gluteus medius and rump fat depths as additionnal live animal ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses.  
*J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 1378-1385.
84. RECIO, H. A., SAVELL, J. W., CROSS, H. R., HARRIS, J. M.  
Use of real-time ultrasound for predicting beef cutability.  
*J. Anim. Sci.*, 1986, suppl. 1, 260 (abstract).
85. REIMER, J. M.  
Atlas of Equine Ultrasonography.  
Londres : Mosby, 1998, 308 pages.
86. REMOND, B., ROBELIN, J., CHILLIARD, Y.  
Estimation de la teneur en lipides des vaches laitières Pie-Noires par la méthode de notation des états d'engraissement.  
*Productions Animales*, 1988, **1**, 2, 111-114.
87. RENAND, G., FISHER, A. V.  
Comparison of methods for estimating carcass fat content of young Charolais bulls in performance testing station.  
*Livestock Production Science*, 1997, **51**, 205-213.
88. RENAND, G., GEAY, Y., MENISSIER, F.  
Performances de croissance et composition corporelle de taureaux Charolais en stations de contrôle individuel.  
*Ann. Zootech.*, 1996, **45**, 3-16.

89. RENAND, G., FOSTIER, B., PAGE, S.J., FISHER, A.V.  
Prediction of live and carcass composition of young Charolais bulls using ultrasonic scanning, velocity of ultrasounds and adipose cell size.  
38<sup>th</sup> International congress of meat science and technology, Clermont-Ferrand Fr, 23-28 August 1992, 963-966.

90. REVERTER, A., JOHNSTON, D.J., GRASER, H.U., *et al.*  
Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle.  
*J. Anim. Sci.*, 2000, **78**, 1786-1795.

91. ROBELIN, J.  
Bases physiologiques de la production de viande : croissance et développement des bovins.  
In : MICOL, D. Ed.  
Production de viande bovine.  
Paris : INRA, 1986, 35-59.

92. ROBELIN, J.  
Répartition des dépôts adipeux chez les bovins selon l'état d'engraissement, le sexe et l'âge.  
*Bull. Techn. CRZV Theix-INRA*, 1978, **34**, 31-34.

93. ROBELIN, J., AGABRIEL, J., MALTERRE, C., BONNEMAIRE, J.  
Changes in body composition of mature dry cows of Holstein, Limousin and Charolais breeds during fattening. I. Skeleton, muscles, fatty tissues and offals.  
*Livestock production science*, 1990, **25**, 199-215.

94. ROBELIN, J., CHILLIARD, Y., AGABRIEL, J.  
Estimation of body lipids and proteins of Holstein, Charolaise and Limousine cows by dilution technique and adipose cell size.  
Proc. 11<sup>th</sup> Symp. on Energy Metabolism of Farm Animals.  
Lunderen, Netherlands, 1988, EAAP, pub. n°43, 1989, 370-373.

95. ROBELIN, J., GEAY, Y., BERANGER, C.  
Croissance relative des différents tissus, organes et régions corporelles des taurillons Frisons, durant la phase d'engraissement de 9 à 15 mois.  
*Ann. Zootech.*, 1974, 23, **3**, 313-323.

96. ROBELIN, J., CASTEILLA, L.  
Différenciation, croissance et développement du tissu adipeux.  
*Productions Animales*, 1990, **3**, 4, 243-252.

97. ROBELIN, J., GEAY, Y.  
Estimation de la composition chimique du corps entier des bovins à partir du poids des dépôts adipeux totaux.  
*Ann. Zootech.*, 1978, 27, 2, 159-167.
98. ROBELIN, J., GEAY, Y.  
Estimation de la composition corporelle des taurillons à partir de la composition de la 6<sup>ème</sup> côte.  
*Bull. Techn. CRZV Theix-INRA*, 1975, 22, 41-44.
99. ROBELIN, J., AGABRIEL, J.  
Estimation de l'état d'engraissement des bovins vivants à partir de la taille des cellules adipeuses.  
*Bull. Techn. CRZV Theix*, 1986, 66, 37-41.
100. ROBELIN, J., GEAY, Y., BERANGER, C.  
Evolution de la composition corporelle des jeunes bovins mâles entiers de race limousine entre 9 et 19 mois. I. Composition anatomique.  
*Ann. Zootech.*, 1977, 26, 4, 533-546.
101. ROBELIN, J., GEAY, Y., BERANGER, C.  
Evolution de la composition corporelle des jeunes bovins mâles entiers de race limousine entre 9 et 19 mois. II. Composition chimique et valeur calorifique.  
*Ann. Zootech.*, 1979, 28, 2, 191-208.
102. ROBLOT, C.  
Diagnostic du sexe des fœtus des bovins et équins par échographie. Etude bibliographique.  
Th. : Med. vet. : Nantes : 1998, n°099, 53 pages.
103. ROBINSON, D. L., MC DONALD, C. A., HAMMOND, K., TURNER, J. W.  
Live animal measurement of carcass traits by ultrasound : assessment and accuracy of sonographers.  
*J. Anim. Sci.*, 1992, 70, 1667-1676.
104. RODENBURG, J. 5page consultée le 11-07-02). Evaluation de l'état de chairs des bovins laitiers, [en ligne].  
Adresse URL ; <http://www.gov.on.ca/OMAFRA/french/livestock/dairy/facts/92-123.htm>.
105. SCHWAGER-SUTER, R., STRICKER, C., ERDIN, D., *et al.*  
Relationship between body condition scores and ultrasound measurements of subcutaneous fat and *m. longissimus dorsi* in dairy cows differing in size and type.  
*Animal Science*, 2000, 71, 465-470.

106. SHACKEFORD, S. D., CUNDIFF, L. V., GREGORY, K. E., KOOHMARAIE, M.  
Predicting beef carcass cutability.  
*J. Anim. Sci.*, 1995, **73**, 406-414.
107. SMITH, M. T., OLTJEN, J. W., DOLEZAL, H. G., GILL, D. R., BEHRENS, B. D.  
Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers.  
*J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 29-37.
108. STOUFFER, J. R.  
Ultrasonic evaluation of beef cattle.  
Ad hoc ultrasonic guidelines committee. Study guide. 1988. Cornell Univ., Ithaca, NY.
109. SZABO, C., BABINSZKY, L., VERSTEGEN, M.W.A., *et al.*  
The application of digital imaging techniques in the in vivo estimation of the body composition of pigs : a review.  
*Livestock production science*, 1999, **60**, 1-11.
110. TAINTURIER, B.  
Diagnostic du sexe des fœtus par échotomographie chez la vache.  
Th. : Med. vet. : Nantes : 2001, n° 074, 163 pages.
111. THOMAZO  
Contribution à l'étude de l'échographie bidimensionnelle du globe oculaire chez les animaux domestiques.  
Th. : Med. vet. : Alfort : 1996, n°033, 73 pages.
112. TURNER, J. W., PELTON, L. S., CROSS, H. R.  
Using live animal ultrasound measures of ribeye area and fat thickness in yearling Hereford bulls.  
*J. Anim. Sci.*, 1990, **68**, 3502.
113. VALETTE, P.  
Echographie de l'appareil génital de la jument par support audiovisuel, application au suivi du cycle oestral et à l'évaluation précoce de la gestation.  
Th. : Med. vet. : Alfort : 2000, n°043, 71 pages.
114. VEREZ, F.  
Les produits de contraste en échographie.  
Th. : Med. vet. : Toulouse : 2000, n° 038, 106 pages.

115. WALDNER, D. N., DIKEMAN, M. E., SCHALLES, R. R., *et al.*  
Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thicknesses, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age.  
*J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 3044-3054.
116. WALLACE, M. A., STOUFFER, J. R., WESTERVELT, R. G.  
Relationships of ultrasonic and carcass measurements with retail yield in beef cattle.  
*Livestock production science*, 1977, **4**, 153-164..
117. WERTZ, E., GERGER, L. L., WALKER, P. M., *et al.*  
Early weaning and postweaning nutritional management affect feedlot performance of Angus \* Simmental heifers and the relationship of 12<sup>th</sup> rib fat and marbling score to feed efficiency.  
*J. Anim. Sci.*, 2001, **79**, 1660-1669.
118. WHITTAKER, A.D., PARK, B., THANE, B.R., *et al.*  
Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat.  
*J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 942-952.
119. WILDMAN, E. E., JONES, G. M., WAGNER, P. E., *et al.*  
A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics.  
*J. Dairy Sci.*, 1982, **65**, 495-501.
120. WILSON, D. E.  
Application of ultrasound to genetic improvement.  
*J. Anim. Sci.*, 1992, **70**, 973.
121. WILSON, D.E., ROUSE, G.H., HAYS, C.L., *et al.* (Page consultée le 17-07-02).  
Scanning into the future, [en ligne].  
Adresse URL : <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/ultrasound/Scanning.pdf>.
122. WRIGHT, I.A., RUSSEL, J.F.  
Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows.  
*Anim. Prod.*, 1984, **38**, 23-32.

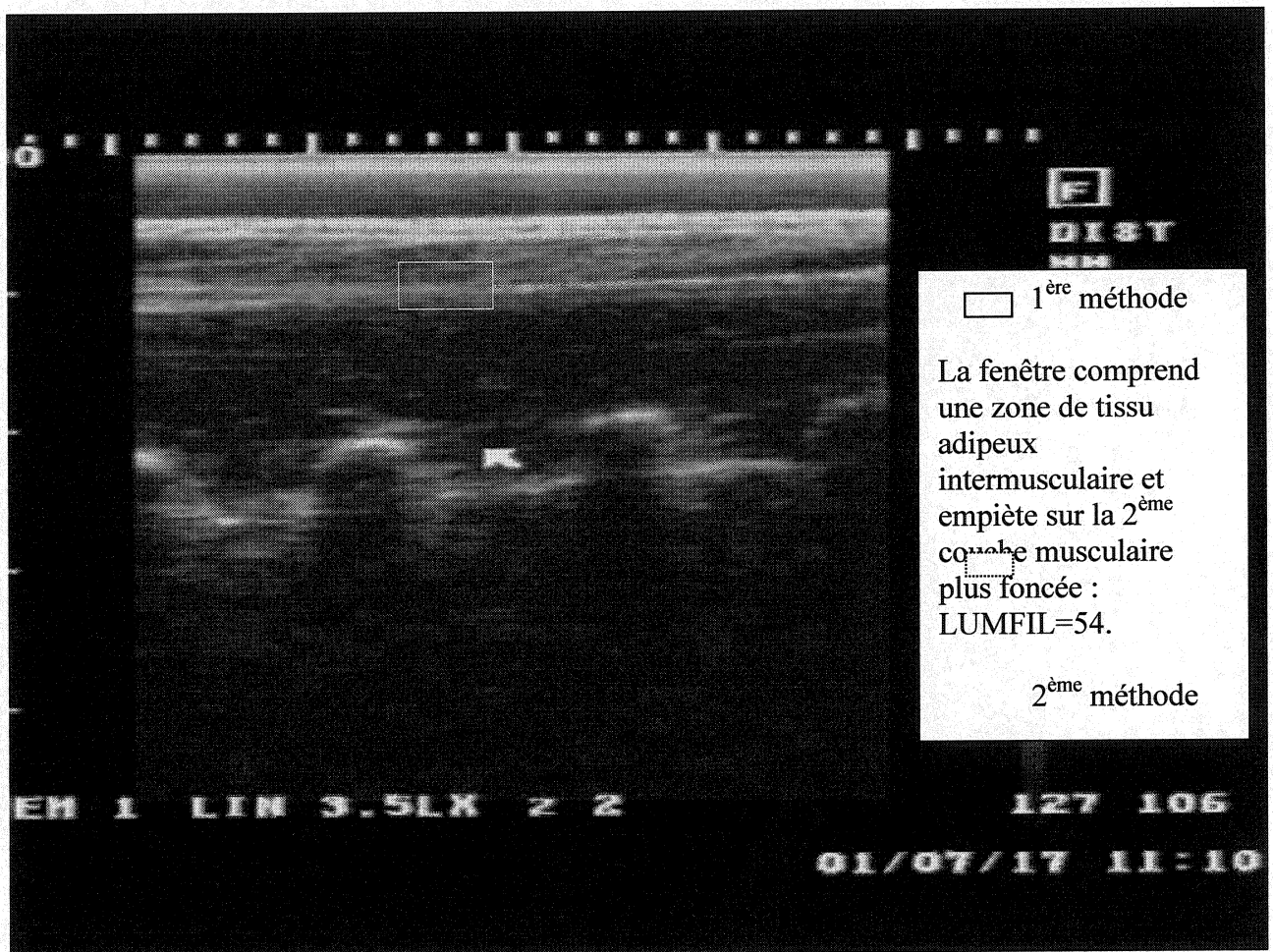


## ANNEXES

### Annexe 1 : Etude de répétabilité pour les 2 méthodes de traitement informatique

Numéro	Données		Amélioration
384	Moyenne R_filet_fixe	26,64	
	Ecartype R_filet_fixe2	3,04	
	Moyenne R_filet_alea	29,09	
	Ecartype R_filet_alea2	<b>3,05</b>	<b>0</b>
	Moyenne R_epaul_fixe	96,64	
	Ecartype R_epaul_fixe2	6,71	
	Moyenne R_epaul_alea	94,09	
	Ecartype R_epaul_alea2	<b>5,56</b>	<b>-1,2</b>
en état	Moyenne R_filet_fixe	38,00	
	Ecartype R_filet_fixe2	6,04	
	Moyenne R_filet_alea	34,20	
	Ecartype R_filet_alea2	<b>6,16</b>	<b>0,1</b>
	Moyenne R_epaul_fixe	82,89	
	Ecartype R_epaul_fixe2	4,81	
	Moyenne R_epaul_alea	98,57	
	Ecartype R_epaul_alea2	<b>3,78</b>	<b>-1,1</b>
maigre	Moyenne R_filet_fixe	28,63	
	Ecartype R_filet_fixe2	4,10	
	Moyenne R_filet_alea	20,88	
	Ecartype R_filet_alea2	<b>1,36</b>	<b>-2,8</b>
	Moyenne R_epaul_fixe	52,38	
	Ecartype R_epaul_fixe2	4,78	
	Moyenne R_epaul_alea	46,75	
	Ecartype R_epaul_alea2	<b>4,40</b>	<b>-0,4</b>

Annexe 2 : Exemple de photo traitée par les 2 méthodes informatiques



Annexe 3 : Choix des sites de mesure échographique.

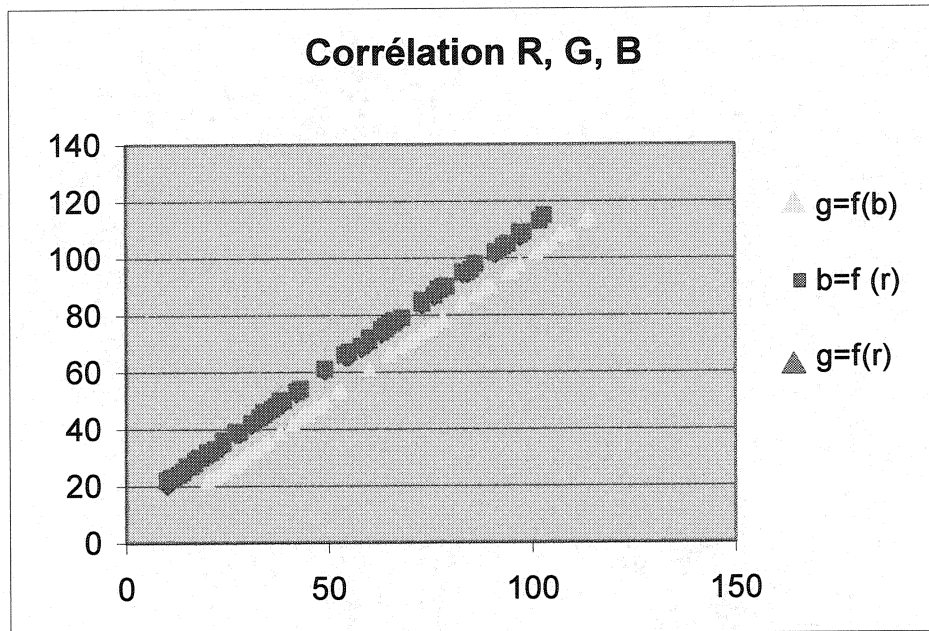
opérateur	Données	vache	
		grasse	pas grasse
fp	Moyenne gras dorsal 1	16,05	11,57
	Ecartype gras dorsal 1	1,68	1,24
	Min gras dorsal 1	13,48	9,80
	Max gras dorsal 1	19,60	13,48
	Moyenne gras dorsal 2	15,19	11,71
	Ecartype gras dorsal 2	1,44	1,24
	Min gras dorsal 2	12,25	11,03
	Max gras dorsal 2	17,15	14,70
	Moyenne filet	68,93	62,08
	Ecartype filet	5,65	5,66
	Min filet	63,70	53,90
	Max filet	79,50	69,83
om	Moyenne gras dorsal 1	19,09	11,93
	Ecartype gras dorsal 1	4,05	1,06
	Min gras dorsal 1	14,70	11,03
	Max gras dorsal 1	24,50	14,25
	Moyenne gras dorsal 2	15,30	12,11
	Ecartype gras dorsal 2	1,32	1,29
	Min gras dorsal 2	13,43	11,03
	Max gras dorsal 2	18,33	14,70
	Moyenne filet	69,83	65,08
	Ecartype filet	7,81	5,17
	Min filet	60,03	58,90
	Max filet	79,63	74,73
Total Moyenne gras dorsal 1		17,57	11,75
Total Ecartype gras dorsal 1		3,40	1,14
Total Min gras dorsal 1		13,48	9,80
Total Max gras dorsal 1		24,50	14,25
Total Moyenne gras dorsal 2		15,24	11,91
Total Ecartype gras dorsal 2		1,35	1,25
Total Min gras dorsal 2		12,25	11,03
Total Max gras dorsal 2		18,33	14,70
Total Moyenne filet		69,46	63,88
Total Ecartype filet		6,82	5,39
Total Min filet		60,03	53,90
Total Max filet		79,63	74,73

opérateur	Données	grasse pas grasse	
		grasse	pas grasse
fp	Moyenne dos	37,00	20,25
	Ecartype dos	6,16	3,45
	Min dos	24,00	15,00
	Max dos	48,00	24,00
om	Moyenne dos	45,50	20,63
	Ecartype dos	5,70	3,20
	Min dos	39,00	15,00
	Max dos	58,00	24,00
Total Moyenne dos		41,25	20,44
Total Ecartype dos		7,24	3,22
Total Min dos		24,00	15,00

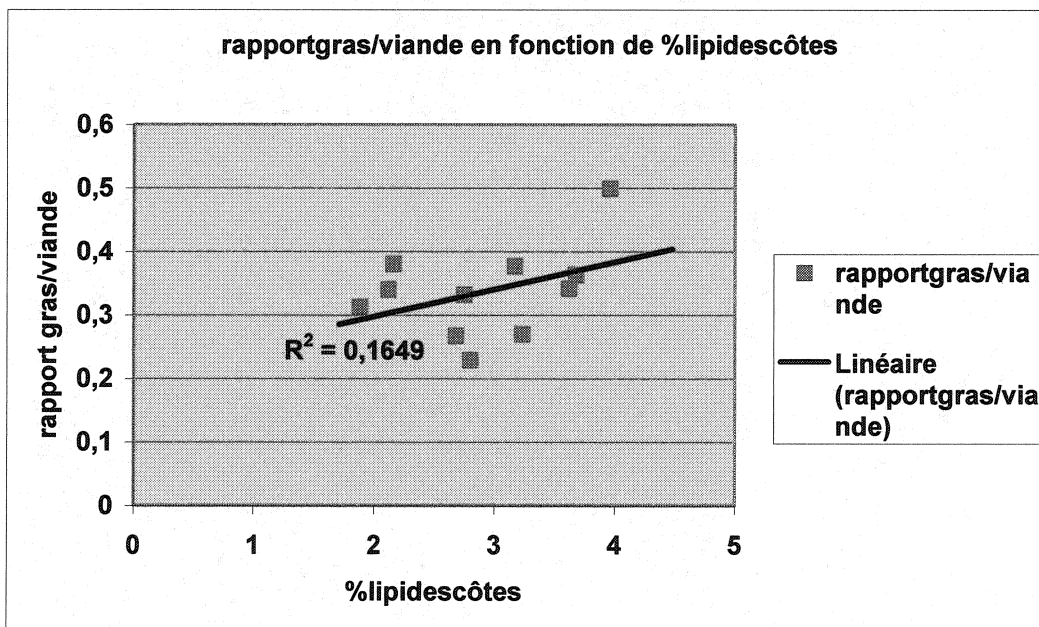
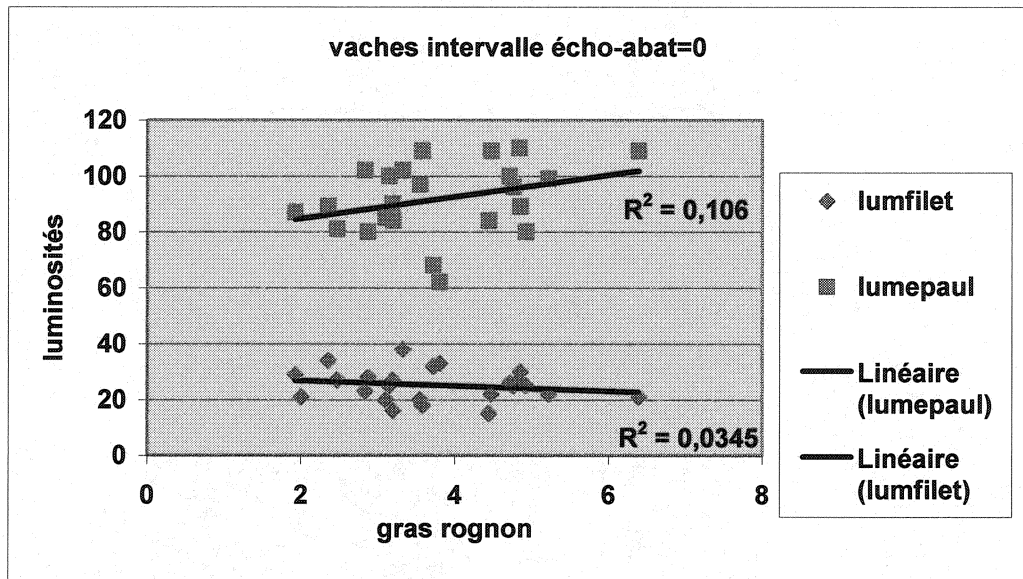
opérateur	Données	vache	
		grasse	pas grasse
fp	Moyenne ep1	84,44	55,86
	Ecartype ep1	10,94	7,22
	Min ep1	69,00	47,00
	Max ep1	103,00	68,00
	Moyenne ep2	28,67	18,00
	Ecartype ep2	8,29	6,42
	Min ep2	16,00	10,00
	Max ep2	42,00	26,00
om	Moyenne ep1	84,00	59,67
	Ecartype ep1	6,58	6,73
	Min ep1	76,00	44,00
	Max ep1	97,00	66,00
	Moyenne ep2	29,00	13,43
	Ecartype ep2	7,23	1,51
	Min ep2	18,00	11,00
	Max ep2	38,00	16,00
Total Moyenne ep1		84,21	58,00
Total Ecartype ep1		8,66	6,99
Total Min ep1		69,00	44,00
Total Max ep1		103,00	68,00
Total Moyenne ep2		28,84	15,54
Total Ecartype ep2		7,53	4,89
Total Min ep2		16,00	10,00
Total Max ep2		42,00	26,00

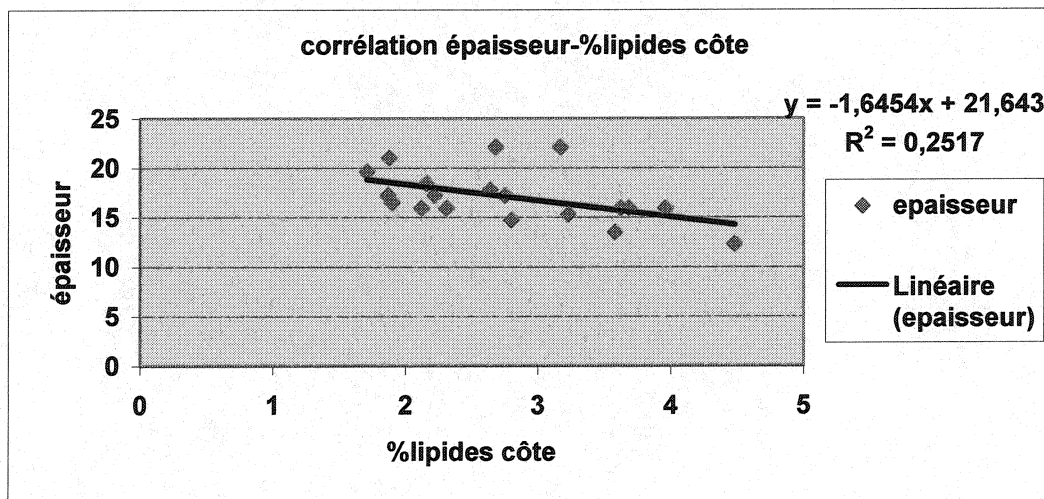
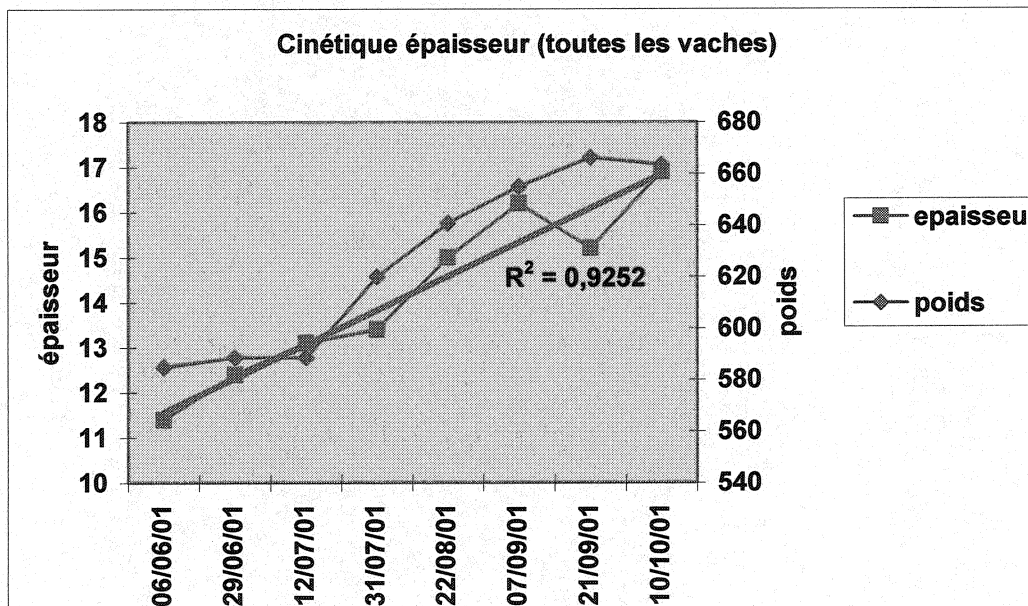
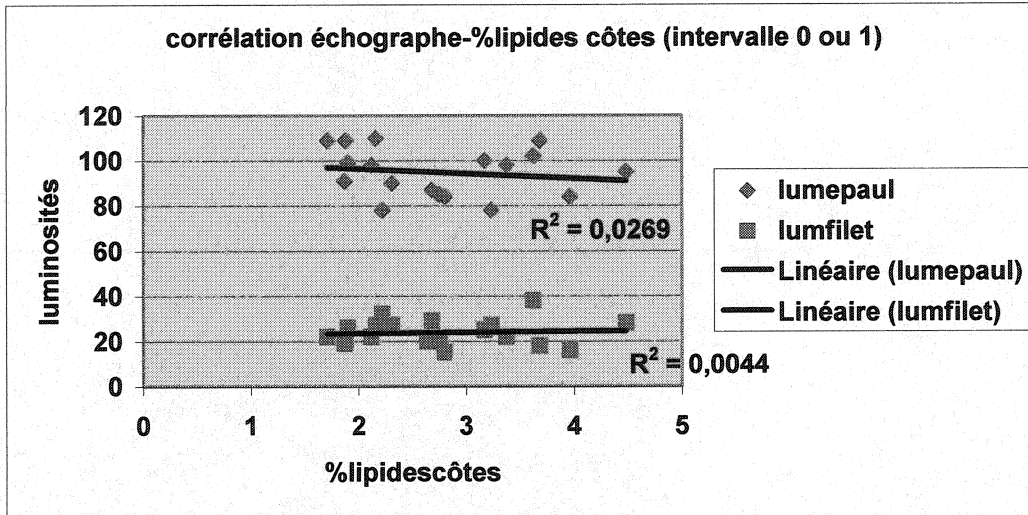
opérateur	Données	vache	
		grasse	pas grasse
fp	Moyenne cote	85,00	65,44
	Ecartype cote	9,70	11,15
	Min cote	71,00	53,00
	Max cote	98,00	86,00
	Moyenne cote	77,00	77,75
om	Ecartype cote	12,09	22,28
	Min cote	65,00	49,00
	Max cote	102,00	98,00
	Total Moyenne cote	81,00	71,24
Total Ecartype cote		11,43	17,87
Total Min cote		65,00	49,00
Total Max cote		102,00	98,00

Annexe 4 : Corrélation entre les 3 variables de luminosités données par Colorpilot



Annexes 5 : graphiques de différents résultats expérimentaux.





TOULOUSE 2003

**NOM** : MANIAVAL

**PRENOM** : Olivier

**TITRE**

UNE NOUVELLE UTILISATION ZOOTECHNIQUE DE L'ECHOGRAPHIE : ESTIMATION DE L'ETAT CORPOREL DES BOVINS ; APPLICATION SUR QUARANTE BLONDES D'AQUITAINE EN PERIODE D'ENGRAISSEMENT.

**RESUME**

L'échographie est une technique d'imagerie médicale de mieux en mieux maîtrisée par la profession vétérinaire, qui profite des avantages de cette technique, examen direct des tissus sans douleur pour l'animal, pour diversifier son activité. Ainsi des recherches sont menées pour démontrer l'intérêt de cette technique pour la filière bovine qui ne dispose pas d'outil de prédiction précis d'estimation de l'engraissement d'un animal vivant. Une étude portant sur quarante Blondes d'Aquitaine en période d'engraissement a permis d'évaluer l'intérêt et les modalités pratiques de l'échographie pour estimer l'état d'engraissement des bovins, au cours d'une cinétique et en comparaison avec des résultats post-mortem. Néanmoins de nouvelles recherches seront à réaliser notamment dans le cadre du suivi des états corporels en élevage laitier ou pour son intérêt au sein d'un schéma de sélection.

**MOTS CLEFS**

ECHOGRAPHIE – BOVINS - ENGRAISSEMENT

---

**TITILE**

NEW ZOOTECHNIC USING OF ULTRASOUND : BOVINE BODY FAT COMPOSITION: APPLICATION ON 40 BLONDES D'AQUITAINE DURING FATTING PERIOD

**SUMMARY**

Echography, medical imaging system, is more used by veterinary. They diversify this activity due to the advantages of this technic which permit to examine directly tissues without any dolour. So lots of research are realized to prove this interest for bovine breeding. Actually there is no acute method to predict bovine body composition. This study on forty fat Blondes d'Aquitaine evaluates the interest and the practice of echography to estimate fat thickness or intramuscular fat percentage during three months and in relation with post-mortem results. Nevertheless new search need to be realized to prove the interest of echography in body composition of dairy cow breeding and beef selection programs.

**KEYWORDS**

ULTRASOUND – BOVINE – FAT