

# Effets du clenbuterol dans l'engraissement de deux jumeaux monozygotes Pie-Noir

A. CLINQUART \*, I. DUFRASNE \*, A. GABRIEL \*, P. BATJOENS \*\*,  
B. BUTS \*\*\*, C. VAN EENAEME \*, L. ISTASSE \*, J.M. BIENFAIT \*

\* *Service de Nutrition Animale  
Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège  
Rue des Vétérinaires, 45 - 1070 Bruxelles - Belgique*

\*\* *Laboratorium voor Hygiene en Technologie van Eetwaren van Dierlijke Oorsprong  
Faculteit van de Diergeneeskunde - Rijksuniversiteit van Gent  
Wolterslaan, 16 - 9000 Gent - België*

\*\*\* *Onderzoekscentrum voor Voeding, Veeteelt en Vleestechnologie  
Faculteit van de Landbouwwetenschappen - Rijksuniversiteit van Gent  
Proefhoevestraat, 10/12 - 9230 Melle - België*

## RESUME

Deux taureaux Pie-Noir jumeaux monozygotes obtenus par section d'un même embryon ont été utilisés et maintenus dans les mêmes conditions expérimentales. L'un a été traité au clenbutérol, l'autre a servi de témoin. En ce qui concerne les performances zootechniques, ce sont essentiellement le rendement et la qualité de la carcasse — augmentation de la proportion de viande au détriment de la graisse — qui ont été améliorés par le traitement. Les paramètres sanguins ont peu varié. Par contre, le bilan azoté a augmenté de façon nette chez l'animal traité. Une analyse histologique de fragments musculaires a montré que la surface des fibres était plus importante chez l'animal qui avait reçu le clenbutérol.

## INTRODUCTION

De nombreux facteurs peuvent améliorer la production de viande bovine. Des progrès importants ont été accomplis depuis des décennies dans des domaines tels que la nutrition, la génétique, ou les

conditions d'habitat. D'autre part, divers promoteurs de croissance ont été utilisés : ce sont les additifs alimentaires, les agents anabolisants et plus récemment les glucocorticoïdes et les  $\beta$ -agonistes. Les effets de ces derniers sur les performances d'animaux à l'engraissement ont été résumés par Gabriel et al. (1989). L'expérimentation rapportée ci-dessous

étude les effets d'un  $\beta$ -agoniste, le clenbutérol, sur les performances zootechniques, le métabolisme azoté, certains métabolites sanguins et la qualité de la carcasse.

## MATERIEL ET METHODES

### Animaux

Deux taureaux de race Holstein d'environ 380 kg ont été utilisés. Ils étaient âgés de 13 mois et avaient été obtenus à partir d'un même embryon divisé. Ils ont été maintenus dans les mêmes conditions d'habitat depuis leur naissance.

L'expérimentation a été divisée en deux périodes. Pendant la première qui a duré 115 jours, les deux taureaux ont été utilisés comme animaux témoins. Durant la deuxième période, qui a débuté le 116<sup>e</sup> jour, un des deux taureaux a reçu quotidiennement dans sa ration 20 mg de clenbutérol et ce jusqu'au 169<sup>e</sup> jour. Le clenbutérol avait été mis en solution et 10 mg ont été ajoutés à chaque repas. Les deux taureaux ont été abattus le 178<sup>e</sup> jour.

La ration était composée, durant la première période, de 46 % de pulpes séchées, 30 % de foin, 14 % de tourteau de soja, 9 % d'orge aplatie et 1 % de mélange minéral. Durant la deuxième période, les pulpes séchées représentaient 55 % de la ration, le foin 15 %, l'orge aplatie 15 %; les proportions de tourteau de soja et de mélange minéral n'ont pas varié. Les rations ont été distribuées «ad libitum» grâce à un ajustement hebdomadaire.

### Mesures

Les deux taureaux ont été pesés toutes les semaines jusqu'au jour de leur départ pour l'abattoir. Les quantités d'aliments distribuées ont été mesurées quotidiennement.

Le bilan azoté a été mesuré pendant trois périodes de 4 jours débutant les jours 109,

130 et 165. Durant ces trois périodes, la 3-méthylhistidine a été dosée dans les urines afin d'estimer le catabolisme de la protéine musculaire.

Des prises de sang ont été effectuées deux fois par semaine, avant le repas du matin, depuis le jour 87 jusqu'au jour 175, afin de déterminer les concentrations en azote  $\alpha$ -aminé, glucose, urée, créatinine, acides gras non estérifiés. Des prises de sang ont aussi été effectuées toutes les 20 minutes pendant 24 heures aux jours 101, 137 et 158 en vue de doser l'hormone de croissance et l'insuline.

Les poids vifs ainsi que les poids des carcasses froides ont été mesurés à l'abattoir. Un segment tricostal de chacune des deux carcasses a été disséqué afin de séparer les muscles, le tissu conjonctivo-adipeux et les os, et d'estimer la composition de la carcasse (Martin et Torreele, 1962). La composition chimique et des mesures de tendreté ont été réalisées sur le muscle ilio-spinal. En outre, un échantillon de ce muscle avait été prélevé directement après l'abattage et conservé dans l'azote liquide afin de réaliser une étude histologique après coloration histo-chimique.

### Méthodes analytiques

Les prélèvements de sang ont été analysés en vue de déterminer les concentrations en glucose par la méthode à la o-toluidine, l'urée par la méthode à la diacétylmonoxine, la créatinine par la méthode de Jaffé, les acides gras non estérifiés par chromatographie gazeuse capillaire d'après la méthode décrite par Mueller et Binz (1982) et l'azote  $\alpha$ -aminé par la méthode au sulfonate de trinitrobenzène. L'insuline a été dosée par radio-immuno-assay d'après la méthode décrite par Michaux et al. (1981) en utilisant de l'insuline bovine (Sigma) pour la préparation des standards et le marquage, et de l'antisérum anti-insuline bovine, obtenu sur cobaye (fourni gracieusement par le Dr J.F. Beckers, Service d'obstétrique et des troubles de la reproduction, Faculté de Médecine Vétérinaire). L'hormone de croissance a également été

dosée par radio-immuno-assay, selon la méthode de Closset et al. (1986) utilisant de la GH bovine purifiée et de l'antisérum anti-GH bovine préparé sur lapin fournis par U.C.B. Bioproducts.

Les profils de sécrétion d'hormone de croissance ont été analysés par l'algorithme de Munro (Taylor, 1987) qui détermine les paramètres suivants : concentration moyenne, nombre de pics, amplitude moyenne des pics, surface sous les pics, niveau de base.

Les teneurs en matière sèche, en cendres, en protéines brutes, et en extrait éthéré ont été déterminées sur l'iliospinal suivant les techniques classiques.

La distinction entre les fibres musculaires de type I (rouges, oxydatives, aérobies et à contraction lente) et type II (blanches et à contraction rapide) a été réalisée par coloration histochimique à l'ATPase (méthode de Brooke et Kaiser, 1970). Le comptage des fibres et le calcul de leur surface ont également été effectués. Les fibres de type II ont pu être distinguées en IIA (mixtes aéroanaérobies) et IIB (glycolytiques anaérobies) par des préincubations à des pH différents.

## RESULTATS

Les performances zootechniques des deux taureaux jumeaux monozygotes

sont détaillées dans le tableau 1. Le poids vif au début de la période 1 (période témoin pour les deux taureaux) était de 382 kg pour le taureau 1 et de 383 kg pour le taureau 2. Les gains de poids vif durant cette période 1 ont été de 118 kg et 114 kg respectivement, correspondant à des gains quotidiens moyens respectifs de 1,03 et 0,99 kg. La figure 1 donne l'évolution des gains cumulés durant la totalité de l'expérience. Dès le début de l'administration du clenbutérol, le gain de poids vif de l'animal traité a diminué, pour devenir même négatif. Cette diminution a été observée pendant une semaine. Ensuite, le gain de poids est redevenu quasi identique à celui du taureau témoin et ce, jusqu'à la fin de l'expérimentation.

Les consommations alimentaires durant la première période ont été pratiquement identiques. Par contre pendant la première semaine de la deuxième période, la consommation alimentaire du taureau traité a été inférieure d'un kg à celle du taureau témoin (9,6 vs 10,7 kg) pour redevenir très proche par la suite. Il en est résulté que, sur toute la deuxième période, le taureau traité a ingéré moins que le taureau témoin. Les indices de

**Tableau 1**

Performances zootechniques.

En période 2, le taureau 2 a reçu quotidiennement 20 mg de clenbutérol dans sa ration

	période 1		période 2	
	taureau 1	taureau 2	taureau 1	taureau 2
Poids en début de période (kg)	382	383	500	497
Poids en fin de période (kg)	500	497	584	579
Gain au cours de la période (kg)	118	114	84	82
Gain quotidien moyen (kg/j)	1,03	0,99	1,35	1,32
Cons. alimentaire quotid. (kg/j)	9,5	9,43	10,62	10,38
Indice de consommation (kg/kg)	9,33	9,60	7,84	7,85

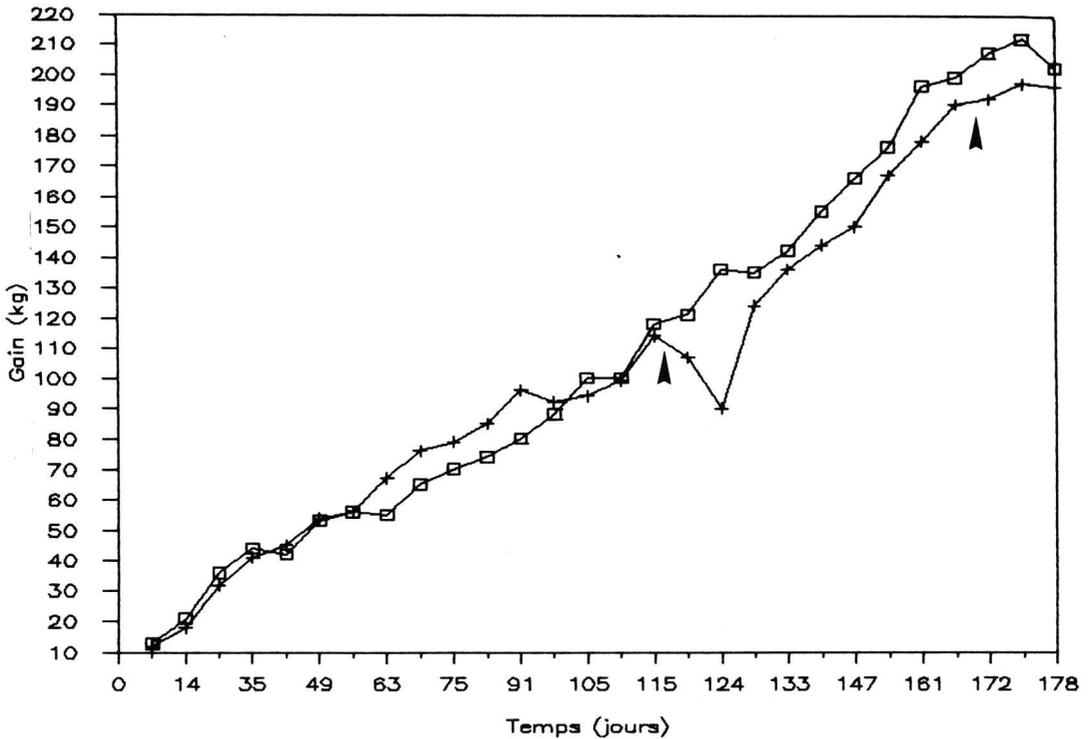


FIGURE 1

Evolution du gain total cumulé chez le taureau témoin (□) et chez le taureau traité au clenbutérol (+). Les flèches indiquent le début et la fin du traitement.

consommation ont cependant été très proches durant la première période et identiques durant la deuxième.

Les bilans azotés (tableau 2) ont été très proches chez les deux jumeaux monozygotes durant la première période : 42,8 et 40,8 g d'azote retenu par jour respectivement. Par contre, dans la deuxième période, ils ont été supérieurs de plus de 20 g/jour pour le taureau traité (65,0 g d'azote retenu par jour vs 47,8 pour le bilan des jours 130 à 133 et 70,5 g vs 43,7 pour le bilan des jours 165 à 168). Cette différence provient principalement d'une réduction de la quantité d'azote excrété au niveau des urines.

L'excrétion urinaire de 3-méthylhistidine a augmenté chez les deux taureaux au cours de l'engraissement. Cette augmentation semble moins importante chez le taureau traité durant la deuxième période (3,7 vs 4,9 micromoles/j/kg de poids vif pour le bilan des jours 130 à 133 et 4,8 vs 5,3 pour le bilan des jours 165 à 168).

Le tableau 3 renseigne sur les concentrations en métabolites et hormones dans le plasma sanguin. Le traitement au clenbutérol n'a pas changé de façon importante les concentrations sanguines en azote  $\alpha$ -aminé, urée, et glucose. Par contre, les concentrations en créatinine

**Tableau 2**

Bilans azotés et excrétion urinaire de la 3-méthylhistidine.

Au cours de la période 2, le taureau 2 a reçu quotidiennement 20 mg de clenbutérol.

		taureau 1	taureau 2
<i>période 1</i> : J109-J112	N ingéré (g)	186,9	186,9
	N fécal (g)	46,7	46,7
	N urinaire (g)	97,3	99,4
	N retenu (g)	42,8	40,8
	N retenu/N ingéré (%)	22,9	21,8
	3-methist. urinaire (µmoles/J) (µmoles/J/kg)	1667 3,5	1960 4,1
<i>période 2</i> : J130-J133	N ingéré (g)	188,6	193,8
	N fécal (g)	47,2	48,5
	N urinaire (g)	93,7	80,4
	N retenu (g)	47,8	65,0
	N retenu/N ingéré (%)	25,3	33,5
	3-methist. urinaire (µmoles/J) (µmoles/J/kg)	2574 4,9	1930 3,7
J165-J168	N ingéré (g)	195,6	190,0
	N fécal (g)	48,9	47,5
	N urinaire (g)	103,0	72,0
	N retenu (g)	43,7	70,5
	N retenu/N ingéré (%)	22,4	37,1
	3-methist. urinaire (µmoles/J) (µmoles/J/kg)	3069 5,3	2745 4,8

ont augmenté chez l'animal traité (figure 2), ce qui a donné une concentration moyenne, pendant la période 2, de 20 mg N/l chez le taureau traité contre 16 mg N/l chez le taureau témoin. La concentration moyenne en acides gras non estérifiés a été, pendant la première période, plus élevée chez le taureau témoin. On observe le phénomène inverse durant la deuxième période.

Les profils d'hormone de croissance ont correspondu à ceux observés normalement en fin d'engraissement c'est-à-dire présence d'un nombre limité de pics et niveau de base faible. Avant qu'un des deux animaux ne soit traité, les caractéristiques des profils étaient très sembla-

bles. Chez les deux jumeaux, on observe lors du profil 3 une diminution de la concentration moyenne, de l'amplitude moyenne des pics, de la surface sous les pics et du niveau de base. Cette diminution a cependant été moins marquée chez le taureau traité. Les concentrations en insuline ont été très élevées en valeur absolue. La diminution de sécrétion observée chez les deux animaux, a été plus importante chez le taureau traité.

Les données récoltées au moment de l'abattage sont reprises dans le tableau 4. Les poids à l'abattage se sont élevés à 584 kg pour le taureau témoin et 579 kg pour le taureau traité. Suite au transport, la freinte a représenté 13 kg et 10 kg

**Tableau 3**  
 Métabolites sanguins et hormones  
 Au cours de la période 2, le taureau 2 a reçu quotidiennement 20 mg de clenbutérol.

	période 1		période 2	
	taureau 1	taureau 2	taureau 1	taureau 2
azote $\alpha$ -aminé (mg N/l)	40,8	43,8	40,7	39,7
urée (mg N/l)	146	152	119	117
glucose (mg/l)	820	809	788	785
créatinine (mg N/l)	13,3	14,3	16,2	19,7
ac. gras non estér. ( $\mu$ moles/l)	149,2	114,7	73,9	106,2

	période 1		période 2			
	J101		J137		J158	
	taur. 1	taur. 2	taur. 1	taur. 2	taur. 1	taur. 2
azote $\alpha$ -aminé (mg N/l)	36,3	35,7	44,3	34,1	39,3	33,6
urée (mg N/l)	124,7	131,2	92,2	106,0	102,4	104,8
glucose (mg/l)	929	898	838	818	767	772
hormone de croissance :						
conc. moyenne (ng/ml)	16,1	14,6	12,1	12,8	7,0	9,9
nombre de pics	2	3	1	5	5	3
amplit. moy. pics (ng/ml)	20,5	19,7	44,2	32,4	13,8	26,1
surface sous les pics	1923,5	1566,0	1665,1	1384,3	485,5	1355,4
niveau de base (ng/ml)	6,7	6,2	6,4	7,4	2,7	4,3
insuline ( $\mu$ l/ml)	89,8	70,5	64,5	49,1	72,8	54,2

respectivement ou, en d'autres termes, 2,2 et 1,7 %. Les carcasses froides ont pesé respectivement 326 et 331 kg, ce qui correspond à des rendements de carcasse de 57,1 et 58,2 %. La masse des graisses pelvienne et périrénale a été inférieure d'un kg chez le taureau traité (5,98 vs 6,88 kg).

D'après la dissection du segment tri-costal, on observe une différence de près de 5 % de muscles à l'avantage du taureau traité, ce qui représenterait pour la totalité de la carcasse, une différence de plus de 15 kg de muscles. On observe le

phénomène inverse en ce qui concerne la graisse.

Le muscle iliospinal s'est caractérisé par une teneur en protéines brutes plus importante et un extrait étheré plus faible chez l'animal traité. La viande de ce dernier a donc été moins grasse. Les valeurs de force de cisaillement et de travail ont été plus élevées chez le taureau traité, ce qui indiquerait que la viande de ce dernier est plus dure.

Le typage des fibres musculaires d'un échantillon du muscle iliospinal est repris

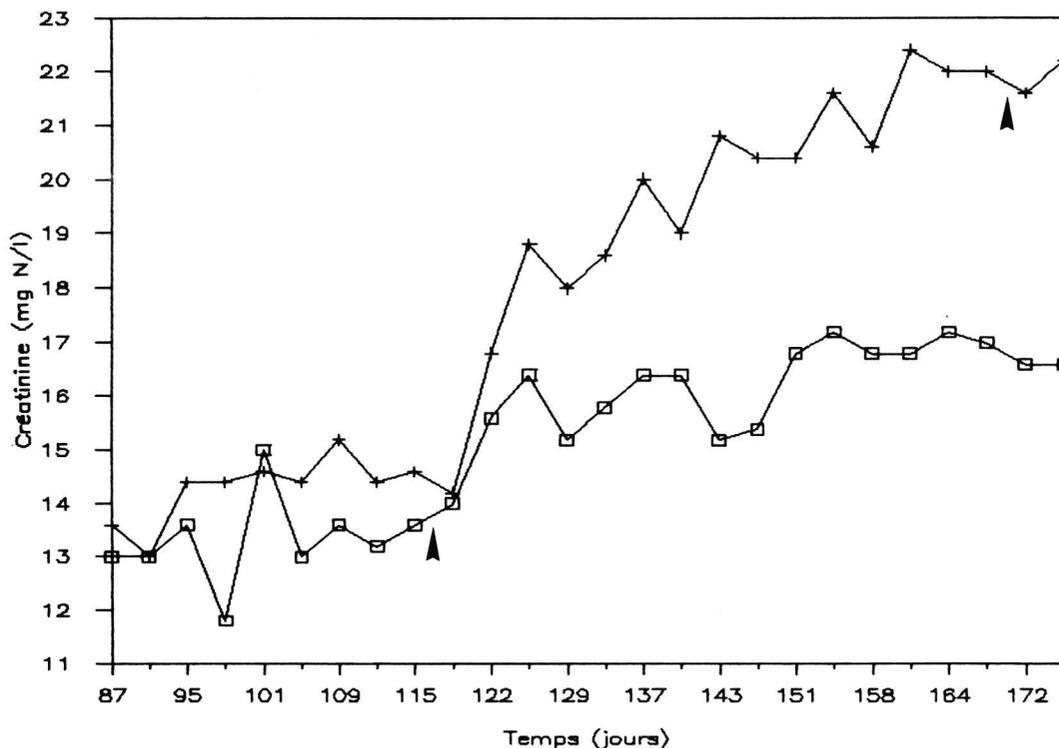


FIGURE 2 - Evolution de la créatininémie chez le taureau témoin (□) et chez le taureau traité au clenbutérol (+). Les flèches indiquent le début et la fin du traitement.

**Tableau 4** - Données d'abattage et caractéristiques des deux carcasses

	taureau témoin	taureau traité
Poids final (kg)	584	579
Poids à l'abattoir (kg)	571	569
Freinte (kg)	13	10
Carcasse froide (kg)	326	331
Rendement d'abattage (%)	57,1	58,2
Valeur du kg de carcasse (FB)	120	135
Graisse périrénale et pelvienne (kg)	6,88	5,98
Composition de la carcasse :		
muscles (%)	56,7	61,2
tissu conjonctivo-adipeux (%)	29,0	25,0
os (%)	14,3	13,8
Muscle iliospinal :		
composition chimique : matière sèche (%)	26,6	26,2
cendres (% de la M.S.)	4,4	4,7
prot. brutes (% de la M.S.)	81,0	86,0
extrait étheré (% de la M.S.)	8,5	6,3
force de cisaillement (N)	30,6	40,8
travail (MJ)	224	261

dans le tableau 5. Chez l'animal traité, les nombres relatifs des différents types de fibres ont peu varié. Par contre la surface des fibres des types I et II a augmenté. Exprimée sous forme de surface relative par rapport à la surface totale, il est apparu que la surface des fibres de type IIA a régressé à l'avantage des fibres de type IIB. Le facteur aérobie

c'est-à-dire la somme des surfaces relatives des fibres de type I et IIA divisée par la surface relative des fibres de type IIB a été diminué par le traitement au clenbutérol. Par contre le facteur anaérobie, qui a été obtenu par division de la somme des surfaces relatives des fibres de type IIA et IIB par la surface relative des fibres de type I a été augmenté.

**Tableau 5**  
Distribution des fibres musculaires dans le muscle iliospinal

		Taureau témoin	Taureau traité
Fibres de type I	nombre relatif (%)	26	26
	surface relative (%)	17,2	16,6
	surface ( $\mu\text{m}^2$ )	1612	1990
Fibres de type IIA	nombre relatif (%)	29	26
	surface relative (%)	27,7	22,1
	surface ( $\mu\text{m}^2$ )	2278	2673
Fibres de type IIB	nombre relatif (%)	45	48
	surface relative (%)	55,0	61,3
	surface ( $\mu\text{m}^2$ )	2934	4089
<b>Facteur aérobie</b> <sup>(1)</sup>		0,82	0,65
<b>Facteur anaérobie</b> <sup>(2)</sup>		4,84	5,07

$$^{(1)} \text{ Facteur aérobie} = \frac{\text{surf. relat. fibres I} + \text{surf. relat. fibres IIA}}{\text{surf. relat. fibres IIB}}$$

$$^{(2)} \text{ Facteur anaérobie} = \frac{\text{surf. relat. fibres IIA} + \text{surf. relat. fibres IIB}}{\text{surf. relat. fibres I}}$$

## DISCUSSION

La dose utilisée dans la présente expérience était de 20 mg par jour. Comme la consommation alimentaire quotidienne s'élevait à un peu plus de 10 kg, le clenbutérol a donc été distribué à la dose de 2 mg par kg d'aliment. Cette valeur est une concentration proche de celle fréquemment rencontrée dans la littérature (Gabriel et al., 1989).

Le traitement au clenbutérol n'a produit de différence ni au niveau du gain total de poids ni au niveau du gain

quotidien moyen. L'absence d'effet positif sur les gains avait déjà été rapportée dans d'autres études chez les bovins (Ricks et al., 1984; Williams et al., 1986). Sur l'ensemble de la période 2, on a observé une légère diminution de la consommation alimentaire chez l'animal traité mais l'indice de consommation, lui n'a pas varié alors qu'il avait tendance à augmenter dans l'expérimentation de Ricks et al. (1984) et à diminuer dans celles de Allen et al. (1987) et Boucqué et al. (1987). Dans l'expérience présente, le gain de poids vif et la consommation alimentaire ont cependant diminué chez

le taureau traité durant la première semaine de traitement. Le même phénomène avait été observé durant plusieurs semaines par Ricks et al. (1984) mais avec des doses de clenbutérol plus élevées (53 mg/kg).

L'excrétion d'azote urinaire a été inférieure de 14 et 30 % chez l'animal traité et la rétention azotée supérieure de 36 et 61 % durant les deux mesures effectuées au cours du traitement. Des différences analogues avaient été observées au niveau de l'excrétion urinaire chez le mouton par Hovell et al. (1987) et Kim et al. (1987). Des accroissements de la rétention azotée ont également été observés chez le mouton par Mc Rae et al. (1985) et chez les bovins par Ricks et al. (1984). L'augmentation moindre de l'excrétion de 3-méthylhistidine au cours de l'engraissement chez le taureau traité, également observée par d'autres auteurs (Mc Rae et al., 1988; Williams et al., 1987), semble indiquer une diminution du catabolisme protéique chez cet animal.

Le traitement au clenbutérol n'a pas semblé avoir d'effet sur les concentrations en glucose, acides aminés libres et urée. Par contre la concentration en créatinine a augmenté chez le taureau traité. Ce phénomène est à mettre en relation avec une croissance accrue des masses musculaires chez cet animal. Hovell et al. (1987) n'avaient cependant pas observé de modification de la créatinine chez le mouton. Les concentrations en acides gras non estérifiés ont diminué chez les deux animaux durant la deuxième période mais plus chez le taureau non traité. Cette observation est en contradiction avec celle de Beerman et al. (1986) qui avaient observé une augmentation de 60 % de ces concentrations suite à l'administration de clenbutérol.

Ils associaient l'augmentation du taux d'acides gras à une mobilisation plus grande des réserves lipidiques en vue d'une utilisation de ces acides comme source d'énergie.

La production d'hormone de croissance aurait été plus élevée chez le taureau traité tandis que la concentration en insuline plus faible. Ce phénomène est à mettre en relation avec une croissance musculaire plus importante et un moindre dépôt de graisse. En effet, l'hormone de croissance stimule la protéosynthèse alors que l'insuline stimule la lipogenèse. Welsh et al. (1987) avaient observé, suite au traitement au clenbutérol d'une culture de cellules d'hypophyse de bovins une augmentation de la sécrétion d'hormone de croissance. En ce qui concerne l'insulinémie, les résultats suivent la même tendance que ceux de Beermann et al. (1985) qui avaient observé, chez l'agneau, une diminution de l'insulinémie de 55 %. Il est à noter que les valeurs observées chez les deux animaux sont supérieures à celles que l'on peut trouver dans la littérature (Grigsby et al., 1986 : 26,2 à 52,4  $\mu\text{Ui/ml}$ ) (Galbraith et al., 1978 : 30,6 à 33,6  $\mu\text{Ui/ml}$ ) (Trenkle, 1970 : 32,1 à 39,3  $\mu\text{Ui/ml}$ ).

Le clenbutérol n'a pas modifié les nombres relatifs des différents types de fibres musculaires mais en a augmenté les surfaces. Cet effet sur les surfaces est en partie en contradiction avec les résultats de Miller et al. (1988) qui avaient observé une hypertrophie limitée aux fibres de type II accompagnée d'une diminution du diamètre des fibres de type I.

La diminution de la tendreté de la viande chez le taureau traité, mesurée par la force de cisaillement, est moins marquée que celle qu'avaient observé Hamby et al. (1986) chez l'agneau. En

effet, d'après leur étude, la force de cisaillement était deux fois plus importante chez les animaux traités et cette augmentation avait été mise en corrélation avec la diminution de la teneur en lipides de la viande traitée. Ces mêmes auteurs supposaient néanmoins que d'autres facteurs, encore inconnus, doivent être à l'origine de cette diminution de tendreté.

Le traitement au clenbutérol permet une meilleure valorisation de la carcasse. En effet, chez le taureau traité, le rendement d'abattage a augmenté de plus de 1 %. Il en résulte un avantage de 5 kg de carcasse en faveur de l'animal traité. Ces résultats sont comparables à ceux de Ricks et al. (1984), Williams et al. (1986), Allen et al. (1987) et Boucque et

al. (1987). La quantité de graisse périré-nale a été inférieure de 13 % chez le taureau traité, valeur comparable aux résultats de Ricks et al. (1984) qui avaient observé des diminutions allant jusqu'à 33 % selon la dose. La qualité de la carcasse a également été améliorée. En effet, la reconstitution de cette dernière, après dissection d'un segment tri-costal, a mis en évidence une augmentation de 8 % de la proportion de muscles et une diminution de 14 % de la proportion de tissu conjonctivo-adipeux. D'autres études (Ricks et al., 1984; Boucque et al., 1987) avaient montré de plus grandes différences encore, la diminution de tissu conjonctivo-adipeux pouvant atteindre 33 %. La composition chimique de la viande a aussi été modifiée : augmentation de la teneur en protéines et

**Tableau 6**  
Comparaison des performances animales lors de l'utilisation de différents stimulateurs de croissance

Auteur	Lambot et al. 1984	Lambot et al. 1984	Lambot et al. 1984	Istasse et al. 1988	Expérience présente
Substance	Trenbolone+ 17 $\beta$ œstradiol	Progesterone+ 17 $\beta$ œstradiol	Zéranol	Dexaméthazone	Clenbutérol
Mode d'administration et posologie	2 implants <sup>(1)</sup> à 112 et 56 j. avant l'abattage	2 implants <sup>(2)</sup> à 112 et 56 j. avant l'abattage	2 implants <sup>(3)</sup> à 112 et 56 j. avant l'abattage	voie I.M. : 4x12 mg à 7 j. d'intervalle	voie orale 20 mg/j/54 j.
Type de taureau	B.B.B. mixte	B.B.B. mixte	B.B.B. mixte	Pie-Noir	Pie-Noir
Effet exprimé en % par rapport au témoin					
Gain quotidien moyen	+27	+5,3	+8	+73,5	-2
Indice de consommation	-15	-1	-6	-40	+0,1
Rendement à l'abattage	+ 0,7	+1	-0,5	- 1,9	+1,9
Muscles dans la carcasse	+ 2,5	-3,9	-3,3	- 0,3	+4,5

<sup>(1)</sup> implant contenant 200 mg d'acétate de trenbolone et 40 mg de 17 $\beta$  œstradiol

<sup>(2)</sup> implant contenant 200 mg de progesterone et 20 mg de 17 $\beta$  œstradiol

<sup>(3)</sup> implant contenant 36 mg de zéranol

diminution de celle en matière grasse. En supposant que les teneurs en protéines au niveau de l'iliospinal soient le reflet des teneurs dans les autres muscles, il est possible d'estimer la quantité de protéines contenue dans chacune des carcasses à partir des poids de carcasses, proportion de muscle dans la carcasse et teneurs en matière sèche et en protéines dans le muscle. La quantité de protéines aurait été de 39,8 kg ( $326 \times 0,567 \times 0,266 \times 0,81$ ) chez l'animal témoin et de 45,6 kg ( $331 \times 0,612 \times 0,262 \times 0,86$ ) chez l'animal traité, soit une différence de 15 %. Ce résultat est tout à fait similaire à ceux qu'avaient observés Ricks et al. (1984). L'amélioration de la qualité de la carcasse a donc été obtenue, d'une part par une réduction de la graisse pelvienne, de la graisse de couverture (paramètre non quantifié dans l'expérience présente), de la graisse intermusculaire et de la graisse intramusculaire. D'autre part,

le dépôt de protéines a été amélioré par l'augmentation du poids de la carcasse, du rendement à l'abattage, de la proportion de muscle et de la teneur en protéines dans les muscles. Dans de telles conditions, le prix de vente de la carcasse de l'animal traité aurait été de 5.500 FB supérieur à celui du témoin, soit une augmentation de 14 %. En comparaison avec d'autres stimulateurs de croissance utilisés en production de viande bovine (Tableau 6), le clenbutérol améliore de façon nette et plus encore que l'association Trenbolone + Œstradiol le rendement à l'abattage et la proportion de muscles dans la carcasse. Contrairement aux corticoïdes et anabolisants stéroïdiens, il n'améliore pas le gain quotidien moyen et l'indice de consommation. On peut observer que seule l'association Trenbolone + Œstradiol permet l'amélioration simultanée des 4 critères.

## BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN P., QUIRKE J.F., TARRANI P.V. Effects of cimaterol on the growth, food efficiency and carcass quality of Friesian cattle. In : *Beta-agonists and their effects on animal growth and carcass quality*. Hanrahan J.P. Editors. Elsevier Publ., London, 1987.
- BEERMANN D.H., CAMPION D.R., DALRYMPLE R.H. Mechanisms responsible for partitioning tissue growth in meat animals. Proc. 38th Animal Reciprocal Meat Conference of the American Meat Science Association. Baton-Rouge, June 23-26, 1985.
- BEERMANN D.H., REEDS P.J., DeB HOVELL F.D., KYLE D. Cimaterol elicits rapid physiological responses in growing lambs wholly nourished by intragastric infusion. *J. Anim. Sci.*, 1986, **63** suppl. 1, 240.
- BOUCQUE C.V., FIEMS L.O., SOMMER M., COTTYN B.G., BUYSE F.X. Effects of the  $\beta$ -agonist cimaterol on growth, feed efficiency and carcass quality of finishing Belgian white-blue beef bulls. In :  *$\beta$ -agonists and their effects on animal growth and carcass quality*. Hanrahan J.P. Editors. Elsevier Publ., London 1987.
- BROOKE M., KAISER K. Three «Myosin Adenosine Triphosphatase» systems : The nature of their pH lability and sulfhydryl dependence. *J. Histochemistry and Cytochemistry*, 1970, **18**, 670-672.
- CLOSSET J., MAGHUIN-ROGISTER G., TRAN QUAM MINH, LAMBOT O., HENNEN G. In : *Proceedings of the 32nd European Meeting of Meat Research Workers*, Ghent, August 24th, 1986, 19-22.
- GABRIEL A., ISTASSE L., CLINQUART A., DUFRASNE I., VAN EENAEME C., GIELLEN M., BIENFAIT J.M. Quelques considérations sur l'utilisation des  $\beta$ -agonistes dans le cadre de la production de viande. *Ann. Méd. Vét.*, 1989, **133**, 295-305.
- GALBRAITH H., DEMPSTER D.G. and MILLER T.B. Metabolites and hormones in British Frisian male cattle. *Anim. Prod.*, 1978, **26**, 339-342.
- GRIGSBY M.E. and TRENKLE A. Plasma growth hormone, insulin, glucocorticoids and thyroid hormones in large, medium and small

- breeds of steers with and without an estradiol implant. *Domestic Anim. Endocr.*, 1986, **3** (4), 261-267.
- HAMBY P.L., STOUFFER J.R. and SMITH S.B. Muscle metabolism and real-time ultrasound measurement of muscle and subcutaneous adipose tissue growth in lamb fed diets containing a  $\beta$ -agonist. *J. Anim. Sci.*, 1986, **63**, 1410-1417.
- HOVELL F.D., KYLE D.J., REEDS P.J. The effect of the  $\beta$ 2-agonists on the endogenous nitrogen loss of sheep. *Proc. Nut. Soc.*, 1987, **47**, 13A.
- KIM Y.S., LEE Y.B., DALRYMPLE R.H. Effect of the Repartitioning Agent Cimaterol on Growth Carcass and Skeletal Muscle Characteristics in Lambs. *J. Anim. Sci.*, 1987, **65**, 1392-1399.
- McRAE J.C., LOBLEY G.E. SKENE P.A. The effects of the  $\beta$ -adrenergic agonist clenbuterol on the energy expenditure and protein turnover of wether lambs. *J. Anim. Sci.*, 1985, **61**, suppl 1, 453.
- McRAE J.C., SKENE P.A., CONELL A., BUCHAN V., LOBLEY G.E. The action of the  $\beta$ -agonist clenbuterol on protein and energy metabolism in fattening lambs. *Brit. J. Nutr.*, 1988, **59**, 457-465.
- MARTIN J., TORREELE G. L'appréciation de la qualité des carcasses bovines par la découpe du morceau tricostral 7,8,9. *Ann. Zootechn.*, 1962, **11**, 217.
- MICHAUX C., BECKERS J.F., DE FONSECA M., HANSET R. Plasma insulin level in double-muscling and conventional bulls during the first year of life. *Z. Tierzücht. Züchtungsbiol.*, 1981, **98**, 312-318.
- MILLER M.F., GARCIA D.K., COLEMAN M.E., EKEREN P.A., LUNT D.K., WAGNER K.A., PROCKNOR M., WELSH T.H., SMITH J.R. and S.B. Adipose tissue, longissimus muscle and anterior pituitary growth and function in clenbuterol fed heifers. *J. Anim. Sci.*, 1988, **66**, 12-20.
- MUELLER H.W., BINZ. *J. chromatography*, 1982, **228**, 75-93.
- RICKS C.A., DALRYMPLE R.H., BAKER P.K., INGLE D.L. Use of a  $\beta$ -agonist to alter fat and muscle deposition in steers. *J. Anim. Sci.*, 1984, **59**, 1247-1255.
- TAYLOR P.L. Munro — Hormone pulse — Profile analysis (Manual) Zaristow Software, Scotland, 1987.
- TRENKLE A. Plasma levels of growth hormone, insulin and plasma protein-bound iodine in finishing cattle. *J. Anim. Sci.*, 1970, **31**, 389-393.
- WELSH T.H., SMITH S.B., SUTTON M.R., WAGNER K.A. Growth hormone releasing factor and clenbuterol regulation of bovine growth hormone secretion in vitro. *J. Anim. Sci.*, 1987, **65** suppl 1, 279.
- WILLIAMS P.E.V., PAGLIANI L., INNES G.M. The effect of a  $\beta$ -agonist (clenbuterol) on the heart rate, nitrogen balance and some carcass characteristics of veal calves. *Livest. Prod. Sci.*, 1986, **15**, 289-293.
- WILLIAMS P.E.V., PAGLIANI L., INNES G.M., PENNIE K., HARRIS C.I., GARTHWAITE P., Effects of a  $\beta$ -agonist (clenbuterol) on growth, carcass composition, protein and energy metabolism of veal calves. *Brit. J. Nutr.*, 1987, **57**, 417-428.

## SUMMARY

### Effects of clenbuterol in a pair of monozygotic Friesian twins

Two Friesian monozygotic twins obtained from a splitted embryo were used and maintained in similar experimental conditions. One was given clenbuterol and the other was used as control. The most interesting results of treatment in terms of animal performances were improvements of the killing-out and the quality carcass: increase of the proportion of meat and decrease of the proportion of fat. There were only small differences for the plasma metabolites while the nitrogen balance of the treated bull was improved to a large extent. The histological evaluation of the muscles showed an increase of the fiber area in the treated animal.