

## Effet du niveau d'alimentation à la fin de la gestation sur le poids à la naissance des veaux et leur devenir

par M. PETIT

Laboratoire de la Production de Viande, I.N.R.A.,  
Theix, Saint-Genès-Champanelle, 63110 Beaumont.

---

**Summary.** *Effect of feeding level in late pregnancy on the birthweight and development of calves.*

Physiological expenditure in pregnant cows only increases considerably during the last trimester of pregnancy. Total energy and protein requirements then reach 1.7 times the maintenance expenditure during the last month. However, only very severe underfeeding of cows at the end of pregnancy reduces the birthweight of single calves. This corresponds in adult cows to a weight loss before calving of more than 5 p. 100 of the initial liveweight. Calves of heifers are more sensitive to underfeeding of their dams than calves of adult cows because of the competition between pregnancy and growth requirements. Underfeeding before calving does not seem to increase the frequency of calving difficulties, except in heifers having impaired development at calving. According to our present knowledge, overfeeding does not increase calf birthweight, but overfat heifers may calve with a higher frequency of dystocia. The reduction of the feeding level of pregnant cows only appears to reduce calf viability if the latter are hypotrophic at birth. When calves are nursed, their postnatal growth may be reduced, partly due to the lower milk production of the dams. However, reducing the feeding level before calving increases the calving-fertilization interval before decreasing calf birthweight and postnatal growth.

---

Les principaux effets d'une restriction du niveau d'alimentation sur l'aptitude des bovins à se reproduire sont connus depuis longtemps (revues de Blaxter, 1957 ; Moustgaard, 1959 ; Tassel, 1967 ; Moustgaard, 1969 ; Rattray, 1977). Ils concernent l'âge à la puberté, la fertilité, la mortalité embryonnaire précoce, le développement foetal à la fin de la gestation et la viabilité périnatale du jeune. Les apports énergétiques, azotés, minéraux et vitaminiques sont impliqués à divers degrés, mais ont été rarement dissociés. Nous nous limiterons ici à rappeler les effets du niveau des apports alimentaires globaux au cours du dernier tiers de la gestation sur le poids à la naissance des veaux et leur devenir.

C'est en effet au cours du dernier trimestre de vie *in utero* que la croissance du fœtus est maximum (Swett, Matthews et Fohrman, 1948 ; Jakobsen, 1957 ; Ferrell, Garrett et Hinman, 1976), ainsi que celle de ses annexes chez les bovins. La croissance des produits de la conception est quasi exponentielle, mais reste mal connue dans les toutes dernières semaines de la gestation (Eley *et al.*, 1978). D'après les équations pro-

posées par différents auteurs, le gain de poids journalier des veaux devant peser environ 40 kg à la naissance. atteindrait 0,4 à 0,5 kg au cours des 3 à 4 dernières semaines *in utero* ; ces valeurs sont comparables à l'augmentation du poids à la naissance par jour supplémentaire de gestation, par exemple 0,4 kg en race Pie Noire Allemande (Schwark et Oehler, 1972). A cette même période, les gains journaliers des contenus calorifique et azoté de l'utérus gravide avoisinent respectivement 1 Mcal et 20 g (Jakobsen, 1956 ; Ferrell, Garrett et Hinman, 1976 ; Jarrige *et al.*, 1978). Les besoins estimés de gestation évoluent de manière similaire à celle des dépôts (tabl. 1). Pour l'énergie par exemple, ils pourraient atteindre 0,7 à 0,8 fois les dépenses d'entretien de la vache tarie non gestante au cours de la semaine précédant la parturition (Moe et Tyrrell, 1972).

TABLEAU 1

*Quantités d'énergie et d'azote fixées dans l'utérus gravide  
et évolution des besoins nets de la vache gestante (Jarrige *et al.*, 1978)  
(Veau de 40 kg à la naissance, vache de 575 kg après vêlage)*

	Quantités fixées dans l'utérus			Besoins nets de la vache gestante	
	Gain de poids du fœtus (kg)	Energie fixée (kcal)	Azote fixé (g)	EM (Mcal)	MAD (g)
Total .....	40,00	69 330	1 408	—	—
Par jour :					
— 0,5	0,47	968	19,5	19,78	588
— 1	0,40	774	15,8	18,28	543
— 1,5	0,34	612	12,6	17,04	503
— 2	0,28	468	9,8	15,93	468
— 2,5	0,23	352	7,5	15,04	439
Entretien	—	—	—	12,33	345

Alors que les besoins de la vache gravide augmentent constamment au cours du dernier trimestre de la gestation, sa capacité d'ingestion reste grossièrement constante ou diminue même au cours des deux dernières semaines (revues de Forbes, 1971 ; Journet et Remond, 1976), ce qui peut être attribué en partie à l'encombrement de la cavité abdominale par les produits de la conception. Il en résulte une inévitable sous-alimentation lorsque l'ingestibilité et la digestibilité de la ration sont faibles à modérées. Ce phénomène peut être amplifié par une accélération de la vitesse de transit des aliments (Graham et Williams, 1962 et Forbes, 1970 chez la brebis) entraînant parfois une réduction de la digestibilité, mise en évidence chez la vache (Flatt, Moe et Moore, 1969 ; Lamberth, 1969) mais controversée (Graham, 1964 chez la brebis ; Henseler *et al.*, 1973 et Ferrell *et al.*, 1976 chez la vache).

## Niveau d'alimentation avant vêlage et poids des veaux à la naissance.

Dans les nombreux essais d'alimentation réalisés sur bovins à la fin de la gestation, les apports alimentaires sont rarement bien connus. De plus, la variabilité des durées expérimentales et des types d'animaux utilisés (type génétique, âge, état initial...) ne facilite pas le regroupement des résultats.

### 1. — Sous-alimentation.

Un très faible niveau d'alimentation en gestation peut entraîner chez les bovins comme chez d'autres mammifères une réduction du poids du jeune à la naissance (Blaxter, 1944 ; Joubert, 1954 ; Zimmerman *et al.*, 1959 ; Wiltbank *et al.*, 1962 ; Ridler, Broster et Foot, 1963 ; Reid *et al.*, 1964 ; Hight, 1966, 1968a ; Tudor, 1972). Cependant, des vaches sous-alimentées jusqu'à la mise-bas, mais souvent de façon plus modérée, peuvent donner naissance à des veaux d'un poids normal (Jordan *et al.*, 1968 a et b ; Hironaka et Peters, 1969 ; Morris, 1970 ; Pinney *et al.*, 1972 ; Scales *et al.*, 1977 ; Petit *et al.*, non publié).

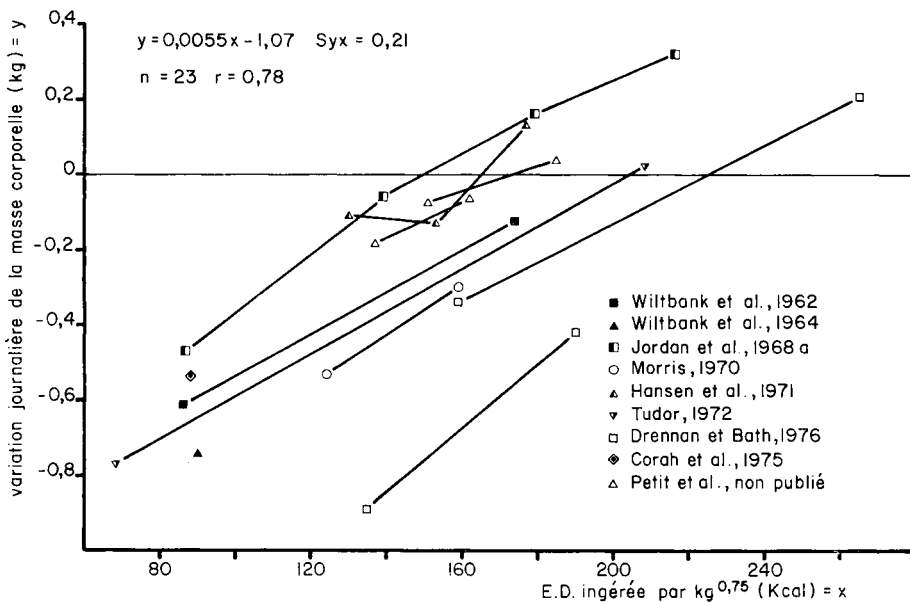


FIG. 1. — Energie ingérée à la fin de la gestation (x) et variation de la masse corporelle (y) chez des vaches multipares.

Note : L'énergie digestible ingérée a été rapportée au poids métabolique initial, déduction faite du poids du conceptus, calculé d'après Bereskin et Touchberry, 1967. La variation de la masse corporelle a été estimée entre le poids initial sans conceptus et le poids après vêlage en tenant compte si possible des variations du poids du contenu digestif (estimées à 4 kg par kg de matière sèche ingéré). La moyenne des pentes ( $\frac{\Delta y}{\Delta x}$ ) obtenues pour chaque auteur donne 5,6 g de masse corporelle par Kcal d'ED, ce qui est comparable aux 5,5 g obtenus par régression avec toutes les données.

Dans la majorité des cas, la sous-alimentation ne modifie pas le déroulement normal de la gestation. Elle entraîne toujours une mobilisation des réserves corporelles de la mère comme l'indiquent les pertes importantes de poids vif ; à partir des données bibliographiques (fig. 1) on observe qu'une réduction de l'énergie digestible ingérée de 10 kcal par kg  $P^{0,75}$  entraîne une perte supplémentaire de masse corporelle d'environ 55 g par jour chez des vaches pesant 475 kg en moyenne. La teneur du plasma en acides gras non estérifiés, témoin partiel de la lipolyse, est accrue chez les vaches gestantes sous-alimentées ; elle augmente d'ailleurs avec le poids des veaux à la naissance et à mesure qu'avance la gestation (Bowden, 1974 ; Petit et Remond, 1977).

Cette perte de poids de la mère n'a pas toujours d'effet sur le poids des veaux à la naissance. De la compilation critique de 13 essais (fig. 2), il apparaît que la vache multipare gravide doit perdre souvent plus de 5 p. 100 de son poids vif initial pour qu'apparaisse une réduction significative du poids des veaux à la naissance. Cette perte de poids correspond dans certains essais à des apports énergétiques ne satisfaisant qu'environ la moitié des dépenses physiologiques (Wiltbank *et al.*, 1962 ; Tudor, 1972 ; Corah *et al.*, 1975) et inférieures de 25 p. 100 aux besoins d'entretien de la vache tarie non gestante. Il n'est malheureusement pas possible à partir de ces résultats de préciser la forme de la courbe liant la perte de poids de la vache au poids à la naissance du veau, ni l'influence de l'état initial des réserves maternelles mobilisables.

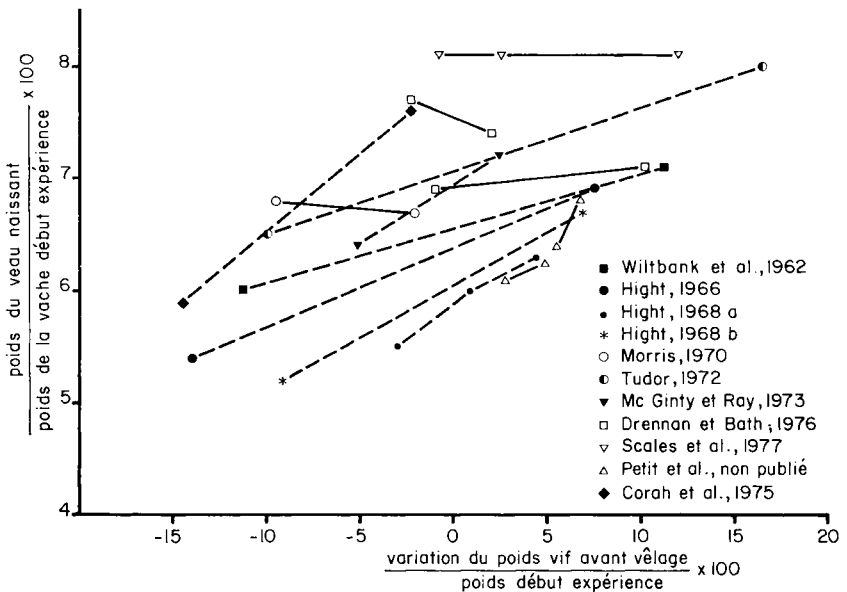


FIG. 2. — Influence de la variation de poids vif à la fin de la gestation sur le poids du veau à la naissance.

Note : Le poids du veau à la naissance a été rapporté au poids vif de la vache au début de l'expérience afin de tenir partiellement compte de l'effet génétique maternel.

L'effet d'une restriction alimentaire dépend non seulement de l'intensité et de la nature de la restriction, mais peut également être conditionné à la modulation des apports ; ainsi, il suffit qu'une restriction très sévère cesse 6 à 8 semaines avant le

vêlage (Hight, 1968b ; Scales *et al.*, 1977) pour que le poids des veaux à la naissance soit normal. Cependant, pour un même apport total au cours des 4 derniers mois, le poids à la naissance est indépendant de la répartition dans le temps (Scales *et al.*, 1977).

Contrairement aux veaux de vaches adultes, les veaux de génisses paraissent plus sensibles au niveau d'alimentation de leurs mères ; ainsi, lorsqu'au cours de périodes hivernales successives, 3 lots de vaches perdent 20, 10 ou moins de 5 p. 100 de leur poids automnal, les poids des veaux ne sont significativement différents que lors des 3 premières mises-bas (Smithson *et al.*, 1966). Chez les génisses de race à viande vêlant à deux ans, réduire le gain de poids depuis environ 1/2 kg par jour au cours des 2 à 5 derniers mois prépartum à un gain de poids nul (Bellows *et al.*, 1972 ; Christenson *et al.*, 1967 ; Corah *et al.*, 1975) ou faible (Mc Carrick et Crowley, 1968 ; Laster, 1974) suffit souvent à diminuer le poids à la naissance des veaux. Des différences significatives de poids à la naissance ont même été observées avec des gains de poids plus élevés, allant de 0,65 à 0,90 kg/j (Laster, 1974) ; mais ce n'est pas toujours le cas (Falk *et al.*, 1975) chez des génisses relativement bien développées au vêlage. Les nombreux essais entrepris en race laitière pour mesurer l'influence du niveau d'alimentation au cours de la période d'élevage sur la production ultérieure (par exemple Reid *et al.*, 1964) associent souvent niveau d'alimentation élevé et avancement de l'âge au premier vêlage ; bien qu'elles soient plus jeunes, les génisses les plus développées donnent généralement naissance aux veaux les plus lourds. D'une façon plus générale, le poids des veaux de génisses ou de jeunes vaches peut refléter en partie le format de leurs mères qui augmente avec le niveau d'alimentation avant le vêlage ; un développement plus important entraîne une moindre compétition entre besoins de gestation et de croissance.

La réduction du poids à la naissance des veaux de vaches sous-alimentées pourrait résulter pour partie de celle de la durée de gestation comme il a été clairement observé chez la brebis. Tudor (1972) et Corah *et al.* (1975, 2<sup>e</sup> exp.) observent chez la vache fortement sous-alimentée une réduction significative de la durée de gestation de 5,4 et 5 jours respectivement ; mais d'autres essais ne mettent pas de telles différences en évidence (Joubert, 1954 ; Corah *et al.*, 1975, 1<sup>re</sup> exp.). Tudor (1972) note d'ailleurs que la réduction de la durée de gestation n'expliquerait dans ses essais que 20 p. 100 de celle du poids des veaux à la naissance.

A notre connaissance, aucune expérience sur bovins n'a été réalisée, qui permettrait de savoir dans quelle mesure le placenta et les échanges placentaires peuvent être altérés par la sous-alimentation de la mère gestante. Des études ont été réalisées chez la brebis (Everitt, 1967), mais le développement de son placenta ralentit beaucoup plus tôt que chez la vache.

De même, on ne connaît pas les modifications relatives des différents tissus ou régions anatomiques chez le veau sous-alimenté *in utero*. Laster (1974) attribue simplement la réduction du poids à la naissance qu'il observe à un plus faible développement des tissus mous sans modification des mensurations squelettiques. Il est clair cependant que les dimensions à la naissance de veaux issus de gestations doubles ou multiples peuvent être réduites. Mais pour des raisons évidentes, il n'existe pas de travaux analogues à ceux réalisés sur brebis (Wallace, 1948 ; Everitt, 1967 ; Koritnik *et al.*, 1976).

## 2. — *Sur-alimentation.*

L'effet d'une sur-alimentation à la fin de la gestation sur le poids à la naissance des veaux a été beaucoup moins étudié. Chez la vache gestante multipare, des apports supérieurs aux dépenses physiologiques ne semblent pas modifier le poids du veau à la naissance en race Holstein (Henderson *et al.*, 1976) ni en race Hereford (Arnett, Holland et Totusek, 1971, 2<sup>e</sup> exp.). De même, il semble que le « *stimming* » *prepartum* (Gardner, 1969) ou la distribution *ad libitum* d'ensilage de maïs à des vaches laitières gestantes n'accroisse pas le poids des veaux naissants.

Chez les génisses, il est difficile de parler de sur-alimentation car une élévation des apports se traduit en premier lieu par une augmentation de leur vitesse de croissance ; Arnett, Holland et Totusek (1971 ; 1<sup>re</sup> expérience) n'ont pas noté d'accroissement du poids des veaux chez des génisses et jeunes vaches Hereford présentant un état d'engraissement excessif et pesant 219 et 124 kg de plus que des animaux alimentés normalement.

## 3. — *Niveau d'alimentation en gestation et difficultés de mise-bas.*

La sous-alimentation chez la vache adulte ne semble pas modifier la fréquence des difficultés de vêlage (Wiltbank *et al.*, 1962 ; Jordan *et al.*, 1968a ; Drennan et Bath, 1976) ; il en est de même de la sur-alimentation (Arnett, Holland et Totusek, 1971, 2<sup>e</sup> exp. ; Henderson *et al.*, 1976).

En revanche, la fréquence des difficultés de vêlage peut être accrue chez les génisses les moins bien alimentées (Reid *et al.*, 1964 ; Falk *et al.*, 1975) ; mais ce n'est pas toujours le cas, y compris lorsque le poids du veau est réduit (Hodge et Rowan, 1970 ; Bellows *et al.*, 1972 ; Laster, 1974 ; Corah *et al.*, 1975) ; le résultat inverse est parfois observé, que le poids du veau soit modifié (Bond et Wiltbank, 1970 ; Christenson *et al.*, 1967) ou non (Arnett, Holland et Totusek, 1971, 1<sup>re</sup> exp.). En fait, l'influence du niveau d'alimentation sur les difficultés de vêlage des génisses doit dépendre des effets qu'il exerce sur le développement relatif du fœtus et de l'ouverture pelvienne. Par ailleurs, un excès d'embonpoint avant la mise bas risque d'accroître la fréquence des vêlages dystociques des génisses (Arnett, Holland et Totusek, 1971, 1<sup>re</sup> exp.).

## **Niveau d'alimentation avant vêlage, viabilité et croissance des veaux.**

A une réduction du poids du veau à la naissance consécutive à un faible niveau d'alimentation *in utero* est souvent associée celle de sa viabilité périnatale (Hight, 1966 ; Bond et Wiltbank, 1970 ; Corah *et al.*, 1975) ou totale jusqu'au sevrage (Hight, 1966 et 1968a et b ; Falk *et al.*, 1975). Le phénomène serait accentué chez les veaux issus des jeunes vaches (Hight, 1968a). Il est à rapprocher de l'observation plus générale qu'il existe pour un type génétique donné un poids à la naissance optimum pour une viabilité maximum.

Il est cependant impossible à partir des résultats bibliographiques de dire en deçà de quel niveau d'alimentation de la mère la viabilité des veaux peut être réduite. Il est peu vraisemblable qu'un bas niveau d'alimentation à la fin de la gestation puisse affecter la viabilité des veaux sans réduire leur poids à la naissance. Lors d'une expérience

à long terme, les veaux (d'un poids normal) issus des vaches sous-alimentées au cours des hivers successifs ont même été les plus vigoureux (Pinney *et al.*, 1972).

La plus grande fragilité des veaux hypotrophiés à la naissance a été associée à une moindre résistance à divers stress : agressions climatiques (Hight, 1968a) sur des veaux disposant de moins de réserves et dont la régulation thermique pourrait être amoindrie ; agressions microbiennes pouvant entraîner un surcroît de diarrhée dans le jeune âge (Corah *et al.*, 1975). Ils pourraient également être moins aptes à boire rapidement le colostrum après la naissance et leur mère leur prodiguer moins de soins en particulier juste après la mise bas, alors que les défenses immunitaires du jeune veau en dépendent. Enfin, la viabilité des veaux de génisses sous-alimentées dépendra aussi de l'accroissement possible de la fréquence des vêlages dystociques.

Dans la majorité des cas, les veaux d'un poids normal à la naissance issus de vaches sous-alimentées et allaités par elles ont une croissance normale (Jordan *et al.*, 1968b ; Pinney *et al.*, 1972 ; Drennan et Bath, 1976 ; Scales *et al.*, 1977 ; Petit *et al.*, non publié). Mais la croissance post-natale peut être réduite, que les veaux soient plus légers à la naissance (Zimmerman *et al.*, 1959 ; Hight, 1966 et 1968a) ou non (Hironaka et Peters, 1969). Cependant, elle est d'autant plus réduite que le niveau d'alimentation de la mère est plus faible après le vêlage (Hight, 1968a), ce qui montre qu'elle dépend aussi de l'effet maternel au cours de la période d'allaitement ; des veaux hypotrophiés et normaux à la naissance peuvent avoir des gains de poids comparables par la suite lorsque le niveau d'alimentation de la mère est suffisant après vêlage (Hight, 1968b). On peut attribuer au moins en partie les faibles croissances post-natales de veaux naissant hypotrophiés à une insuffisance de la production laitière de leurs mères (Christenson *et al.*, 1967 ; Mc Carrick et Crowley, 1968 ; Bond et Wiltbank, 1970 ; Corah *et al.*, 1975) bien que cette production puisse aussi refléter la capacité d'ingestion du jeune veau, qui varie dans le même sens que son poids.

Il paraît actuellement impossible de quantifier la réduction du *potentiel* de croissance post-natale des veaux hypotrophiés à la naissance par suite du bas niveau d'alimentation de leur mère. Elle devrait être appréciée dans des conditions d'alimentation *ad libitum*. A notre connaissance, seules quelques études anciennes ont été réalisées en race laitière sur de tels veaux, qui n'ont pas montré de croissance retardée après la naissance (Joubert, 1954 ; Ridler *et al.*, 1963). Mais les résultats obtenus sur ovins indiquent clairement que les agneaux hypotrophiés à la naissance ont un potentiel de croissance post-natale inférieur avant sevrage (allaitement artificiel *ad libitum*) ou après sevrage à celui d'agneaux de même type génétique et nés plus lourds (Tissier et Houssin, communication personnelle). De même, Hallford *et al.* (1976) notent une différence de gain de poids au cours de la période d'engraissement suivant le sevrage entre des veaux nés et allaités simples et des veaux nés et allaités jumeaux ; abattus à même poids, les compositions de leur carcasse étaient cependant très semblables.

## Conclusion.

Une réduction très sévère du niveau d'alimentation à la fin de la gestation peut réduire le poids à la naissance des veaux nés simples, leur viabilité périnatale et vraisemblablement leur potentiel de croissance ultérieur. Nos connaissances restent cependant limitées, concernant les mécanismes mis en jeu, le niveau tolérable de sous-

alimentation selon le niveau initial des réserves maternelles, ainsi que la nature de cette sous-alimentation.

Il conviendrait de déterminer dans quelle mesure les veaux nés hypotrophiés (issus de vaches sous-alimentées, de génisses, de naissances multiples) peuvent être considérés comme prématurés et quel est leur potentiel de production ultérieur : croissance des différents tissus, aptitude laitière, aptitude à se reproduire... Un modèle d'étude fructueux devrait utiliser la variation possible du nombre de veaux par portée qui est seule capable de provoquer des différences importantes de croissance *in utero* ; l'utilisation de la technique de transplantation d'œufs permettrait de réduire les influences strictement génétiques ; celle du déclenchement des mises-bas pourrait permettre d'éliminer l'effet de la durée de vie utérine.

D'un point de vue zootechnique cependant, le choix du niveau d'alimentation à la fin de la gestation (simple) se pose en termes différents selon l'orientation de la production : chez la vache laitière, en particulier à haut potentiel, la production en début de lactation est particulièrement sensible à l'état nutritionnel et conditionne en partie la production globale. L'élévation progressive du niveau des apports alimentaires au cours du dernier mois de la gestation 1) prépare surtout la vache à recevoir une ration à plus haute concentration nutritive au début de la lactation où les dépenses sont maximums et la capacité d'ingestion en général insuffisante pour les satisfaire pleinement, 2) accroît éventuellement le volume des réserves corporelles (ou limite leur mobilisa-

TABLEAU 2

Niveau d'alimentation énergétique des vaches allaitantes  
à la fin de la gestation (PETIT *et al.*, non publié)

	Expérience 1		Expérience 2	
Apports énergétiques par kg P <sup>0,75</sup> (kcal EM) <sup>(1)</sup>	147	121	127	107
Race des vaches .....	Charolaise, Salers et Aubrac		Salers	
Nombre de vaches .....	35	36	20	36
Durée expérimentale avant vêlage (j).....	82		92	
Poids avant expérience (kg) .....	623	625	607	597
Gain de poids en gestation (kg).....	42	35 **	29	16 **
Poids des veaux à la naissance (kg) .....	40,9	40,1	37,9	36,3
Production laitière hivernale (kg/j) <sup>(2)</sup> .....	10,0	9,2	9,8	9,5
Vaches ayant une activité ovarienne 2 mois après vêlage (p. 100) <sup>(3)</sup> .....	—	—	65	42
Vaches gestantes après 1 <sup>re</sup> insémination (p. 100) <sup>(4)</sup> .....	42	32	55	28 *
Taux de gestation global (p. 100) .....	91	84	95	89

<sup>(1)</sup> Alimentation individuelle à base de foins.

<sup>(2)</sup> Les vaches ont reçu environ 85 p. 100 de leurs besoins énergétiques au cours de la période hivernale de lactation (70 jours).

<sup>(3)</sup> Déterminé par les variations de la progestéronémie post partum.

<sup>(4)</sup> Première insémination 60 à 70 jours post partum après traitement hormonal pour la maîtrise de l'œstrus.

\*\* P < 0,05 \* P < 0,10.



tion partielle) avant la mise bas, ces réserves devant pouvoir pallier le déficit énergétique inévitable au cours des toutes premières semaines *post partum*. En revanche, chez les vaches allaitant leur veau, on recherche un niveau d'apports alimentaires minimum à la fin de la gestation, qui se situe souvent en période hivernale de faibles disponibilités alimentaires. Ce niveau minimum ne doit évidemment pas compromettre le nombre ni le poids de veaux sevrés par vêlage, mais la sous-alimentation à la fin de la gestation peut en certaines circonstances avoir comme premier effet d'allonger l'intervalle vêlage-fécondation (Wiltbank *et al.*, 1962) et de réduire le taux de gestation (Scales *et al.*, 1977) avant que ne soit modifié le poids du veau à la naissance ou la production laitière de la mère (tabl. 2).

4<sup>e</sup> Réunion du groupe Développement I.N.R.A.,  
Montpellier, 17-18 mai 1978.

### Références

- ARNETT D. W., HOLLAND G. L., TOTUSEK R., 1971. Some effects of obesity in beef females, *J. anim. Sci.*, **33**, 1129-1136.
- BELLOWS R. A., VARNER L. W., SHORT R. E., PAHNISH O. F., 1972. Gestation feed level, calf birth weight and calving difficulty. *J. anim. Sci.*, **35**, 185 (abst.).
- BERESKIN B., TOUCHBERRY R. W., 1967. Some effects of pregnancy on body weight and paunch girth. *J. Dairy Sci.*, **50**, 220-224.
- BLAXTER K. L., 1944. Cité par Blaxter, 1957.
- BLAXTER K. L., 1957. The effects of defective nutrition during pregnancy in farm livestock. *Proc. Nut. Soc.*, **16**, 52-58.
- BOND J., WILTBANK J. N., 1970. Effect of energy and protein on estrus, conception rate, growth and milk production of beef females. *J. anim. Sci.*, **30**, 438-444.
- BOWDEN D. M., 1974. Blood metabolites as indicators of energy status of cows, 59-62. In *6th Symp. on Energy Metabolism of farm animals*. MENKE K. H., LANTZSCH M. J., REICHL J. R., Stuttgart.
- CHRISTENSON R. K., ZIMMERMAN D. R., CLANTON D. C., JONES L. E., TRIBBLE R. L., SOTOMAYOR R., 1967. Effect of pre-calving energy levels on performance of beef heifers. *J. anim. Sci.*, **26**, 916 (abst.).
- CORAH L. R., DUNN T. G., KALTENBACH C. C., 1975. Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. *J. anim. Sci.*, **41**, 819-824.
- DRENNAN M. J., BATH I. H., 1976. Single-suckled beef production : 3. — Effect of plane of nutrition during late pregnancy on cow performance. *Ir. J. Agric. Res.*, **15**, 157-168. Single-suckled beef production : 4. — Effect of plane of nutrition during late pregnancy on subsequent calf performance. *Ir. J. Agric. Res.*, **15**, 169-176.
- ELEY R. M., THATCHER W. W., BAZER F. W., WILCOX C. J., BECKER R. B., HEAD H. H., ADKINSON R. W., 1978. Development of the conceptus in the bovine. *J. Dairy Sci.*, **61**, 467-473.
- EVERITT G. C., 1967. Prenatal development of uniparous animals, with particular reference to the influence of maternal nutrition in sheep, 131-157. In LODGE G. A., LAMMING G. E., *Growth and development of mammals*. Butterworths, London.
- FALK D. G., CHRISTIAN R. E., BULL R. C., SASSER R. G., 1975. Prepartum energy effects on cattle reproduction. *J. anim. Sci.*, **41**, 267 (abst.).
- FERRELL C. L., GARRETT W. N., HINMAN N., GRICHTING G., 1976. Energy utilization by pregnant and non-pregnant heifers. *J. anim. Sci.*, **42**, 937-950.
- FERRELL C. L., GARRETT W. N., HINMAN N., 1976. Growth, development and composition of the udder and gravid uterus of beef heifers during pregnancy. *J. anim. Sci.*, **42**, 1477-1489.
- FLATT W. P., MOE P. W., MOORE L. A., 1969. Influence of pregnancy and ration composition on energy utilization by dairy cows. *Proc. 4th Symp. on Energy Metabolism*. Oriel Press Ltd. Newcastle, EAAP Publ. 12, 123-138.
- FORBES J. M., 1970. Voluntary food intake of pregnant ewes. *J. anim. Sci.*, **31**, 1222-1227.
- FORBES J. M., 1971. Physiological changes affecting voluntary food intake in ruminants. *Proc. Nutr. Soc.*, **30**, 135-142.
- GARDNER R. W., 1969. Interactions of energy levels offered to Holstein cows prepartum and postpartum. 2. — Reproductive performance. *J. Dairy Sci.*, **52**, 1985-1987.

- GRAHAM N. Mc C., 1964. Energy exchanges of pregnant and lactating ewes. *Austr. J. agric. Res.*, **15**, 127-141.
- GRAHAM N. Mc C., WILLIAMS A. J., 1962. The effects of pregnancy on the passage of food through the digestive tract of sheep. *Austr. J. agric. Res.*, **13**, 894-900.
- HALLFORD D. M., TURMAN E. J., SELK G. E., WALTERS L. E., STEPHENS D. F., 1976. Carcass composition in single and multiple birth cattle. *J. anim. Sci.*, **42**, 1098-1113.
- HANSEN K. A., RAMSEY C. B., KLETT R. H., 1971. Energy levels for wintering cows fed liquid supplement. *Proc. Western Section Am. Soc. anim. Sci.*, **22**, 171-174.
- HENDERSON S. L., McCOY G. C., OLSON H. H., 1976. Dairy cow parturition : energy and exercise. *J. anim. Sci.*, **42**, 1341 (abst.).
- HENSELER G., JENTSCH W., SCHIEMANN R., WITTENBURG H., 1973. Die Verwertung der Futterenergie für die Milchproduktion. 6. — Der Energieumsatz von Hochleistungs Kühen in der Endphase der Trächtigkeit. *Arch. Tierernährung*, **23**, 353-384.
- HIGHT G. K., 1966. The effect of undernutrition in late pregnancy on beef cattle production. *N. Z. J. agric. Res.*, **9**, 479-490.
- HIGHT G. K., 1968a. Plane of nutrition effects in late pregnancy and during lactation on beef cows and their calves to weaning. *N. Z. J. Agric. Res.*, **11**, 71-84.
- HIGHT G. K., 1968b. A comparison of the effects of three nutritional levels in late pregnancy on beef cows and their calves. *N. Z. J. Agric.*, **11**, 477-486.
- HIRONAKA R., PETERS H. F., 1969. Energy requirements for wintering mature pregnant beef cows. *Can. J. anim. Sci.*, **49**, 323-330.
- HODGE P. B., ROWAN K. J., 1970. Effect of varying the plane of nutrition on the calving performance of Hereford heifers. *Proc. austr. Soc. anim. Prod.*, **8**, 410-414.
- JAKOBSEN P. E., 1956. Protein requirements for fetus-formation in cattle. *Congr. Int. Zootech.*, Madrid, Theme 5, 115-129.
- JAKOBSEN P. E., 1957. Proteinbehov og proteinsyntese ved fosterdannelse hos drovtyggere. *Forsøgslab. Kobenhavn Beretn.*, n° 299, pp. 190.
- JARRIGE R., PETIT M., TISSIER M., GUÉGUEN L., 1978. Reproduction, gestation et lactation, 229-243. In *Alimentation des ruminants*. Ed. INRA Publications (Route de Saint-Cyr), 78000 Versailles.
- JORDAN W. A., LISTER E. E., ROWLANDS G. J., 1968a. Effect of planes of nutrition on wintering pregnant beef cows. *Can. J. anim. Sci.*, **48**, 145-154.
- JORDAN W. A., LISTER E. E., ROWLANDS G. J., 1968b. Effect of varying planes of winter nutrition of beef cows on calf performance to weaning. *Can. J. anim. Sci.*, **48**, 155-161.
- JOUBERT D. M., 1954. The influence of winter nutritional depressions on the growth, reproduction and production of cattle. *J. agric. Sci.*, **45**, 5-66.
- JOURNET M., REMOND B., 1976. Physiological factors affecting the voluntary intake of feed by cows : a review. *Liv. Prod. Sci.*, **3**, 129-146.
- KORITNIK D. R., HUMPHREY W. D., DUNN T. G., KALTENBACH C. C., 1976. The role of maternal energy intake on ovine fetal development. *J. anim. Sci.*, **42**, 1568 (abst.).
- LAMBERTH J. L., 1969. The effect of pregnancy in heifers on voluntary intake, total rumen contents, digestibility and rate of passage. *Austr. J. exp. Agric. anim. Husb.*, **9**, 493-496.
- LASTER D. B., 1974. Factors affecting pelvic size and dystocia in beef cattle. *J. anim. Sci.*, **38**, 496-503.
- Mc CARRICK R. B., CROWLEY J. P., 1968. Nutrition of beef heifers during pregnancy and an 8-week lactation in a cow-heifer beef production system. *An Foras Talúntais, Anim. Prod. Res. Rep.*, 15-17.
- Mc GINTY D. D., RAY D. E., 1973. Precalving energy levels for beef cows. *J. anim. Sci.*, **36**, 1192 (abst.).
- MOE P. W., TYRRELL H. F., 1972. Metabolizable energy requirements of pregnant dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **55**, 480-483.
- MORRIS J. G., 1970. The survival feeding of pregnant and lactating beef cows on all-sorghum grain rations : the effects of two levels of grain and early weaning of the calves. *J. agric. Sci.*, **75**, 479-484.
- MOUSTGAARD J., 1959. Nutrition and reproduction in domestic animals. In COLE H. H., CUPPS P. T., *Reproduction in domestic animals* Vol. 1, 169-214, 1st ed., Acad. Press, New York.
- MOUSTGAARD J., 1969. Nutrition influences upon reproduction, 489-515. In COLE H. H., CUPPS P. T., *Reproduction in domestic animals*, 2nd ed., Acad. Press, New York.
- PETIT M., REMOND B., 1977. Note sur les variations du taux d'acides gras non estérifiés plasmatiques chez la vache à la fin de la gestation. *Ann. Zootech.*, **26**, 131-138.
- PINNEY D. D., STEPHENS D. F., POPE L. S., 1972. Lifetime effects of winter supplemental feed level and age at first parturition on range beef cows. *J. anim. Sci.*, **34**, 1067-1074.
- RATTRAY P. V., 1977. Nutrition and reproductive efficiency, 553-575. In COLE H. H., CUPPS P. T., *Reproduction in domestic animals*. 3rd ed., Acad. Press, New York.
- REID J. T., LOOSLI R. F., TRIMBERGER G. W., TURK K. L., ASDELL S. A., SMITH S. E., 1964. Causes and prevention of reproductive failures in dairy cattle. IV. — Effects of plane of nutrition during

- early life on growth, reproduction, production, health and longevity of Holstein cows. 1. — Birth to fifth calving. *Cornell Univ. agr. exp. Sta. Bull.* 987, Ithaca, New York.
- RIDLER B., BROSTER W. H., FOOT A. S., 1963. The growth rate of heifers in a dairy herd. *J. agric. Sci.*, **61**, 1-8.
- SCALES G. H., STEVENSON J. R., PLATT M. P., 1977. The influence of the pre and post-calving nutrition on beef cow and calf performance. *Proc. N. Z. Soc. anim. Prod.*, **37**, 97-102.
- SCHWARK H. J., OEHLER H., 1972. Die Geburtsmasse des Kalbes als Ergebnis des intrauterinen Wachstums und die Ursachen ihrer Variabilität. 2. — Mitteilung : Der Einfluß der Zwillings-trächtigkeit, der Abkalbnummer und des Erstkonzeptionsalters bzw. der Erstkonzeptionsmasse auf die Geburtsmasse beim Deutschen Schwarzbunten Rind. *Arch. Tierzucht*, **15**, 307-324.
- SMITHSON L., EWING S. A., RENBARGER B., 1966. Influence of level of nutrition of the dam on birth weight of beef calves. *J. anim. Sci.*, **25**, 909 (abst.).
- SWETT H. W., MATTHEWS C. A., FOHRMAN M. H., 1948. Development of the fetus in the dairy cow. *U.S.D.A. Tech. Bull.*, No 964.
- TASSEL R., 1967. The effects of diet on reproduction in pigs, sheep and cattle, V : Plane of nutrition in cattle. *Br. vet. J.*, **123**, 459-463.
- TUDOR G. D., 1972. The effect of pre and post-natal nutrition on the growth of beef cattle : 1. — The effect of nutrition and parity of the dam on calf birth weight. *Austr. J. agric. Res.*, **23**, 389-395.
- WALLACE L. R., 1948. The growth of lambs before and after birth in relation to the level of nutrition. *J. agric. Sci.*, **38**, 367-401.
- WILT BANK J. N., ROWDEN W. W., INGALLS J. E., GREGORY K. E., KOCH R. M., 1962. Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J. anim. Sci.*, **21**, 219-224.
- WILT BANK J. N., ROWDEN W. W., INGALLS J. E., ZIMMERMAN D. R., 1964. Influence of post-partum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *J. anim. Sci.*, **23**, 1049-1053.
- ZIMMERMAN J. E., POPE L. S., URBAN K., STEPHENS D. F., 1949. Effect of level of wintering upon the growth and reproductive performance of beef heifers. *Okla. agr. exp. Sta.*, MP 55, 66-72.
-