

Effets de la somatotropine bovine sur les performances des vaches laitières dans les conditions françaises d'élevage

De nombreuses expérimentations ont été réalisées pour quantifier l'effet de la somatotropine bovine sur les performances des vaches laitières. Cet article présente une étude détaillée des effets d'injections de BST sous forme retard : production et composition du lait, en relation avec la dose injectée et l'alimentation, variations de l'état corporel, reproduction et santé des animaux traités.

Les connaissances sur les effets de la BST - somatotropine bovine ou hormone de croissance - se sont rapidement accrues depuis 1985 en raison de sa production par les techniques de recombinaison génétique. Les études sur la BST ont en effet commencé au cours des années 30, en utilisant la BST hypophysaire plus ou moins purifiée. La nécessité d'extraire la BST à partir d'hypophyses prélevées dans les abattoirs a toutefois fortement limité le nombre

et la durée des études. Depuis les années 80, la production, par les techniques de génie génétique et de fermentation bactérienne, de BST recombinée a permis des études à long terme et à assez grande échelle, en injectant chaque jour le produit à chaque vache traitée. Depuis 1985, les progrès dans la préparation de formulations de BST à action prolongée (BST « retard ») ont permis d'expérimenter en injectant le produit tous les 14 ou tous les 28 jours. Les différentes firmes produisent des BST de structures moléculaires légèrement différentes et gardées confidentielles, et les excipients utilisés pour formuler la BST retard sont aussi du domaine privé.

Résumé

Vingt essais ont été réalisés en France sur 360 vaches recevant de la somatotropine (BST) retard tous les 14 ou 28 jours, à des doses correspondant à 24 ou 35 mg/j. Les données obtenues suggèrent, en première approximation, que l'effet de la BST retard sur la production laitière varie assez nettement selon la dose totale injectée chaque mois, et assez faiblement selon la fréquence d'injection (1 ou 2 fois par mois). Selon les conditions d'utilisation (dose et fréquence), les effets moyens ont été compris entre + 2,2 et + 3,7 kg de lait par jour avec des rations hivernales, et entre + 1,2 et + 2,3 kg de lait par jour au pâturage. Les réponses inférieures au pâturage pourraient être dues à la qualité de l'herbe, au stade de gestation ou à la durée du traitement.

La composition du lait n'est pas modifiée au pâturage chez des vaches en milieu de lactation. Il existe une tendance à la diminution du taux protéique (- 0,5 g/l environ) avec les rations hivernales distribuées lorsque le traitement à la BST est de 3 à 4 mois après le pic de lactation. Ces chiffres provisoires devront être réévalués sur la base d'un plus grand nombre d'essais et après dépouillement statistique approfondi. Outre ces valeurs moyennes, la production et la composition du lait fluctuent entre deux injections successives, de façon croissante lorsque s'accroît l'intervalle entre injections.

Les vaches traitées montrent aussi une diminution de leur note d'état corporel (- 0,3 point environ) lorsqu'elles reçoivent une ration hivernale au pic de lactation (ce qui peut entraîner un retard de fécondation non négligeable), ou lorsqu'elles sont au pâturage avec des quantités limitées de concentré. La variabilité de la réponse est très grande entre essais et entre vaches. Les données actuellement publiées ne permettent pas d'évaluer d'éventuels effets à long terme sur la santé et la carrière des animaux.

Une analyse de l'ensemble des résultats disponibles en septembre 1988 a été présentée à la Commission des Communautés Européennes (Chilliard 1988b), concernant 31 essais américains et 12 essais européens, dont 7 essais français. Il est apparu que les résultats obtenus dans les conditions européennes d'élevage sont sensiblement inférieurs à ceux obtenus outre-atlantique, ce qui justifie une étude plus détaillée de l'ensemble des résultats obtenus en France et disponibles au 1er janvier 1989.

Les résultats obtenus à l'étranger

1 / Effets à court terme

Les résultats de 18 essais d'une durée inférieure ou égale à 3 semaines (voir Chilliard 1988a), effectués après le pic de lactation avec des injections journalières, montrent un effet moyen de + 4,0 ($\pm 1,3$) kg de lait/j, avec des diminutions de l'ingestion de matière sèche (- 0,5 \pm 1,1 kg/j) et du bilan énergétique cal-

Tableau 1. Effets à court terme (5 à 21 j) de la BST sur les performances des vaches laitières en fonction de leur bilan énergétique calculé (BEC) (d'après Chilliard 1988 a).* Traité-témoin : moyenne (\pm écart-type).

BEC des vaches traitées (UFL/j)	Lait*		Taux butyreux* (g/l)	Taux protéique* (g/l)	Matière sèche ingérée* (kg/j)	BEC* (UFL/j)
	(kg/j)	(%)				
(1) 1,9 (\pm 0,8)	+ 4,5 (\pm 1,6)	+ 19,6 (\pm 7,9)	+ 0,8 (\pm 2,3)	- 0,8 (\pm 0,8)	- 0,2 (\pm 1,1)	- 2,2 (\pm 1,4)
(2) - 2,1 (\pm 2,3)	+ 3,5 (\pm 0,7)	+ 17,3 (\pm 8,6)	+ 3,1 (\pm 2,5)	- 2,1 (\pm 1,7)	- 0,8 (\pm 1,0)	- 2,8 (\pm 1,1)

(1) 9 essais, 47 vaches, BEC des vaches traitées > 0,6 UFL/j.

(2) 9 essais, 46 vaches, BEC des vaches traitées < 0,2 UFL/j.

Tableau 2. Effet de la dose et de la fréquence des injections de BST sur la production laitière. D'après la revue de Chilliard (1988b), sans tenir compte des données obtenues en France. Les données disponibles étaient exprimées soit en lait brut, soit en lait corrigé à 35 ou 40 g/l de taux butyreux.

Dose (mg/j)	10-15	20-27	31-50	11	23	34	36
Fréquence des injections (jours)	1	1	1	28	28	28	14
Nombre d'essais	16	20	13	7	8	8	11
Nombre de vaches traitées	190	300	158	80	88	87	379
Moyenne* (kg/j)	3,9	5,2	5,6	2,7	4,1	4,8	4,6
Ecart-type	2,1	2,1	2,4	1,5	1,1	1,4	2,0

* (traité-témoin), moyenne pondérée par le nombre de vaches traitées.

Pendant les premières semaines de traitement, les quantités ingérées augmentent moins vite que la production laitière. Si la ration a une teneur en énergie trop faible ou si le traitement est de courte durée, les vaches seront en moins bon état corporel à la fin du traitement.

culé (- 2,5 \pm 1,2 UFL/j). La réponse en lait était plus faible pendant les 2 premiers mois de lactation qu'après le pic de lactation.

Les effets sur la composition du lait dépendent du bilan énergétique des vaches traitées (tableau 1) : peu de variation avec la BST si le bilan reste positif, mais augmentation du taux butyreux (+ 3 g/l) et diminution du taux protéique (- 2 g/l) si le bilan devient négatif. Ce phénomène est analogue à ce qui est observé chez des vaches non traitées en bilan négatif (cf Journet et Chilliard 1985, Rémond 1985).

2 / Effets à long terme

(voir Chilliard 1988b)

a / Production et composition du lait

Avec des injections journalières les effets obtenus dans 13 à 20 essais avec des doses croissantes de BST varient de + 3,9 à + 5,6 kg de lait/j (tableau 2), mais avec des réponses très variables entre essais (de 0 à + 11 kg/j). L'injection de BST retard tous les 14 ou 28 jours donne des résultats inférieurs (d'environ 15-30 %, à dose totale comparable). La fréquence d'injection modifie peu le résultat si la dose journalière moyenne est la même (tableau 2). La variabilité des réponses entre troupeaux ou essais (comprises entre + 1 et + 8 kg/j) est, là encore, très élevée.

La composition du lait n'a pas varié en moyenne sur les périodes d'études, mais a montré des fluctuations plus ou moins impor-

tantes durant l'intervalle de temps séparant deux injections de BST retard (ce point est développé plus loin).

L'effet de la BST retard sur la courbe de lactation est illustré par la figure 1. Dans cet essai, représentatif de la tendance générale, les vaches ont reçu la même ration, à base de fourrages conservés, pendant toute la lactation. On observe une réponse immédiate de la production laitière (+ 4,5 kg/j), qui diminue légèrement au cours de la période de traitement pour atteindre + 2,5 kg/j pendant les dernières semaines.

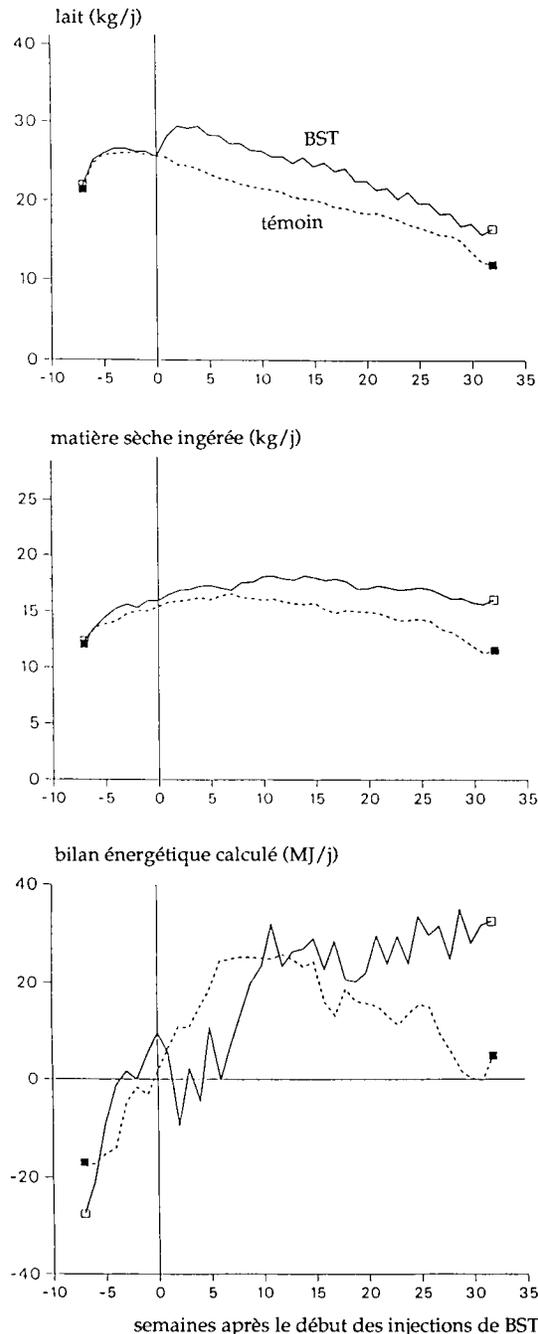
b / Ingestion de la ration et bilan énergétique des animaux

L'ingestion n'augmente significativement qu'après un délai de 6 à 8 semaines (figure 1). Les augmentations sont d'environ + 1,5 kg MS/j dans les essais qui durent 32 semaines.

Elles sont seulement d'environ + 0,8 kg MS/j dans les essais qui ne durent que 18 semaines, en raison du poids plus important des 6-8 premières semaines dans la réponse moyenne, et éventuellement d'autres facteurs (fréquence des injections, régimes alimentaires, etc).

Il résulte de ces évolutions respectives de la production laitière et de l'ingestion de matière sèche, que les vaches traitées sont tout d'abord en bilan énergétique plus faible que les vaches témoins (figure 1). Dans la deuxième phase du traitement elles sont toutefois en mesure d'inverser la tendance, tout au moins lorsqu'elles

Figure 1. Effets de la BST retard (500 mg tous les 14 jours) sur la production, la consommation et le bilan énergétique de vaches recevant une ration complète à volonté (Phipps 1987).



disposent d'une ration très ingestible à haute valeur nutritionnelle (bons fourrages et proportion élevée de concentré). Dans 8 essais portant sur 315 vaches traitées, et recevant ce type de régime, le bilan énergétique par rapport au lot témoin a été inférieur de 1,2 UFL/j pendant les 12 premières semaines de traitement, et a été supérieur de 0,7 UFL/j pendant les 22 dernières semaines. Ceci correspond théoriquement à un dépôt de lipides corporels diminué de 19 kg en 12 semaines, avec rattrapage pendant les 22 semaines suivantes.

Les mécanismes d'action de la BST

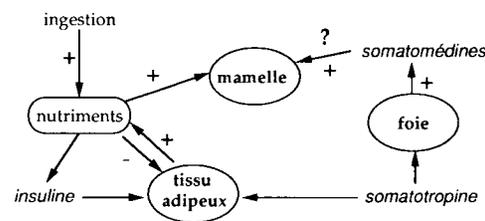
La somatotropine bovine (= BST), ou hormone de croissance (= GH = growth hormone), est un polypeptide sécrété par l'hypophyse. Outre ses effets stimulants sur la croissance osseuse et l'anabolisme protéique, on connaît depuis plusieurs décennies ses effets galactopoïétiques, c'est-à-dire l'augmentation de la production laitière au cours d'une lactation déjà établie.

L'effet déterminant de la BST s'exerce sans doute au niveau du tissu mammaire. Cet effet est toutefois indirect, car la BST n'agit pas sur le tissu mammaire isolé in vitro, ni in vivo lorsqu'elle est infusée dans la mamelle. La BST stimule en réalité la production de messagers, tels que les somatomédines (= IGFs = Insulin like Growth Factors) produites par le foie et différents tissus qui sont probablement à l'origine de la plupart des effets anaboliques de la BST : croissance osseuse et musculaire, synthèse des constituants du lait, réduction du catabolisme azoté.

On sait que la sous-alimentation réduit la synthèse des somatomédines, ce qui explique peut-être que les réponses à la BST soient plus faibles chez un animal sous-alimenté.

Par ailleurs, la BST accroît l'effet des hormones lipolytiques sur les tissus adipeux, et freine l'effet lipogénique de l'insuline, ce qui permet d'augmenter l'apport de substrats énergétiques nécessaires à la mamelle, et la participation des lipides corporels dans le métabolisme intermédiaire. Il en résulte une substantielle épargne de glucose (plus de la moitié du besoin supplémentaire de la mamelle).

La réponse du niveau d'ingestion aux injections de BST est limitée par la lenteur des adaptations digestives propres aux ruminants, et n'intervient que plus tardivement. Elle est stimulée par le drainage des nutriments par la mamelle et par d'autres modifications métaboliques.



La somatotropine exogène permet un accroissement important du niveau de production laitière par le biais de modifications coordonnées du métabolisme dans l'ensemble des tissus et organes de la vache (d'après Peel et Bauman 1987, Chilliard 1988a, Mc Bride *et al* 1988).

Ceci est confirmé, en moyenne sur l'ensemble des résultats disponibles, par les évolutions de composition corporelle (estimée à l'aide de l'eau lourde), de poids vif, de notes d'état corporel et de métabolites sanguins. Il faut toutefois souligner que lorsque la ration a une teneur plus faible en énergie, ou lorsque les traitements durent moins de 32 semaines, les vaches traitées sont en moins bon état corporel à la fin de l'expérience, et devront recevoir ulté-

Tableau 3. Récapitulatif (au 01.01.1989) des essais BST retard en France.

PR = Pie Rouges ; NO = Normandes ; * = Résultats provisoires ; ** = Période hivernale seulement ; NC = Non communiqué

Dose (mg/j)	Essais	N. vaches traitées	Semaines BST	Semaines R. Hiv. (a)	Lait (kg/j)		T. BUT. (g/l) B-T	T. PROT. B-T	Etat CORP B-T (c)	Concentré (kg/j)	
					T	B-T (b)				T	B-T
23 ou 25	1	10	24	24	24,8	2,7	0,1	0,5	-0,3	4,9	0,4
	2	12	20	8	21,0	1,2	-0,1	-0,2	0,0	3,3	0,0
	3	32	16	16	27,1	2,7	1,2	-0,8	-0,1	6,2	0,0
	4	10	12	0	16,3	0,1	-0,4	0,2		1,2	0,1
	5PR	16	20	8	17,7	1,3	-1,2	-0,3		2,2	0,2
	6*	12	28	12	24,6	2,8	0,3	-0,4			
	7NO	20	24	8	17,0	1,6	-1,8	-1,0		1,9	0,3
	8*	23	32	12	18,7	2,0	0,0	0,0	-0,3	2,6	0,4
	9*	14	32	10	23,3	0,9	-0,2	-0,5	-0,5		
	10PR*	10	32	12	18,9	1,9	0,7	-0,5	-0,7		
	11*	14	32	18	23,9	1,7	-0,6	-0,2			
Moyenne (d)		16	24		21,2	1,8	-0,1	-0,4	-0,3		
Ecart-type		7	7		3,7	0,9	0,9	0,4	0,2		
34 ou 36	1	7	24	24	24,8	2,2	0,4	-0,1	-0,4	4,9	0,8
	4	10	12	0	16,3	0,4	1,7	1,2		1,2	0,0
	12	29	32	32	23,0	3,9	-0,8	-0,5	-0,3	nc	nc
	13	19	32	32	24,0	4,1	1,5	0,1	0,1	nc	nc
	14	15	12	0	23,1	4,1	0,1	0,1	-0,2	2,8	0,0
	15PR	15	12	0	21,1	2,0	2,3	-0,3		2,8	0,0
	16	15	12	0	20,3	2,2	1,8	1,0	-0,3	2,2	0,1
	17PR	14	12	0	19,2	2,6	1,4	0,1	-0,1	2,9	0,0
	18	20	12	0	23,4	1,6	0,9	0,5	-0,6	2,2	0,2
	19NO	19	30	11	16,0	3,1	0,7	0,7		3,5**	1,0**
	20	24	33	10	19,2	2,1	-0,4	0,0	-1,0	3,9**	0,1**
Moyenne (d)		17	22		21,0	2,7	0,7	0,2	-0,3		
Ecart-type		6	10		3,0	1,2	1,0	0,5	0,4		

(a) Période d'alimentation à l'étable avec une ration à base de fourrages conservés.

(b) Lot BST - Lot témoin.

(c) Note d'état corporel (échelle de 0 à 5).

(d) Moyenne pondérée par le nombre de vaches traitées dans chaque essai, et écart-type inter-essais.

rieurement un supplément d'énergie pour arriver au vêlage suivant dans un état comparable.

c / Efficacité d'utilisation de la ration

Les études effectuées en chambres respiratoires et les essais zootechniques montrent que la BST ne modifie ni le besoin d'entretien ni l'efficacité d'utilisation digestive et métabolique de l'énergie ingérée lorsque les vaches sont maintenues à poids vif et état corporel constants (voir aussi Kirchgessner *et al* 1989). Le besoin énergétique total augmente donc normalement avec le supplément de lait produit et correspond aux recommandations habituelles de l'INRA.

Le rapport « lait produit/énergie nette ingérée (UFL) » augmente en fonction de la diminution de la part du besoin d'entretien (fixe) dans le besoin total (qui augmente), soit + 2,6 % ou + 4,4 % pour des réponses en lait de + 2 ou + 4 kg/j, respectivement. Lorsque l'efficacité apparente augmente plus fortement, c'est en raison d'une diminution de l'état corporel des vaches traitées par rapport aux témoins, qui devra être récupéré après le traitement.

d / Réponses en fonction du numéro de lactation et du potentiel de production

La réponse des primipares (en kg de lait par jour) a été comparable à celle des multipares dans 5 essais, et inférieure dans 5 autres essais. Lorsque les chercheurs ont voulu analyser la réponse en fonction du potentiel du troupeau ou des vaches individuelles, ils ont observé soit une absence de relation (3 études), soit une réponse inférieure chez les plus fortes productrices (2 études).

Les résultats obtenus en France

1 / Les essais

Le dossier qui nous a été confié comportait les résultats de 20 essais effectués en France sur 360 vaches traitées avec la BST retard. Un autre essai a été effectué avec la BST en injections journalières - il ne sera pas utilisé dans ce qui suit - il confirme, sur 14 vaches traitées recevant une ration hivernale pendant 30 semaines, les tendances observées à l'étranger

(réponse égale à 69 % de la réponse moyenne obtenue avec le même traitement à l'étranger, cf tableau 2).

Les résultats proviennent d'essais réalisés avec 3 sortes de BST retard, et les fréquences d'injection ont été soit de 14, soit de 28 jours. Pour une même dose totale, les résultats sont voisins avec ces 2 fréquences d'injection si l'on compare d'un côté 5 essais sur 77 vaches, et de l'autre 6 essais sur 96 vaches. Ceci a aussi été confirmé dans le même essai (mêmes conditions expérimentales) par Vérité *et al* (1989).

Pour cette raison, les résultats seront présentés en fonction de la dose moyenne injectée quotidiennement, sans tenir compte de la fréquence d'injection (sauf pour les fluctuations de composition du lait, cf 4). Il faut toutefois souligner la nécessité de disposer d'un plus grand nombre de comparaisons directes des 2 fréquences d'injections pour conclure avec certitude sur leurs effets respectifs.

Cinq essais ont été réalisés sur des troupeaux INRA, 3 essais ont été réalisés par l'Enseignement Supérieur Agronomique, 8 essais par l'ITEB (dont 5 essais conduits au pâturage, et dépouillés par Bertrand *et al* 1989), et 4 essais proviennent de troupeaux privés. Onze essais ont été réalisés dans des troupeaux expérimentaux, et 9 en fermes commerciales (la plupart ont été choisies parmi les troupeaux adhérents au contrôle laitier, ayant un bon niveau de production et un bon état sanitaire, une taille supérieure à 50 vaches et une bonne maîtrise de la production fourragère). Les consommations individuelles des vaches en période hivernale ne sont connues que dans 4 essais réalisés à l'INRA. L'Ouest, l'Est, le Sud-Ouest, le Sud-Est et le Centre de la France sont représentés. Quinze essais ont été réalisés sur vaches de race Pie-noire, 4 sur Pie-rouge (dont 2 sur Montbéliarde), et 2 sur Normande.

Treize essais ont duré au moins 20 semaines, et 6 essais de courte durée (12 semaines) n'ont concerné que la période de pâturage (tableau 3).

La plupart des essais comparent 2 lots d'animaux : lot BST et lot témoin (recevant éventuellement un placebo). Quelques essais comparent plusieurs doses de BST ou fréquences d'injections (n° 1, 3, 4), ou étudient les interactions entre la BST et la nature de la ration (n° 3, 20).

Tableau 4. Résultats obtenus en alimentant les vaches à l'étable, avec une ration à base de fourrages conservés

Dose BST (mg/j)		Lait (kg/j %)	TB (g/l)	TP (g/l)	MSI (kg/j)	BEC UFL/j	Variation de note d'état
24	Nombre d'essais	10	9	9	4	3	3
	Nombre de vaches traitées	159	134	134	79	54	54
	Réponse* :						
	Moyenne	+ 2,2 (+ 9 %)	+ 0,1	- 0,6	+ 0,2	- 0,7	- 0,2
	Ecart-type	± 0,7 (± 3 %)	± 1,0	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,1
35	Nombre d'essais	5	5	5	5	4	4
	Nombre de vaches traitées	91	91	91	91	73	70
	Réponse* :						
	Moyenne	+ 3,7 (+ 17 %)	- 0,2	- 0,4	+ 0,6	- 0,9	- 0,2
	Ecart-type	± 1,4 (± 9 %)	± 1,2	± 0,4	± 0,6	± 0,8	± 0,2

* Lot BST - lot témoin, moyenne pondérée par le nombre de vaches, ± écart-type inter-essais (les chiffres entre parenthèses sont les réponses en % du lot témoin) - TB, TP, MSI, BEC = taux butyreux et protéique, matière sèche ingérée, bilan énergétique calculé.

Dans la plupart des essais de longue durée (plus de 20 semaines), on a étudié successivement une alimentation hivernale puis une période de pâturage. En période hivernale, toutes les rations étaient à base d'ensilage de maïs distribué à volonté (avec d'autres fourrages en quantités limitées dans les essais 5, 7, 9, 10, 11, 12, 13 et 19). Le concentré était distribué en fonction du niveau de production laitière, avec des rythmes d'apport variables selon les essais (voir plus loin), mais représentatifs des pratiques habituelles en France.

Les mesures et contrôles effectués et communiqués avec le dossier sont très hétérogènes entre essais, ce qui ne permet pas un dépouillement de tous les paramètres sur un nombre important d'essais et de vaches. Par ailleurs, certains résultats (5 essais) sont provisoires. Il en découle que les tendances rapportées doivent être considérées avec la plus grande prudence, et sont susceptibles d'être revues lorsque tous les résultats seront publiés et analysés statistiquement.

2 / Résultats globaux

Les conditions expérimentales et résultats principaux des 20 essais sont décrits dans le tableau 3, en séparant les 2 doses utilisées. Soulignons en premier lieu la grande variabilité entre troupeaux des réponses moyennes : de 0 à + 3 kg/j pour 24 mg/j de BST retard, et de 0 à + 4 kg/j pour 35 mg/j. Les 2 doses ont été étudiées sur des effectifs et pendant des durées comparables.

Les résultats moyens sont de + 1,8 kg/j de lait avec 24 mg de BST/j et + 2,7 kg/j avec 35 mg, sans modifications importantes de la composition du lait, mais avec une tendance fréquente à la diminution de la note d'état corporel. Le rapport des réponses obtenues avec les deux doses est de 0,67 dans les essais français, alors qu'il était de 0,85 à 0,93 dans les essais réalisés à l'étranger (cf tableau 2).

a / en période d'alimentation hivernale

Avec la dose de 24 mg/j (tableau 4), la réponse en lait est de 2,2 (± 0,7) kg/j dans 10 essais pendant 13 semaines en moyenne, avec une diminution de 0,6 g/l du taux protéique.

L'effet de la BST varie avec la dose injectée : en moyenne + 1,8 kg lait/j avec l'équivalent de 24 mg BST/j et + 2,7 kg lait/j avec l'équivalent de 35 mg BST/j.

Dans 4 essais où l'ingestion a été contrôlée, l'ingestion de la ration totale a augmenté de 0,2 kg de MS/j par rapport au témoin, et le bilan énergétique a diminué (- 0,7 UFL/j), ainsi que le poids vif (- 10 kg dans 6 essais sur 102 vaches).

Avec la dose de 35 mg/j (tableau 4), la réponse moyenne dans 5 essais est de 3,7 kg/j ($\pm 1,4$ kg) pendant 23 semaines en moyenne. On observe simultanément une baisse du taux protéique (- 0,4 g/l) et du bilan énergétique (- 0,9 UFL/j), l'ingestion ayant augmenté de 0,6 kg MS/j. Il n'a malheureusement pas été possible de connaître les quantités de concentré distribuées dans 2 des essais ayant conduit aux réponses les plus élevées (n° 12 et 13).

Dans 6 troupeaux d'Europe du Nord (2 aux Pays Bas, 2 en Angleterre, 2 en Allemagne) recevant des rations riches en concentrés et 35 mg/j de BST retard, la réponse moyenne est de + 3,8 ($\pm 0,8$) kg/j (cf Chilliard 1988b, Lebzien *et al* 1989).

b / au pâturage

Avec la dose de 24 mg/j, la réponse moyenne dans 9 essais est de 1,2 kg de lait/j ($\pm 0,7$ kg) (tableau 5) pendant 13 semaines en moyenne. Le taux butyreux diminue de 0,6 g/l mais le taux protéique ne varie pas.

Avec la dose de 35 mg/j, la réponse moyenne dans 8 essais est de 2,3 kg de lait/j ($\pm 1,1$ kg) (tableau 5) pendant 14 semaines en moyenne. Le taux butyreux augmente de 1,0 g/l et le taux protéique de 0,3 g/l, alors que la note d'état corporel tend à diminuer (- 0,4 point).

L'augmentation du taux butyreux est plus nette au début des périodes d'injection (6

semaines environ), dans les essais qui débutent au pâturage. Ceci correspond probablement à une sous-alimentation énergétique, avant que l'ingestion d'herbe n'augmente.

Dans la plupart des essais conduits au pâturage les animaux ont reçu un complément de fourrages conservés (généralement de l'ensilage de maïs). Malgré cela, on constate des diminutions de note d'état corporel, y compris dans les essais de longue durée (n° 8, 9, 10, 20, tableau 3). La reconstitution des réserves est donc probablement plus difficile au pâturage qu'avec un régime ensilage de maïs distribué toute l'année. Dans les conditions françaises où le pâturage est le système d'affouragement estival le plus fréquent, un traitement à la BST pourrait se traduire par un amaigrissement des vaches vèlant à l'automne, à moins qu'elles ne reçoivent des suppléments d'ensilage de maïs ou d'aliments concentrés en fin de lactation, voire après le tarissement.

3 / Variations de composition corporelle

Des estimations de la composition corporelle ont été effectuées en utilisant l'eau lourde dans trois essais INRA (n° 1, 2 et 20). Les résultats de deux essais sont actuellement disponibles (tableau 6). Ils montrent que les vaches traitées mobilisent plus, ou déposent moins, de lipides corporels que les vaches témoins, avec un régime hivernal ou au pâturage. Ces résultats sont pour l'essentiel en accord avec les évolutions des notes d'état corporel, des bilans énergétiques calculés, et des teneurs en acides gras non estérifiés plasmatiques.

4 / Fluctuation de la réponse entre 2 injections

A la suite de chaque injection mensuelle, on assiste à des réponses cycliques de la production et de la composition du lait, avec généralement un maximum de production laitière et de taux butyreux entre 5 et 10 jours après chaque injection, alors que le taux protéique est minimum dès le lendemain et pendant une semaine environ, puis augmente au cours de la semaine suivante (figure 2). L'accroissement du taux butyreux est parallèle à une élévation du taux plasmatique d'acides gras non estérifiés, et suit celui de la production laitière. Il s'accompagne d'un enrichissement de la matière grasse du lait en acides gras à longue chaîne (stéarique et surtout oléique) provenant des lipides corporels (cf Vérité *et al* 1989, Chilliard 1988b). La diminution du taux protéique (et de l'urémie sanguine), qui précède l'augmentation de production laitière est difficile à expliquer par un effet de dilution (lait) ou de sous-alimentation (animal). Elle pourrait être liée à l'effet d'épargne azotée de la BST sur les protéines corporelles et l'oxydation des acides aminés (cf Chilliard 1988a), ce qui serait compatible avec l'augmentation du taux protéique en fin de cycle, lorsque la production laitière diminue rapidement.

L'amplitude des variations de composition du lait peut être importante dans le cas d'injections tous les 28 jours : de 2 à 5 g/l pour le taux butyreux et de 1 à 2 g/l pour le taux protéique (cf figure 2 et autres essais). La réponse en lait

La réponse à l'injection de BST évolue rapidement : la quantité de lait est augmentée pendant les 10 premiers jours qui suivent chaque injection, puis elle diminue. Les taux butyreux et protéique varient aussi pendant la même période, avec des amplitudes qui peuvent être importantes.

Figure 2. Evolution journalière de la production et de la composition du lait après des injections mensuelles de BST retard (Vérité *et al* 1989, essai 2). La valeur 100 représente la moyenne des valeurs observées durant les jours - 7 à - 1 et + 22 à + 28 au cours de 5 périodes d'injection.

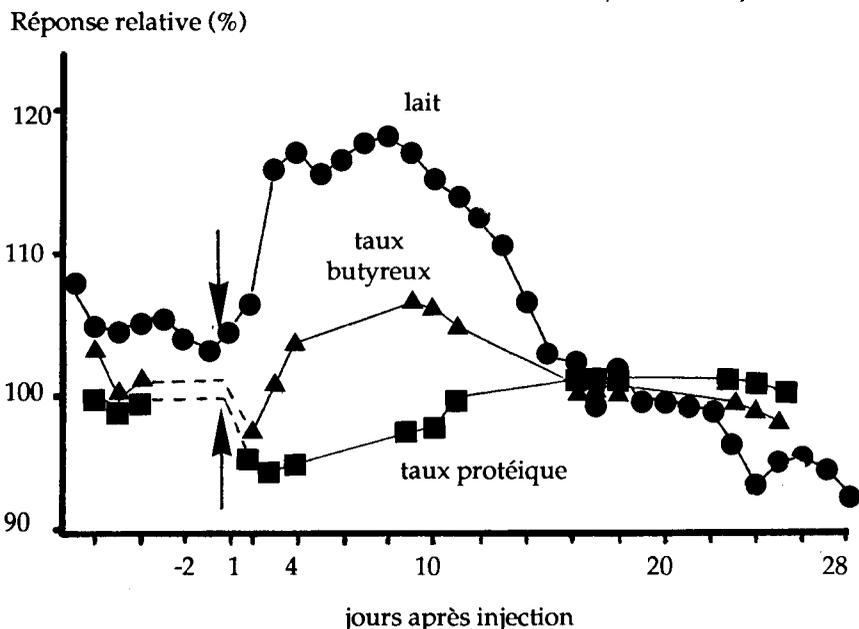


Tableau 5. Résultats obtenus au pâturage.

Dose BST (mg/j)		Lait (kg/j (%))	TB (g/l)	TP (g/l)	Variation de note d'état
24	Nombre d'essais	9	8	8	1
	Nombre de vaches traitées	143	105	105	12
	Réponse* :				
	Moyenne	+ 1,2 (+ 6 %)	- 0,6	- 0,1	+ 0,2
	Ecart-type	± 0,7 (± 4 %)	± 0,9	± 0,2	
35	Nombre d'essais	8	8	8	5
	Nombre de vaches traitées	138	138	138	88
	Réponse* :				
	Moyenne	+ 2,3 (+ 11 %)	+ 1,0	+ 0,3	- 0,4
	Ecart-type	± 1,1 (± 5 %)	± 0,8	± 0,5	± 0,2

* Voir tableau 4.

Tableau 6. Variations de composition corporelle des vaches traitées par la BST (35 mg/j) (Vérité et Chilliard non publié, Chilliard et al 1989 et non publié).

Les résultats sont exprimés par différence avec le lot témoin (7 et 12 vaches par lot, dans les essais 1 et 20, respectivement). La variation de lipides corporels est estimée en utilisant la méthode de l'eau lourde.

Essai Régime Durée (semaines)	N° 20		
	N° 1 Hivernal 24	Hivernal 12	Pâturage 19
Lait (kg/j)	+ 2,2	+ 2,7	+ 2,0
Bilan énergétique calculé (UFL/j)	- 0,6	- 1,6	-
Variation de note d'état corporel	- 0,2	- 0,4	- 0,5
Variation de lipides corporels (kg)	- 4,2	- 12	- 13

diminue fortement après la deuxième semaine et devient très faible en quatrième semaine, ce qui suggère que l'activité des formes de BST retard disponibles actuellement n'est pas constante durant la période qui sépare deux injections successives.

Les mêmes phénomènes cycliques existent, mais avec une moindre amplitude, dans le cas d'injections d'une demi-dose tous les 14 jours, c'est-à-dire pour une dose mensuelle totale comparable (Phipps 1987 et figure 1, Rémond et al 1988 - essai n° 20, Vérité et al 1989 et non publié - essai n° 3, Bertrand et al 1989).

Les conséquences éventuelles des fluctuations de composition à l'échelle d'un troupeau sur la composition des laits collectés à l'échelle de micro-régions et/ou des unités de transformation de l'industrie laitière, devront être analysées par ailleurs en fonction du pourcentage de vaches traitées et de leur stade de lactation. Il en est de même pour la fréquence souhaitable des contrôles de qualité au niveau du tank de ferme en vue du paiement à la richesse en matières grasses et protéiques.

5 / Discussion des résultats de production

● Il n'est pas possible d'estimer d'éventuelles variations de la réponse à la BST selon la race et le numéro de lactation, compte tenu du faible nombre d'essais disponibles, et réalisés dans des conditions non comparables. Dans 3 essais (n° 1, 5 et 11), la réponse des multipares tendait à être supérieure à celle des primipares, mais dans 3 autres (n° 7, 19, 20), elle était inférieure ou égale.

● Il existe une grande variabilité des réponses (cumulées entre 2 injections) entre individus. Les valeurs individuelles sont difficiles à estimer pour des raisons méthodologiques liées à la difficulté de prendre en compte la persistance de la production laitière qu'aurait eu le même animal non traité. On peut donner une fourchette approximative de 0 à + 7 kg/j, pour une réponse moyenne de 3,5 kg/jour.

L'analyse de la variabilité individuelle a été effectuée dans les essais n° 1, 2 et 3, où les injections ont eu lieu tous les 28 jours, ce qui permet d'évaluer la réponse maximum de chaque vache par rapport à la semaine précédant chaque injection (voir par exemple figure 2). Il apparaît alors que la réponse est répétable pour une même vache, intra- et inter-lactation (Vérité et al 1989 et non publié). La moitié environ de la variance intra-lactation de la réponse maximum est en effet expliquée par l'effet individuel.

Il ne semble pas y avoir de lien entre la réponse d'une vache et son potentiel laitier antérieur au traitement. Ces différents résultats devront toutefois être confirmés sur de grands effectifs, en tenant compte des effets troupeaux, alimentation, stade de lactation, etc.

● Les réponses plus faibles au pâturage qu'avec les rations hivernales peuvent s'expliquer soit par le stade de lactation (ou de gestation) plus avancé, soit par un effet saison ou environnement, soit par un effet nutritionnel, soit par une diminution du potentiel de réponse lorsque le traitement se prolonge, ou par plusieurs de ces facteurs à la fois.

Les effets du stade de lactation et de la saison paraissent peu probables car lorsque des traite-

ment commencent à différents stades après le pic de lactation les réponses (kg/j) sont comparables (cf Chilliard 1988 a et b).

On peut donc penser à un effet de l'environnement (activité des animaux, etc) ou à une diminution du potentiel de réponse (lié éventuellement au tissu mammaire, au stade de gestation, ou à la nécessité de reconstituer des réserves corporelles). Ceci concerne en particulier la dose de 24 mg/j, avec laquelle les périodes pâturage faisaient suite à plusieurs mois de traitement BST, alors qu'avec la dose 35 mg/j, 6 essais sur 8 ont commencé directement au pâturage.

● Une interaction entre la BST et le niveau des apports nutritifs est souvent avancée pour expliquer les résultats inférieurs obtenus en France comparativement aux résultats obtenus aux USA, mais les données disponibles ne confirment pas toutes cette hypothèse. On ne dispose malheureusement pour estimer cette interaction que de comparaisons entre essais différents, ou entre périodes différentes d'un même essai, où toutes les conditions ne sont pas égales par ailleurs, ce qui limite très fortement la portée des hypothèses que l'on peut faire à partir de ces comparaisons.

Ainsi les réponses obtenues aux USA avec des rations complètes en mélange à hautes teneurs énergétique et azotée sont plus élevées (+ 5,3 ± 2,0 kg/j, dans 10 essais, cf Chilliard 1988b), qu'avec les rations hivernales utilisées en France, (tableaux 4 et 5) avec distribution séparée du fourrage et du concentré, lequel est distribué en quantités limitées (cf tableau 3).

Dans 2 essais réalisés en France au pâturage (n° 5 et 19), on observe une diminution des réponses lors de perturbations climatiques ou de manque d'herbe en période estivale. Dans l'essai n° 19 (Lossouarn 1988), la réponse sur 17 vaches recevant de l'ensilage de maïs et pâturant une herbe de premier cycle, pendant 4 semaines, était de 4,2 kg/j. Cette réponse chute à 2,7 kg lors de la période suivante (25 vaches, 9 semaines) alors que les animaux ne recevaient plus d'ensilage et qu'une baisse de température freinait la pousse de l'herbe. Pendant la période suivante où l'herbe poussait correctement et où les vaches recevaient à nouveau de l'ensilage, la réponse n'a que peu augmenté et s'est stabilisée à 2,8-2,9 kg. Lors de la rentrée à l'étable en fin de lactation (16 vaches, 6 semaines en moyenne avant le tarissement), la réponse est devenue très faible (0,7 kg/j) malgré un niveau très élevé d'ingestion d'une ration de bonne qualité. Par ailleurs, l'absence de réponse dans l'essai n° 4 pourrait aussi être liée en partie à des conditions climatiques défavorables pour le pâturage.

Par contre, lors des 5 essais au pâturage réalisés par l'ITEB (n° 14 à 18), les vaches traitées recevaient la même quantité de concentré que les vaches témoins, bien que produisant plus de lait. Les réponses (de + 1,6 à + 4,1 kg/j) ne sont pas clairement liées aux différents facteurs nutritionnels connus différenciant les troupeaux. La réponse la plus faible a toutefois été obtenue dans un troupeau ne recevant pas

d'ensilage en complément de l'herbe, et en état corporel initial médiocre.

On peut également remarquer que dans la majorité des essais au pâturage (10 cas sur 16) les animaux recevaient un complément de fourrages conservés (généralement de l'ensilage de maïs) qui aurait dû compenser en partie les éventuelles insuffisances du pâturage. Par ailleurs, dans l'essai n° 19, le retour à une alimentation correcte n'a pas permis d'augmenter les réponses. D'autre part, la réponse moyenne de + 3,8 kg/j obtenue dans 6 troupeaux d'Europe du Nord avec 35 mg de BST/j et des rations hivernales riches en concentrés est du même ordre de grandeur que ce qui est observé dans les conditions françaises, avec généralement moins de concentré. Au sein des essais français on ne met pas en évidence de lien entre le rythme d'apport du concentré au lot témoin et la réponse à la BST.

Lebzien *et al* (1989) rapportent une réponse à 24 mg/j de BST retard égale à + 2,0 kg/j dans un essai où le concentré était limité, et de + 3,6 kg l'année suivante avec une distribution plus libérale. Ceci n'est toutefois pas confirmé par Vérité *et al* dans les essais n° 1 et 2, où la réponse est plus faible (2,0 vs 2,7 kg) avec le régime hivernal ayant la distribution la plus libérale d'aliment concentré.

● En fait, le problème qui reste à résoudre est de montrer par des expériences comparant différents traitements nutritionnels quelle est l'importance réelle du facteur nutritionnel. Lors de quelques essais à court terme réalisés à l'étranger, il n'y a généralement pas eu de meilleure réponse à la BST en supplémentant l'animal en glucose, en acides aminés, en iso-acides ou en matières grasses (cf Chilliard 1988b). Dans les essais à long terme on connaît actuellement 3 comparaisons effectuées à l'étranger et 2 en France (tableau 7).

Dans trois essais où le niveau de concentré a été accru, on note une seule interaction positive avec la BST, dans le cas d'un régime à base d'ensilage de luzerne (Tessmann *et al* 1988). Lors de l'essai réalisé à Theix avec un ensilage de maïs d'ingestibilité moyenne (17 kg de MS de ration totale ingérée pour 25 kg de lait/j), un apport supplémentaire de 2,9 kg/j de concentré énergétique a été en grande partie compensé par une diminution de l'ingestion de fourrage, sans accroître la réponse à la BST (Rémond *et al* 1988, essai n° 20). En outre dans un essai de Thomas *et al* (1987), la réponse était la même avec une ration complète en mélange, ou avec un régime hivernal avec distribution constante de concentré (9 kg/j), bien que, dans ce dernier cas, le gain de poids des vaches traitées ait été inférieur de 20 kg en 24 semaines.

Chez les vaches recevant la BST, en augmentant fortement le taux de matières azotées de la ration et en abaissant leur dégradabilité dans le rumen, Mc Guffey *et al* (1988) observent un fort accroissement de la réponse chez des vaches hautes productrices, par rapport à un témoin « carencé » (les régimes enrichis en matières azotées peu dégradables ne concernant que les vaches ayant reçu de la BST, il est cependant

Au pâturage, le supplément de lait dû à la BST est inférieur à celui obtenu avec des rations hivernales. Mais de nombreux facteurs interagissent : qualité de l'alimentation, durée du traitement, stade de lactation et de gestation, etc.

Tableau 7. Réponses (kg de lait/j) à la BST selon la nature du régime (essais à long terme).

	Régime « bas »	Régime « haut »
Niveau de concentré		
40 % vs 60 % concentré (a)	+ 4,5	+ 4,5
2,5 vs 5,4 kg concentré/j (b)	+ 2,7	+ 2,7
12-32 % vs 32-52 % concentré (c)	+ 4,0	+ 6,1
Niveau azoté		
14 % P × HD vs 17 % P × BD (d)	+ 2,4	+ 5,3
15 % P × HD vs 15 % P × BD (e)	+ 2,8	+ 2,8

(a) Hemken *et al* 1988 (injections quotidiennes, 25 mg/j).

(b) Rémond *et al* 1988 (BST retard, 35 mg/j).

(c) Tessmann *et al* 1988 (injections quotidiennes, 25 mg/j).

(d) Mc Guffey *et al* 1988 (BST retard, 24 mg/j ; P : Protéines, HD = dégradabilité élevée, BD = dégradabilité faible).

(e) Vérité *et al* 1989 (BST retard, 24 mg/j).

difficile de savoir s'il y a interaction entre la BST et le régime). Ces auteurs notent en outre une faible persistance de la réponse à la BST avec le régime à faible valeur azotée. Par contre, Vérité *et al* (1989, essai n° 3) obtiennent les mêmes réponses avec deux régimes à 15 % de matières azotées mais de dégradabilités différentes (permettant une différence d'apport de 400 g de PDI par jour) et attribuent ce résultat au fait que les besoins en PDI étaient couverts avec les 2 régimes.

Il est donc actuellement difficile de se faire une idée des facteurs limitants de la réponse à la BST. Les comparaisons directes peuvent ne pas être concluantes car d'autres facteurs que ceux qui sont étudiés sont limitants : équilibre entre les différents nutriments, état corporel des animaux (une des plus faibles réponses en rations hivernales a été obtenue sur un troupeau à haut potentiel (essai n° 9) mais en mauvais état corporel), « conditionnement » nutritionnel ou hormonal antérieur des réponses métaboliques... De nombreuses expériences seront sans doute nécessaires pour préciser ces différents aspects.

Enfin, il est possible que la mise en place d'une réponse rapide de la production laitière dans la semaine qui suit chaque injection, sans être accompagnée d'une augmentation correspondante de l'ingestion, se traduise par une diminution du bilan nutritionnel qui pourrait expliquer en partie la diminution des réponses au cours du temps, du fait des sollicitations répétées des mécanismes d'adaptation de l'organisme.

6 / Effets sur la reproduction

On peut distinguer les essais selon le stade de lactation auquel commencent les injections de BST : de 30 à 45 jours, de 60 à 70 jours, au-delà de 85 jours.

a / Lorsque le traitement commence au-delà de 85 jours, une proportion importante des vaches est déjà fécondée et les effets de la BST sont

plus difficiles à mettre en évidence, d'autant plus qu'à ce stade le niveau de production est déjà plus faible alors que le niveau d'ingestion est élevé, ce qui est favorable au succès de la reproduction. Dans 2 essais effectués en France et commençant en moyenne vers 85-90 jours de lactation, les performances de reproduction ne sont pas modifiées. On rapporte toutefois 2 cas d'avortement chez les vaches traitées.

b / Dans les essais débutant vers la 9^e semaine de lactation, les données disponibles sont plus nombreuses. Dans les études américaines, un retard de fécondation de 6-21 jours est rapporté (cf Chilliard 1988b). Ceci est confirmé par Bruneau et De Kerchove (1988) dans 4 troupeaux d'Europe de l'Ouest étudiés pendant 2 années consécutives (tableau 8). Les auteurs rapportent un retard à la fécondation de 13 jours la première année, sans modification du pourcentage de vaches non gravides. La deuxième année, ce pourcentage est plus élevé dans le lot BST, et l'on note un retard de 9 jours pour les fécondations réussies. L'effet de la BST sur l'intervalle vêlage - insémination fécondante (V - IF) semble être lié en partie à des mortalités embryonnaires précoces (essai 13). Le nombre d'inséminations par insémination fécondante (IA/IF) augmente quant à lui de + 0,3 consécutivement au traitement par la BST. Ces effets seraient un peu plus importants que les chiffres cités ci-dessus si on les calculait sur les seules vaches non fécondées au moment du début du traitement.

c / Avec des injections quotidiennes débutant dès la 5^e ou 6^e semaine de lactation, plusieurs auteurs signalent un allongement de l'intervalle vêlage - insémination fécondante (cf Chilliard 1988a). Cette tendance est confirmée en France avec la BST retard au cours de 3 ou 4 essais dont les résultats sont connus : + 16 j sur l'intervalle V - IF, et + 0,3 IA/IF (tableau 9). Dans 2 de ces essais on rapporte 3 cas de veaux morts-nés ou morts dans les 48 heures sur 45 vêlages de vaches témoins, et 6 cas (dont 2 x 2 jumeaux) sur 42 vêlages de vaches traitées.

Tableau 8. Effets de la BST administrée durant 2 lactations consécutives (36 mg/j), à partir de la 9^e semaine, sur les performances de reproduction dans 4 troupeaux d'Europe de l'Ouest (Bruneau et De Kerchove 1988)

	1 ^{re} année		2 ^e année	
	Témoin	BST	Témoin	BST
Effectifs	134	134	88	90
Vaches non gravides	21 (16 %)	20 (15 %)	4 (5 %)	13 (14 %)
Intervalle (V - IF) (a)	96	109	95	104
IA / IF (b)	1,9	2,2	1,8	2,1

(a) Intervalle vêlage - insémination fécondante, moyenne pondérée par le nombre de vaches gravides.

(b) Nombre d'inséminations artificielles / insémination fécondante.

Tableau 9. Effets de la BST (24 mg/j) administrée à partir de la 5^e ou 6^e semaine de lactation sur les performances de reproduction (essais français, résultats provisoires).

Paramètre	Intervalle V - IF		Nombre IA / IF	
	Témoin	BST	Témoin	BST
Lot				
Nombre d'essais	4	4	3	3
Nombre de vaches gravides	65	59	50	44
Moyenne pondérée	95	111	1,5	1,8

Si le traitement BST commence avant la fécondation, l'intervalle vêlage-insémination fécondante augmente de 9 à 16 jours, probablement en liaison avec la diminution du bilan énergétique des vaches en début de traitement.

Par ailleurs, dans un de ces 2 essais, on rapporte, les raisons étant inexpliquées, 4 avortements ayant eu lieu la même semaine chez les vaches traitées à la BST, contre un cas chez les témoins.

Les chiffres sur la mortalité et les avortements portent sur des effectifs trop faibles pour que des conclusions puissent être tirées.

d / Les effets du traitement à la BST sur la reproduction sont-ils équivalents à ceux de l'augmentation du niveau de production obtenu par sélection génétique ? L'analyse des effets de ce facteur est complexe (cf Badinand 1983). Le récapitulatif d'un grand nombre d'études sur le sujet conduit aux hypothèses suivantes (Boichard 1987) : lorsque le niveau de production des 3 premiers mois de lactation s'accroît de 1 kg/jour, le nombre d'IA/IF augmente au plus de 0,03 et l'intervalle V - IF de 1,5 jour. Les effets de la BST sur la production laitière étant d'environ + 2 à + 4 kg/j en période hivernale (tableau 4), ceci correspondrait à des accroissements d'environ 0,1 IA/IF, et de 3 à 6 jours de V - IF, qui sont inférieurs aux 0,3 IA et 9-15 jours de V - IF observés chez les vaches traitées à la BST avant 10 à 12 semaines de lactation (tableaux 8 et 9). La raison de cet « effet BST » réside probablement dans la forte diminution du bilan énergétique des animaux (figure 1) observée dans la quasi-totalité des études pendant les premières semaines du traitement.

Il convient de rester prudent dans l'interprétation des données de fécondité, dans la mesure où les effectifs sont assez restreints, où les données de base ne sont pas toujours accessibles et où les rapports sont très succincts dans ce domaine. Elles sont toutefois logiques et il est indiqué d'attendre la fécondation des vaches avant d'utiliser la BST, si l'on fixe comme objectif de maintenir l'intervalle vêlage-vêlage du troupeau et de ne pas accroître le nombre d'inséminations.

7 / Santé et carrière des vaches

L'état sanitaire des animaux traités par la BST ne semble pas être modifié lorsqu'on considère les différents lots d'animaux de chaque essai ou groupe d'essais. Il est toutefois évident qu'une étude statistique ne peut être faite que sur des effectifs importants, en regroupant les données individuelles d'un grand nombre d'essais. D'autre part, il conviendrait de le faire sur la base d'essais à long terme (3 ou 4 lactations successives avec des effectifs constants d'animaux) afin d'évaluer les effets cumulatifs et l'impact sur le taux de réforme des troupeaux. Il en est de même pour évaluer l'effet sur le potentiel des primipares. Il n'existe jusqu'ici que quelques essais publiés et réalisés à l'étranger sur 2 lactations successives, avec presque toujours une diminution importante (30 - 40 %) des effectifs entre la première et la deuxième année. De véritables essais à long terme seraient nécessaires, qui comptabiliseraient toutes les vaches entrées chaque année en expérience.

Un point important concernant la santé est celui du nombre de cellules du lait, puisqu'il intervient à la fois dans les plans de lutte contre les mammites et dans le paiement du lait à la qualité. Les cas de mammites cliniques ont été répertoriés dans 9 essais : 59 dans les lots témoins, et 76 dans les lots BST. L'analyse des cellules somatiques a été effectuée dans 13 essais et on note 2 essais où ce paramètre est significativement plus élevé dans le lot BST, alors qu'il n'y a pas de différence dans 11 essais.

L'échantillon est beaucoup trop limité pour en conclure quoi que ce soit. Il semble d'ailleurs que les méthodes de calcul adéquates pour évaluer correctement l'effet d'un traitement sur le nombre de cellules du lait soient encore l'objet de discussions (cf rapport du Dr. Heeschen à la CEE) et il serait souhaitable de pouvoir regrouper les données individuelles

des différents essais. On peut aussi remarquer que, de manière générale, l'élévation du niveau de production des vaches non traitées prédispose aux mammites (Barnouin et Karaman 1986).

Conclusion

Les données obtenues en France et à l'étranger suggèrent, en première approximation, que l'effet de la BST retard sur la production laitière varie assez nettement selon la dose totale injectée chaque mois, et assez faiblement selon la fréquence d'injection (1 ou 2 fois par mois).

Dans les 20 essais réalisés en France sur 360 vaches recevant de la BST retard tous les 14 ou 28 jours, à des doses correspondant à 24 ou 35 mg/j, les effets moyens ont été compris entre + 2,2 et + 3,7 kg de lait par jour avec des rations hivernales, et entre + 1,2 et + 2,3 kg de lait par jour au pâturage. Les réponses inférieures au pâturage pourraient être dues à la qualité de l'herbe, au stade de gestation ou à la durée du traitement.

La composition du lait n'est pas modifiée au pâturage chez des vaches en milieu de lactation. Il existe une tendance à la diminution du taux protéique (- 0,5 g/l environ) avec les rations hivernales distribuées avec un traitement à la BST pendant 3 à 4 mois après le pic de lactation. Cette conclusion tirée de 14 essais (tableau 4) amène à nuancer la tendance générale observée en moyenne sur toute la lactation au niveau international (cf ci-dessus). Il conviendrait donc d'analyser statistiquement l'ensemble des données nouvellement disponibles depuis le 1/1/89, en dissociant les effets du temps écoulé depuis le début du traitement, du facteur alimentaire (énergie et protéines), et du stade de lactation (article en préparation).

Outre ces valeurs moyennes, la production et la composition du lait fluctuent entre deux injections successives, de façon croissante lorsque s'accroît l'intervalle entre injections.

Les vaches traitées montrent aussi une diminution de leur note d'état corporel (- 0,3 point environ) lorsqu'elles sont traitées au pic de lactation (ce qui peut entraîner un retard de fécondation non négligeable), ou lorsqu'elles sont ultérieurement au pâturage avec des quantités limitées de concentré. Si l'on se fixe comme objectif de maintenir l'état corporel des vaches au vêlage suivant, le besoin nutritionnel des vaches traitées doit être couvert en fonction de l'accroissement de production laitière, comme chez les vaches non traitées.

Ce besoin nutritionnel peut éventuellement être couvert de façon différée (récupération du moindre dépôt de réserves corporelles après la fin du traitement).

La variabilité de la réponse est très grande entre essais et entre vaches. On connaît mal les facteurs qui la limitent. On peut supposer que la qualité et la quantité d'éléments nutritifs de la ration, ou l'état nutritionnel de l'animal avant traitement, jouent un rôle important, mais d'autres facteurs (génétiques, etc.) ne sont pas à exclure.

Les données actuellement publiées ne permettent pas d'évaluer d'éventuels effets à long terme sur la santé et la carrière des animaux.

Ce texte a été présenté à la journée d'information du 18 avril 1989 co-organisée par l'Institut Technique de l'Élevage Bovin (ITEB) et le Syndicat de l'Industrie du Médicament Vétérinaire (SIMV).

Références bibliographiques

- BADINAND F., 1983. Relations fertilité - niveau de production-alimentation. Bull. Tech. CRZV Theix, INRA, 53, 73-83.
- BARNOUIN J., et KARAMAN Z., 1986. Enquête écopathologique continue : 9. influence du niveau de production sur la pathologie de la vache laitière. Ann. Rech. Vét., 17, 331-346.
- BERTRAND *et al.*, 1989. Etude d'une formulation de BST à effet prolongé pour la production laitière. Essais conduits dans 5 élevages sur des vaches laitières au pâturage. Compte rendu d'essais, ITEB, 149 rue de Bercy, 75012 Paris.
- BOICHARD D., 1987. Analyse génétique des caractères de fertilité femelle chez les bovins laitiers. Thèse Docteur-Ingénieur, INA-P-G, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05.
- BRUNEAU P., DE KERCHOVE G., 1988. Somatotropine, reproduction et génétique chez la vache laitière. El. & Ins., 228, 3-14.
- CHILLIARD Y., 1988a. Rôles et mécanismes d'action de la somatotropine (hormone de croissance) chez le ruminant en lactation. Reprod. Nutr. Dévelop., 28, 39-59.
- CHILLIARD Y., 1988b. Review. Long-term effects of recombinant bovine somatotropin (rBST) on dairy cow performances. Ann. Zootech., 37 (3), 159-180.
- CHILLIARD Y., REMOND B., CISSE M., COXAM V., 1989. Effects of slow released recombinant bovine somatotropin and concentrate allowance on dairy cow performances, body composition and blood metabolites and hormones. (7th. Int. Symp. Ruminant Physiol. Sendai, Japan), Asian-Australian J. Anim. Sci., 2, 497-498.
- HEMKEN R.W., HARMON R.J., SILVIA W.J., HERSCHER G., EGGERT R.G., 1988. Response of lactating dairy cows to a second year of recombinant bovine somatotropin (BST) when fed two energy concentrations. J. Dairy Sci., 71 (suppl. 1), 122 (Abstr.).
- JOURNET M., CHILLIARD Y., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait. I. Taux butyreux : facteurs généraux. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, 60, 13-23.
- KIRCHGESSNER M., SCHWAB W., MUELLER H.L., 1989. Effect of bovine growth hormone on energy metabolism of lactating cows in long-term administration. Proc. 11th. Symp. Energy Metabol. (Luntenen, Netherlands, September 1988), EAAP Publ. n° 43, 143-146.
- LEBZIEP P., ROHR K., DAENICKE R., SCHLUNSEN D., 1989. Recombinant somatotropin. A survey on a 2 years experiment with dairy cows. In « CEC - Seminar on use of somatotropin in livestock production », Bruxelles, 27-28 September 1988. Elsevier Applied Science.
- LOSSOUARN J., 1988. Etude d'une formulation retard de zinc-méthionyl bovine somatotropine pour la production laitière. Compte rendu d'essai. I.N.A. Paris-Grignon - Monsanto-France.
- Mc BRIDE B.W., BURTON J.L., BURTON J.H., 1988. Review. The influence of bovine growth hormone (somatotropin) on animals and their products. Res. Dev. Agric., 5, 1-21.
- Mc GUFFEY R.K., GREEN H.B., BASSON, R.P., 1988. Protein nutrition of the somatotropin-treated cow in early lactation. J. Dairy Sci., 71 (suppl.1), 120 (Abstr.).
- PEEL C.J., BAUMAN D.E., 1987. Somatotropin and lactation. J. Dairy Sci., 70, 474-486.

PHIPPS R.H., 1987. The use of prolonged release bovine somatotropin in milk production. Int. Dairy Fed., Congr. (Helsinki, Finland) (23 p.).

REMOND B., 1985. Influence de l'alimentation sur la composition du lait de vache - 2. Taux protéique : facteurs généraux. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, INRA, 62, 53-67.

REMOND B., CHILLIARD Y., CISSE M., 1988. Effets de la somatotropine (somatitrobove) sur l'ingestion, les performances et le métabolisme des vaches laitières recevant deux niveaux d'aliments concentrés (INRA Theix - Montanto - France).

TESSMANN N.J., KLEINMANS J., DIHMAN T.R., RADLOFF H.D., SATTTER L.D., 1988. Effect of dietary forage : grain ratio on response of lactating dairy cows to recombinant bovine somatotropin. J. Dairy Sci., 71 (suppl. 1), 121 (Abstr.).

THOMAS C., JOHNSSON I.D., FISHER W.J., BLOOMFIELD G.A., MORANT S.V., WILKINSON J.M., 1987. Effect of somatotropin on milk production, reproduction and health of dairy cows. J. Dairy Sci., 70 (suppl.1), 175 (Abstr.).

VÉRITÉ R., RULQUIN H., FAVERDIN P., 1989. Effects of slow released somatotropin on dairy cow performances. Proc. C.E.C. Seminar on Use of somatotropin in Livestock Production (Bruxelles, 27-29 september 1988). Elsevier Applied Science.

Y. CHILLIARD, R. VERITE, A. PFLIMLIN. The effect of bovine somatotropin on dairy cows under french farming conditions.

Twenty experiments were carried out on 360 cows receiving slow release somatotropin (BST) every 14 or 28 days, at doses equivalent to 24 or 35 mg/day. Data obtained from these experiments suggest that the effect of slow release BST on milk production varies significantly with the total dose injected per month, but only slightly with the frequency of injection (once or twice a month). Depending on dose and frequency of injection, the average change in milk yield varied between + 2.2 and + 3.7 kg milk/day with winter rations and between + 1.2 and + 2.3 kg milk/day on pasture. The lower yield on pasture could be due to the quality of the grass, to the pregnancy stage or to the length of BST treatment.

Milk composition in cows in the middle of lactation was not modified on pasture. However, protein content was slightly lower in milk from cows on winter rations (- 0,5 g/l) which had been treated with BST 3 to 4 months after the peak of lactation.

This data should be reevaluated using more trials and after detailed statistical analysis. Further, the production and composition of the milk fluctuated between successive injections, and these fluctuations increased as the interval between injections increased.

Treated cows showed a decrease in their overall condition (- 0.3 point approx.) when they received winter rations at the peak of lactation (which may lead to a significant delay in fertilisation), or when they were out to pasture and given a limited amount of concentrate. There were large variations between experiments and between cows. The data gave no information on possible long term effects on the health and longevity of the BST-treated cows.

CHILLIARD Y., VERITE R., PFLIMLIN A., 1989. Effets de la somatotropine bovine sur les performances des vaches laitières dans les conditions françaises d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, 2 (5), 301-312.