

INFLUENCE DES PROTÉINES IODÉES SUR LA PRODUCTION ET SUR LA COMPOSITION DU LAIT DE VACHE

PAR

A. FRANÇOIS, H. HEIM DE BALSAC, A. M. LEROY, M. PAREZ ⁽¹⁾

Laboratoire de Zootechnie de l'Institut National Agronomique
et Centre d'Etudes de Biologie Industrielle et Agricole du C. N. A. M.

Dès 1896, le Belge HERTOGUE (cité par ROBERTSON (1)), a montré que les extraits thyroïdiens administrés per os, stimulent la production laitière de la vache.

Les travaux de GRAHAM (2), de FOLLEY et WHITE (3) ont à leur tour, mis en évidence l'accroissement de la production laitière et beurrière sous l'influence de la poudre de thyroïde ou de la thyroxine. La méthode de préparation d'iodoprotéines artificielles douées d'activité physiologique, proposée par LUDWIG et Von MUTZENBECHER, a ouvert un vaste champ d'expérimentation. TURNER (4), REINEKE et TURNER (5) puis de nombreux auteurs (6) (7) (8) (9) etc... ont étudié l'aspect physiologique et zootechnique de l'ingestion d'iodoprotéines par les femelles laitières.

Un apport alimentaire supplémentaire est nécessaire pendant le traitement des animaux par les protéines iodées. Le bilan azoté et le bilan calcique des vaches recevant des injections de thyroxine deviennent en effet négatifs (10) (11). La nécessité d'un équilibre alimentaire rigoureux est l'une des raisons qui limitent l'utilisation pratique des protéines iodées qui, par ailleurs, entraînent des modifications physiologiques : tachychardie, hyperthermie, amaigrissement, et éventuellement d'autres troubles qui risquent d'apparaître à longue échéance. Le but du présent travail n'est pas d'apporter une confirmation supplémentaire aux travaux précédemment cités, mais nous sommes attachés à rechercher les caractères biochimiques permettant de détecter les animaux ayant ingéré des protéines iodées.

L'administration temporaire de ces produits peut, en effet, revêtir un caractère frauduleux. La stimulation de la production laitière et beurrière pendant la période où s'effectuent les opérations de contrôle laitier-beurrier aurait pour effet de surestimer la production réelle des animaux contrôlés.

(1) Avec l'assistance technique de MM^{mes} M. NAVILLE et G. ZERT et de J. MARTIN.

Pour cette raison, nous avons étudié les modifications qui permettraient de caractériser les animaux ainsi « dopés ». Parmi les tests qu'il est possible d'imaginer, certains peuvent être basés sur des caractères physiologiques : mesure du rythme cardiaque par exemple. Nous avons cependant particulièrement étudié certaines modifications de la composition chimique du lait, de l'urine et de la salive. Nous avons mesuré les variations des taux de matières grasses, de matières azotées, de carotène et de vitamine A du lait. Nous avons également évalué la créatininurie et recherché l'iode dans la salive, dans l'urine et dans les fèces. Nous avons mesuré les productions laitières, mais à cet égard, en raison du petit nombre d'animaux étudiés, notre observation ne présente qu'une valeur indicative.

I. — PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

a) Animaux

Quatre animaux de race hollandaise ont été utilisés dans une première expérience :

Animal	Né en :	Dernier vêlage	
AR.....	1941	16-9-49	7 ^e lactation
AU.....	1941	19-2-50	6 ^e lactation
BE.....	1942	24-6-49	5 ^e lactation
BA.....	1942	24-9-49	6 ^e lactation

En raison des risques éventuels d'une expérimentation sur les protéines odées, les animaux AR, BE, BA, atteints de stérilité, étaient soumis à l'expérience de préférence à des animaux normaux.

Pour cette raison, ils présentent une période de lactation anormalement longue.

b) Durée de l'expérience

L'administration des protéines iodées dans un but frauduleux pouvant être de courte durée, nous avons fait ingérer ces produits aux animaux pendant une période de 9 jours seulement. Les essais ont été effectués pendant le mois de juillet 1950. Ils comprenaient trois périodes successives de 9 jours chacune : une période témoin, une période pendant laquelle les protéines iodées étaient administrées, et une période terminale qui permettait d'étudier les modifications diverses entraînées par la suppression des iodoprotéines du régime.

c) Alimentation

Les animaux étaient alimentés au pâturage pendant toute la durée de l'expérience. Ils demeuraient toutefois la nuit dans l'étable, où ils étaient traits

le soir et le matin. Une quantité de 20 kg d'ensilage de luzerne et 3 kg d'aliments concentrés étaient en outre distribués aux vaches, dans le but de parer à toute insuffisance alimentaire, pendant les trois périodes expérimentales.

d) Doses de protéines iodées distribuées

Trois iodo-protéines commerciales étaient utilisées, les produits B, C, D, qui présentaient les caractéristiques suivantes :

	Iode total	Activité physiologique exprimée en thyroxine
B	4,1 %	1 %
C	3,8 %	1,4 %
D	9,0 %	1,6 %

Nous avons distribué à chacun des animaux l'un de ces produits : le produit B aux animaux AR et BE, le produit C à l'animal BA, le produit D à l'animal AU, en quantité telle qu'ils recevaient chaque jour l'équivalent de 30 g de produit B, calculée d'après son activité physiologique exprimée en thyroxine.

Une quantité de 21 g de produit C et de 19 g de produit D était ainsi distribuée chaque jour, en deux fractions d'égale valeur administrées avant chaque traite.

e) Prélèvement des échantillons et méthodes d'analyse

La mesure de la quantité de lait produit, du taux de matière grasse et du taux de matières azotées (par la méthode de KJELDAHL) était effectuée quotidiennement. La détermination du taux de matière grasse par la méthode GERBER, était effectuée sur des échantillons obtenus par le mélange de volumes proportionnels aux quantités de lait recueillies à chacune des traites de la journée. Les échantillons d'urine, destinés au dosage de la créatinine par la méthode récemment proposée par BLAIZOT (12) étaient obtenus par sondage.

La réaction de CARR et PRICE, modifiée par MEUNIER et RAOUL (13) était utilisée pour le dosage du carotène et de la vitamine A dans l'insaponifiable des échantillons de lait.

L'insaponifiable était lui-même obtenu à l'aide de la méthode proposée par l'un de nous (14) après VAN WIJNGAARDEN.

II. — RÉSULTATS

Le tableau I résume les résultats globaux obtenus concernant la production du lait et sa composition.

TABLEAU I

	Période I (sans protéines iodées)	Période II (protéines iodées)	Période III (sans protéines iodées)
Lait en kg	15,60 ± 0,37	18,76 ± 0,47	18,53 ± 0,43
Taux de matière grasse (en g par kg)	36,80 ± 0,48	36,60 ± 0,56	37,10 ± 0,88
Taux de matière azotée (en g par kg)	33,40 ± 0,37	34,10 ± 0,29	33,80 ± 0,49
Carotène (en microgrammes par litre)	219 ± 13	238 ± 56	245 ± 22
Vitamine A (en microgrammes par litre)	173 ± 9	187 ± 24	219 ± 12

III. — INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

a) Production laitière

Le calcul statistique montre que l'accroissement de production laitière moyenne entre la période II et la période I est très significatif. Cet accroissement moyen atteint 20,2 % après un traitement de 9 jours par les protéines iodées.

Les valeurs individuelles correspondant à chacune des vaches sont les suivantes :

Animal	Production initiale	
	moyenne	Accroissement %
AR	16,68	18,2
AU	17,60	28,1
BE	12,13	15,2
BA	16,00	19,2

Ces valeurs correspondent à un accroissement moyen. En réalité, l'accroissement est continu, et la production maxima est supérieure de 26,6 à 41,4 % à celle de la période I, selon les animaux.

La stimulation de la production laitière se manifeste encore après la cessation du traitement par les iodoprotéines. Il n'existe en effet, pas de différence significative entre les productions moyennes des périodes II et III. Toutefois, les productions décroissent et, pour mesurer cette décroissance, nous avons calculé la pente des droites de régression correspondant aux différentes périodes.

	Période I	Période II	Période III
Pente.....	+ 0,100	+ 0,318	- 0,140

b) Taux des matières grasses

La plupart des auteurs ont rapporté que le traitement des animaux par la thyroxine ou les protéines iodées provoquait un accroissement du taux de matières grasses (2) (5) (9). Cependant, l'examen du travail de GRAHAM (2) ou de celui de VAN LANDINGHAM (9) par exemple, montre qu'il existe une pé-

riode de latence entre le début du traitement et l'accroissement du taux de matières grasses. La durée de cette période est voisine d'une semaine. Or, l'examen du tableau I montre que nous n'avons observé pratiquement aucune variation du taux de matières grasses pendant les trois périodes expérimentales : à une légère dépression correspondant à la période II, a succédé une légère augmentation pendant la période III, mais ces variations ne présentent aucune signification statistique.

BARTLETT et collaborateurs (15) ZORN et RICHTER (16) ont signalé récemment qu'ils avaient observé un très faible accroissement du taux de matières grasses lorsque les vaches laitières étaient alimentées au pâturage. En revanche, les auteurs s'accordent pour reconnaître que la stimulation est très nette lorsque les animaux sont en stabulation.

Nos résultats montrent donc que l'administration d'iodoprotéines ne provoque pas nécessairement un accroissement du taux butyreux. Toutefois, la production totale de matières grasses est accrue proportionnellement à l'augmentation de la production laitière.

c) Taux de matières azotées

Un léger accroissement du taux d'extrait dégraissé du lait suit généralement l'administration des protéines iodées (15) (9) (2). Toutefois, JACK et BECHDEL (17) n'ont trouvé de différence significative, ni dans le taux d'azote total, ni dans le taux de lactalbumine, ni dans celui de la lactoglobuline du lait des animaux soumis à des injections de thyroxine, OWEN (10) a toutefois signalé un accroissement du taux de matières azotées. Pour cette raison, nous avons étudié les variations du taux de matières azotées totales ($N \times 6,4$) du lait de chacun des animaux au cours des trois périodes expérimentales.

Le tableau I montre que ce taux est légèrement plus élevé pendant la période II que pendant la période I. Toutefois, la différence n'est pas significative.

d) Taux de carotène et de vitamine A du lait

On sait que la thyroxine intervient dans le métabolisme du carotène. Pour cette raison il semblait intéressant d'étudier l'excrétion du carotène et de la vitamine A par le lait. Cependant, en accord avec BARTLETT et ses collaborateurs (15), nous n'avons pu mettre en évidence aucune différence significative entre les taux de carotène des laits recueillis pendant chacune des trois périodes expérimentales. Toutefois, les taux de vitamine A ont une tendance à croître régulièrement depuis la période I jusqu'à la période III incluse. De fait, nous trouvons entre les taux de vitamine A des périodes III et I une différence dont la valeur est à la limite de la signification statistique. Cependant,

les variations individuelles ne permettent pas de baser sur le taux de vitamine A du lait un test spécifique du traitement des animaux par les protéines iodées.

e) Taux de créatinine de l'urine

BLAZOT-GUÉNOT et BLAZOT (18) ont proposé récemment une méthode de dosage biologique de l'activité thyroïdienne basée sur la mesure de l'excrétion urinaire de créatinine du rat.

Nous avons pensé que l'ingestion de protéines iodées pouvait exercer une influence sur le taux de créatinine urinaire des animaux traités.

Malheureusement, il n'est pas possible, dans les conditions de la pratique agricole, de recueillir la totalité de l'urine émise par les vaches en 24 heures. Nous avons simplement mesuré le taux de créatinine des urines recueillies par sondage à heure fixe.

L'examen des résultats suivants montre qu'il n'est pas possible de choisir ce test pour détecter les animaux ayant ingéré des protéines iodées. En effet, aucune différence significative ne se manifeste pendant les différentes périodes. Toutefois, il est probable que la créatininurie totale a été modifiée.

	Période I	Période II	Période III
Créatinine en mg par litre d'urine	704 \pm 46	724 \pm 26	710 \pm 41

f) Excrétion d'iode

La méthode classique de recherche des iodures a été appliquée à la salive et à l'urine. Ces milieux étaient additionnés d'une solution diluée d'acide sulfurique, puis d'une solution de nitrite de sodium et de chlorure ferrique en présence de quelques gouttes de chloroforme ou de sulfure de carbone. Les résultats ont été négatifs avec la salive. Dans l'urine, des colorations anormales rendaient souvent l'interprétation très difficile.

En revanche, la mise en évidence de l'iode dans les fèces a donné des résultats satisfaisants, et nous proposons cette méthode pour la recherche des animaux traités par les protéines iodées. Les résultats de deux autres séries d'essais ont été publiés indépendamment. Ils montrent qu'il est possible de mettre en évidence l'excrétion fécale d'iode 48 et même 24 heures seulement après le début du traitement.

La méthode utilisée était une simplification de celle qui a été proposée par D. BERTRAND (19) : on dessèche au bain-marie 50 g de fèces en présence de 5 g de carbonate de potassium pur et de 15 cc d'alcool, dans une capsule de nickel. On calcine avec précaution (350° au maximum) sans remuer.

On reprend par l'eau, et le filtrat, qui doit être clair, est évaporé et calciné à nouveau à 400° ; les cendres sont reprises par 10 cc d'eau au maximum et aci-

difiées par l'acide sulfurique dilué. On ajoute 0,3 cc d'une solution fraîche de nitrite de sodium à 5 ‰ en présence de 2 cc de sulfure de carbone, qui prend une coloration rose très nette, lorsque l'animal a reçu des protéines iodées.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Une expérience, portant sur 4 vaches laitières, et ayant pour but principal d'étudier l'influence de l'administration de protéines iodées sur le taux de certains constituants du lait a permis de faire les observations suivantes :

Dans les conditions d'alimentation au pâturage des vaches laitières :

1° L'administration de 30 g d'iodoprotéine titrant 1 ‰ de thyroxine ou d'une quantité différente présentant la même activité physiologique, pendant 9 jours, provoque un accroissement moyen de la production laitière égal à 20,2 ‰ ; les variations individuelles s'étagent de 15,2 ‰ à 28,1 ‰. L'accroissement maximum, obtenu après 5 à 7 jours de traitement, varie de 26,6 à 41,4 ‰ selon les individus et la nature du produit administré.

2° Le taux de matières grasses, de matières azotées, de carotène, ne subissent aucune variation caractéristique. Il semble que le taux de vitamine A croisse systématiquement.

3° Le taux de créatinine de l'urine n'est pas significativement affecté par les protéines iodées.

4° L'excrétion de l'iode par la salive ou par l'urine ne peut être commodément mise en évidence. En revanche, la recherche de l'iode dans les fèces permet de détecter aisément les animaux traités par les protéines iodées, 48 heures après le début du traitement.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) ROBERTSON (J. D.). — Propriétés lactogéniques de la thyroïde. *The Lancet*, **26**, p. 978, 1946.
- (2) GRAHAM (W. R.). — Effects of Thyroidectomy and Thyroid Feeding on the Milk Secretion and Milk fat production in cows. *J. Nutrition*, **7**, p. 407, 1934.
- (3) FOLLEY (S. J.), WHITE (P.). — The effects of Thyroxine on Milk Secretion and on the Phosphatase of the blood and Milk of the lactating cow. *Proc. Royal Soc. London*, **120**, p. 346, 1936.
- (4) TURNER (C. W.). — Thyrolactin, a new source of thyroxine for Dairy Cattle. *J. Dairy Sc.*, **23**, p. 535, 1940.
- (5) REINEKE (E. P.), TURNER (C. W.). — Increased milk and fat production following the feeding of artificially formed thyroproteins (Thyrolactin). *J. Dairy Sc.*, **25**, p. 393, 1942.
- (6) BOTTOMLEY (A. C.), FOLLEY (S.). — *Rep. Nat. Inst. Res. Dairy*, **35**, 1940.
- (7) RALSTON (A. C.), COWSERT (W. C.), RAGSDALE (A. C.), HERMAN (A. H.), TURNER (C. W.). — The yield and composition of the milk of dairy cows and goats as influenced by thyroxine. *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.*, p. 317, 1940.
- (8) BLAXTER (K. L.). — Experiments with iodinated casein on farms in England and Wales. *J. Agr. Sc.*, **36**, p. 117, 1946.
- (9) VAN LANDINGHAM (A. H.), HENDERSON (H. O.), WEAKLEY (C. E. J.). — The effect

- of Iodinated casein (Pratomone) on milk and Butter fat production and on the ascorbic acid content of the milk. *J. Dairy Sci.*, **27**, p. 385, 1944.
- (10) OWEN (E. C.). — The effect of thyroxine on the metabolism of lactating cows. 1. General results and nitrogen metabolism. *Bioch. J.*, **43**, p. 235, 1948.
- (11) OWEN (E. C.). — The effect of thyroxine on the metabolism of lactating cows. 2. Calcium and phosphore metabolism. *Bioch. J.*, **43**, p. 243, 1948.
- (12) BLAIZOT (J.). — Sur le dosage des corps créatiniques dans l'urine. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **32**, p. 136, 1950.
- (13) MEUNIER (P.), RAOUL (Y.). — Étude cinétique de la réaction de Carr et Price. Application à la recherche qualitative et quantitative de la vitamine A. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, **20**, p. 861, 1938.
- (14) FRANÇOIS (A.). — Dosage de la vitamine A et du carotène dans le lait. *Le Lait*, **26**, p. 98, 1946.
- (15) BARTLETT (S.), ROWLAND (S. J.), THOMPSON (S. Y.). — Iodinated protein feeding and milk composition. 7^e *Congrès International de Laiterie Stockholm*, vol. **1**, p. 102, 1949.
- (16) ZORN (E. M.), RICHTER (F.). — Der Einfluss synthetischen Thyroxine auf die Milchsekretion bei Milchkühen. 7^e *Congrès international de Laiterie Stockholm*, vol. **1**, p. 110, 1949.
- (17) JACK (E. L.), BECHDEL (S. I.). — A study of the influence of thyroxine on milk secretion. *J. Dairy Sci.*, **18**, p. 195, 1935.
- (18) BLAIZOT-GUÉNOT (S.), BLAIZOT (J.). — Titrage biologique de la thyroxine et de l'activité thyroxinienne des protéines iodées par dosage de la créatinine urinaire. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **223**, p. 759, 1946.
- (19) BERTRAND (D.). — Microdosage de l'iode dans les tissus animaux. *Techniques de laboratoire*, p. 292, Éd. Masson, Paris, 1947.
-