RECHERCHE SUR LE COMPORTEMENT BIOCHIMIQUE ET PHYSIOLOGIQUE DE LA VITAMINE A DANS LA SÉCRÉTION LACTÉE

par

ANDRÉ FRANÇOIS

Ingénieur Chimiste I. C. P.

Ingénieur-Docteur

(Suite)

CHAPITRE V

RELATION ENTRE L'ÂGE D'UNE VACHE LAITIÈRE ET LA TENEUR DE SON COLOSTRUM EN VITAMINE A

1. A chaque parturition succède une lactation au cours de laquelle des quantités importantes de carotène et de vitamine A sont excrétées. La teneur du colostrum en vitamine A diminue-t-elle à mesure que la vache vieillit ?

DANN [37] a noté que le colostrum des vaches primipares contient plus de vitamine A que celui des vaches multipares.

Cependant, STEWART et MACCALLUM [69] expérimentant sur 100 vaches ne trouvent aucune relation entre l'âge des animaux et la teneur de leur colostrum en vitamine A. Ils trouvent une relation entre cette teneur et la période de non lactation. Plus courte est cette période, plus faible est la teneur du colostrum en vitamine A car la vache n'a pu constituer des réserves suffisantes. Chez la femme, CHEVALLIER et Collaborateurs [76] trouvent que le nombre de grossesses antérieures n'a pas d'influence sur la teneur du lait en vitamine A (il s'agit du lait et non du colostrum), alors que cette teneur serait d'autant plus grande que la femme est plus jeune.

2. *Expérience.* Au cours de la période novembre 1943-mars 1944, nous avons étudié les colostras de 16 vaches (14 hollandaises et 2 montbéliardes), soumises avant vêlage à l'alimentation suivante:

Ration de base : 30 à 50 kilogrammes de pulpe de betterave de distillerie (contenant environ 2 grammes d'acide sulfurique par kilogramme), 1 kilogramme d'aliment concentré contenant 500 microgrammes de vitamine A par kilogramme, et un apport de carotène sous forme de foin (environ 15 mgr. de carotène par kilogramme) pendant des périodes de durée différentes.

Les vaches dont les noms se terminent en « a » et en « ette » ne recevaient pas de foin avant vêlage.

La vache Périne recevait 6 kg. de foin 2 mois et demi avant vêlage.
La vache Bondine recevait 6 kg. de foin 1 mois avant vêlage.
La vache Delphine recevait 6 kg. de foin 3 semaines avant vêlage.
La vache Florine recevait 6 kg. de foin 1 semaine avant vêlage.
La vache Agrippine recevait 6 kg. de foin 1 semaine avant vêlage.
La vache Céline recevait 6 kg. de foin 24 heures avant vêlage.
Ondine recevait 4 kg. de foin et pâturait 4 heures par jour.

Les dosages de carotène et de vitamine A étaient effectués par la technique décrite page 107. Certains étaient vérifiés par la méthode spectrophotométrique. Les résultats sont consignés dans le tableau XIV.

Nous avons étudié ces colostras jusqu'à leur transformation en lait normal (tableau XV), mais nous ne considérons dans le tableau XIV que les teneurs en carotène et en vitamine A du premier échantillon de colostrum (prélevé dans un délai variant de quelques minutes à dix ou douze heures après vêlage). La courbe XX traduit ces résultats.

Il a été indispensable d'éliminer quelques points expérimentaux : ceux qui correspondent :

1. Aux colostras provenant d'une deuxième traite : ceci est évident puisque nous comparons uniquement les colostras des premières traites (Vonette, Riquette, Rosa). Les résultats sont portés pour mémoire dans le tableau.

2. Aux colostras de vaches mammiteuses.

La teneur en vitamine A des vaches mammiteuses est en général très élevée. Le rapport vitamine A/carotène de ces colostras les écartent des colostras normaux (Christine, Chaumette). Dans le lait des vaches infectées, MILLER et COLL. [79] ont trouvé un fait analogue.

Enfin, le colostrum de Nadine, vache insuffisamment tarie, a été considéré comme anormal. Les teneurs extrêmement faibles en carotène et en vitamine A de cette vache mal tarie appuie l'hypothèse de STEWART et MACCALLUM. L'animal n'a pu constituer des réserves vitaminiques pendant la période de non lactation.

Nous n'avons pu, malheureusement, connaître la durée de la période de non lactation de toutes les vaches en expérience.

Ces restrictions faites, on voit que la date de vêlage n'a pas d'influence notable sur la teneur du colostrum en vitamine A.

L'ingestion de 6 kilogrammes de foin pendant des temps différents avant vêlage ne paraît pas exercer d'influence sur cette teneur. Ces deux derniers facteurs semblent influencer davantage sur la teneur du colostrum en carotène (voir page 216).

TABLEAU XIV

Nom de la vache	Date de vêlage	Age de la vache années	Nb. de partu- ritions	Inter- valle entre le vêlage et la 1 ^{re} traite	Vit. A $\gamma/1$	Carotène $\gamma/1$	Vita- mine A Caro- tène
*Agrippine	9-12-43	4	1	2	2.470	1.850	1,34
*Vonette	31-12-43	4	1	—	1.150	2.850	0,40
"Riquette	2-2-44	4	1	12	2.245	1.065	2,10
Perrine	14-2-44	4	2	3	1.900	860	2,20
"Nadine	6-3-44	5	2	aussitôt	670	335	2
Florine	9-12-43	5,5	2	8	1.630	2.080	0,78
Ondine	25-11-43	6	3	2	1.645	3.370	0,48
*Céline	3-12-43	6	3	5	960	1.300	0,74
"Christine	31-1-44	6,5	3	5	2.025	740	2,75
*Chaumine (Sp) ..	26-12-43	7	3	—	1.420	—	—
Maïka (Sp)	28-1-44	9	5	12	760	—	—
*Bondine	26-12-43	9	6	aussitôt	1.200	1.800	0,67
"Rosa	4-1-44	9	3(?)	10	1.150	760	1,55
"Chaumette	4-1-44	9,5	6	—	2.000	530	3,75
Delphine	14-12-43	10	6	12	1.190	1.040	1,14
"Tartelette	31-12-43	10,5	6	aussitôt	335	620	0,54

Le signe * indique que le dosage spectrophotométrique a été fait en même temps que la réaction de Carr et Price.

Le signe (Sp) indique que seul, le dosage spectrophotométrique, a été fait.

Le signe " que ce résultat a été éliminé dans l'étude qui suit.

Il apparaît que le colostrum des vaches jeunes a une teneur en vitamine A supérieure à celle des vaches plus âgées (fig. XX).

FIG. XX

Les vaches de 4 ans, en particulier, donnent un colostrum nettement plus riche en vitamine A que les autres vaches.

La teneur décroît avec l'âge, mais la chute est particulièrement sensible entre 4 et 5-6 ans, ou mieux, entre la première et la deuxième parturition.

Il apparaît donc que le nombre de parturitions subies par l'animal influe davantage que l'âge proprement dit.

Le tableau XV donne la moyenne des teneurs de colostrum de vache de la première à la sixième parturition. La figure XXI traduit les résultats.

TABLEAU XV

Nombre de parturitions	Teneurs en vit. A γ/l	Moyenne	Teneurs en carotène γ/l	Moyenne	Vit. A/Carotène
1	Pour 2.470	2.470	1.850	1.455	1,33
	mémoire (1.150			1.455	
	2 ^e traite) 2.245		1.065		1,82
2	1.900	1.765	860	1.470	1,20
	1.630		2.080		
3	1.645	1.330	337	2.335	0,57
	960		1.300		
	1.420				
5	(Sp) 760	760	—	—	—
6	1.200	875	1.800	1.420	0,61
	1.190		1.040		
	335				

Il existe donc une relation entre le nombre de parturitions et la teneur du colostrum en vitamine A. Cette teneur diminue quand le nombre de parturitions augmente. La diminution est surtout sensible entre le premier et le second vêlage.

La teneur en carotène ne dépend pas aussi étroitement du nombre de parturitions ; la moyenne de ces teneur ne peut être prise en considération, car la dispersion des résultats est très grande.

La teneur du colostrum en carotène semble être influencée par l'alimentation antérieure au vêlage, et la durée de stabulation.

Par exemple, la vache Ondine, qui a vêlé la première du lot,

FIG. XXI

après la rentrée du pâturage, donne un colostrum dont la teneur en vitamine A se place normalement selon le nombre de parturitions, mais dont la teneur en carotène atteint une valeur élevée.

Les teneurs en carotène sont — toutes choses égales d'ailleurs — d'autant moins élevées que le vêlage s'est produit plus tardivement dans le cours de l'hiver. Les vaches se déchargeaient de leurs réserves en carotène, alors que pour la vitamine A il interviendrait une sorte de régulation.

Les variations individuelles peuvent toutefois être importantes.

L'étude de l'influence de l'alimentation sur la teneur du colostrum en vitamine A a été vue page 216.

Rapport vitamine/carotène.

Le rapport vitamine/carotène est maximum dans le colostrum des vaches primipares. Il décroît quand le nombre de parturitions augmente (fig. XXII).

FIG. XXII

Que faut-il en déduire ?

L'épithélium mammaire jeune a-t-il une structure telle que la vitamine A le traverse plus aisément que le carotène ? (ce qui se conçoit quand on compare les formules développées de ces deux corps). L'organisme jeune a-t-il un pouvoir accru de transformer le carotène en vitamine A et la synthèse peut-elle se faire dans la mamelle ?

Le tableau XVI montre que le rapport vitamine/carotène demeure sensiblement constant, chez les vaches jeunes, à mesure, que la lactation s'installe. Il augmente souvent, chez les vieilles mais demeure inférieur à celui des jeunes. Rappelons que nous avons remarqué que le rapport vitamine/carotène du colostrum de vaches atteintes de mammite est supérieur à celui de vaches saines.

L'excrétion urinaire de la vitamine A a été signalée au cours d'infections (LINDQVIST). L'épithélium mammaire ne laisserait donc pas passer le carotène et la vitamine A avec une égale facilité selon l'âge et l'état de santé de l'animal.

Lorsque la durée de l'intervalle écoulé entre le vêlage et la première traite est de l'ordre de quelques heures, la teneur du colostrum en vitamine A ne semble pas être sous l'influence de cette durée.

Importance physiologique.

La réserve organique de carotène et de vitamine A des vaches primipares est intacte lorsque survient le vêlage.

TABLEAU XVI

Nom de la vache	Age	Race	Date	Nb. de veaux	Heures après vêlage	N° de la traite	Carotène	Vit. A	Vit. A/Car.
Céline	6	Holl.	3-12-43	3	5	1	1.300	960	0,75
			3-12-43		15	2	2.440	1.960	0,81
			4-12-43		27	3	1.040	1.470	1,4
Florine ...	5 ½	Holl.	9-12-43	2	8	1	2.080	1.630	0,78
			9-12-43		17	2	1.910	1.980	1,04
			10-12-43		29	3	1.095	960	0,87
Agrippine . Ts lait du	4	Holl.	9-12-43	1	2	1	1.850	2.470	1,34
			9-12-43		10	2	1.910	2.270	1,2
			9-12-43		22	3	550	740	1,34
			31-3-44				35	40	1,24
Bondine... Ts lait du	9	Holl.	26-12-43	6	aussitôt	1	1.800	1.200	0,65
			26-12-43		7,30	2	1.300	1.100	0,85
			27-12-43		21	3	520	600	1,2
			28-12-43		44	5	680	650	0,96
			31-3-44				35	—	—
Tartelette . Fs lait du	10 ½	Holl.	31-12-43	6	qq. min.	1	620	335	0,55
			1-1-44		23	3	475	315	0,66
			2-1-44		47	5	230	200	0,87
			31-1-44		71	7	220	240	1,09
							35	65	1,86
Biquette ..	4	Holl.	3-1-44	1	12	2	1.065	2.245	2,1
			3-1-44		24	3	490	760	1,5
			4-1-44		48	5	235	515	2,2
			5-1-44		72	7	165	350	2,1
Périne Ta lait du	4	Holl.	15-2-44	2	2	1	860	1.900	2,2
					14	2	390	265	—
					38	4	220	500	2,25
					43	5	170	500	2,95
					67	7	135	330	2,45
					115	11	45	170	3,8
			15-4-44				25	90	3,6

TABLEAU XVI (suite)

Nom de la vache	Age	Race	Date	Nb. de veaux	Heures après vêlage	N° de la traite	Carotène	Vit. A	Vit. A/Car.
Nadine ...	5	Holl.	6.3.44	2	2	1	335	670	2
					26	3	205	420	2,02
					74	7	170	330	1,94
					98	9	90	180	2
					122	11	60	170	2,8
					182	16	30	85	2,85
							40	45	
lait du			3.3.44				20	65	
			15.4.44						
Chaumine .	7	Holl.	8.3.44	3 (?)	2	1	375	1.420	3,8
					26	3	93	1.030	1,1
					50	5	92	700	7,6
					74	7	120	400	3,35
Delphine . lait du			31.3.44			1	1.040	1.190	1,14
							55	70	1,28
Vonette ...	4	Holl.	31-12-43	1	10	2	2.850	1.150	0,4
			1-1-44		24	3	760	1.100	1,45
			2-1-44		48	5	600	850	1,4
			3-1-44		72	7	260	425	1,6
Rosa	9	Montbél.	4-1-44	3 (?)	10	2	760	1.150	1,55
			5-1-44		24	3	305	500	1,65
			5-1-44		35	4	380	670	1,75
			6-1-44		48	5	340	525	1,55
Chaumette	9½	Holl.	4-1-44			1	530	2.000	3,8
						2	800	1.950	2,45
						3	310	725	2,35
Christine	6½	Holl.	31-12-43	3	6	1	740	2.025	2,75
			31-12-43		15	2	430	1.240	2,8
			1-1-44		30	3	205	660	3,2
			2-1-44		54	5	125	360	2,8
			3-1-44		78	7	90	245	2,7
Maïka	9	Montbél.	28-1-44	5	12	1	240	760	3,15
					21	2	308	426	1,44
					33	3	222	246	1,12
					57	5	192	224	1,17
					84	7	183	164,5	0,9

Il est concevable que les colostras de ces vaches soient les plus riches en vitamine A.

L'exportation de vitamine A pendant la période colostrale est de l'ordre de 20-25 mgr.

Au cours d'une lactation donnant 3.000 litres de lait contenant en moyenne 100 γ de vitamine A par litre, l'excrétion totale de vitamine est d'environ 300-400 mgr. (ce chiffre est un minimum).

L'animal peut-il continuer à mettre en réserve la vitamine A pendant la lactation ? Evidemment non lorsque l'apport de carotène de la ration est nul ou insignifiant.

Mais, même lorsque l'animal est au pâturage et reçoit une quantité considérable de carotène, les réserves ne semblent pas se reconstituer complètement puisque la teneur du colostrum en vitamine A décroît quand le nombre de parturitions augmente.

Il semble donc que cette chute de la teneur en vitamine A est due au vieillissement de l'organisme.

La petite quantité de vitamine A ingérée par les vaches avant vêlage n'a pu augmenter les teneurs des colostras. Il serait toutefois intéressant de vitaminiser hautement les vaches avant vêlage, pendant la période de non lactation. On pourrait peut-être de cette façon augmenter non seulement la teneur du colostrum mais aussi celle du lait en vitamine A.

On sait, en effet, que ce facteur est indispensable pour l'élevage normal du veau et cette tentative, en dehors de son intérêt physiologique, présenterait un intérêt zootechnique certain.

Le tableau XVI mentionne les résultats que nous avons obtenus dans l'étude de la variation de la teneur du colostrum en vitamine A.

CHAPITRE VI

TENEURS COMPARÉES DU LAIT EN LIPIDES, EN CAROTÈNE ET EN VITAMINE A EN FONCTION DE L'INTERVALLE ENTRE DEUX TRAITES CONSÉCUTIVES

1. Il est bien connu que le meilleur moyen pour tarir une vache laitière consiste à favoriser la rétention du lait dans la mamelle. Ce fait a été considéré par quelques auteurs comme étant dû à l'accumulation des produits de la sécrétion, conduisant au ralentissement et à la cessation de l'élaboration comme à la fin d'une réaction chimique régie par la loi d'action des masses.

En faisant varier l'intervalle de temps séparant deux traites consécutives, RAGSDALE, BRODY et TURNER [33] ont montré que la quantité de lait sécrété dans chaque intervalle horaire atteint les 95/100^e de la quantité sécrétée dans l'intervalle horaire pré-

cèdent. HAMMOND [31], après SWETT et Collaborateurs [32], ont pensé que ceci était dû à l'accroissement de la pression provoquée par l'accumulation du lait dans la mamelle à mesure que le temps écoulé depuis la précédente mulsion augmente, et non à l'action chimique des constituants sur la sécrétion lactée. Le lait du matin — obtenu après un long intervalle — a un taux butyreux plus faible que celui du soir, obtenu après un intervalle plus court. Quelques auteurs ont suggéré que ce fait était dû à la résorption de la matière grasse pendant la rétention. La matière grasse se résorbe en partie et cette résorption peut être mise en évidence par l'étude cytologique du lait de rétention. On voit apparaître rapidement dans le lait de rétention des corpuscules granuleux qui ressemblent étroitement aux corpuscules de Donné du colostrum.

Ce sont des éléments phagocytaires qui apparaissent pour favoriser la résorption des substances colloïdales ou des substances en suspension comme la graisse qui ne peuvent passer par dialyse ou par filtration à travers l'épithélium mammaire.

Cependant, pour HAMMOND, cette théorie n'est pas satisfaisante, car s'il y avait résorption de quelque constituant, ce devrait être du plus diffusible (lactose) et non de la matière grasse qui est le constituant le moins diffusible du lait.

De fait, on observe une forte résorption du lactose pendant la rétention. HAMMOND pense néanmoins que la pression intramammaire est seule responsable des différences enregistrées dans les teneurs en matière grasse du lait obtenu après différents intervalles.

La pression agit sur la quantité de graisse produite et sur la composition du lait par deux voies différentes :

- a) Par inhibition du processus d'élaboration ;
- b) En affectant la facilité avec laquelle les globules de graisse tombent à travers les capillaires.

Nous avons voulu chercher si la sécrétion du carotène et de la vitamine A était influencée de la même façon que celle des lipides par l'accroissement de la pression intra-mammaire, et comment se comportent ces corps dans la rétention lactée.

Le facteur A est en effet lipo-soluble, et l'on peut se demander si les lipides, le carotène et la vitamine A subissent le même sort au cours de la sécrétion lactée.

2. *Expérience.* — L'étude a porté sur trois vaches de race hollandaise.

La vache I demeurait en stabulation et recevait 80 à 90 kilo-

grammes de pulpe ensilée et 7 kilogrammes de foin de trèfle de mauvaise qualité.

Les vaches II et III étaient au pâturage et recevaient de ce fait une quantité considérable de carotène.

Dans le premier cas, l'animal était trait trois fois en 24 heures ; la première traite (traite origine) soit à 5 heures soit à 14 heures ; la seconde, après l'intervalle désiré ; la troisième, à l'heure habituelle de la traite (5 ou 14 heures).

Dans le second cas, un repos de 48 heures était accordé à l'animal entre deux intervalles expérimentaux successifs.

Les résultats sont consignés dans le tableau XVII.

TABLEAU XVII

Inter- valle heures	Lipides gr./l			Carotène γ/l			Vitamine A γ/l		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0,5	78	65	55	128	288	162	128	287	142
1	76,5	64	73	—	—	340	—	—	250
1,5	—	57,5	73	—	335	—	—	296	—
2	48	53	50	120	226	318	126	191	270
3	49	50	43	112	265	200	126	178	170
4	38,5	45	—	—	155	—	—	172	—
5	42	—	—	88	—	—	120	—	—
6	—	—	39,5	—	—	141	—	—	162
8	—	35	34	—	—	—	—	—	—
9	34	—	—	88	—	—	96	—	—
10	—	41	35	—	140	—	—	160	—
12	27	31	32	84	156	133	91	142	180
13	28	—	—	105	—	—	87,5	—	—
14	—	27	—	—	—	—	—	—	—
14,5	28	—	—	80	—	—	76	—	—

A. Interprétation et discussion

Les courbes XXIII (a et b) et XXIV montrent qu'il n'y a pas proportionnalité entre les concentrations (teneurs par litre) en lipides et en carotène ou en vitamine A (au moins dans certains intervalles).

Dans les intervalles de 0 h. 5 à 1 h. 5, de 1 à 2 heures, respectivement pour les vaches II et III, la teneur en lipides diminue plus vite que la teneur en carotène ou en vitamine A.

Puis, entre 1 h. 5 et 2 heures dans un cas, entre 2 et 3 heures dans l'autre, il se produit une cassure brusque dans la courbe (qui,

rappelons-le, traduit les variations de la teneur en vitamine A ou en carotène par litre en fonction de la teneur en lipides). Dans cet

FIG. XXIII (a et b)

intervalle, la teneur en vitamine A varie plus rapidement que la teneur en lipides. Puis, pour les intervalles supérieurs à 2-3 heures, il semble qu'il y ait proportionnalité entre la teneur en lipides et la

FIG. XXIV (c)

teneur en vitamine A. Le point « 12 heures » de la vache III est en effet vraisemblablement aberrant.

Lorsque la vache reçoit peu de carotène (I), il existe une seule discontinuité dans la courbe.

Dans les grands intervalles, les quantités totales de carotène et de vitamine A sont sensiblement proportionnelles aux quantités totales de lipides produits (courbe XXIV).

Ainsi, lorsque la pression intra-mammaire est faible, l'élaboration des lipides et le passage de la vitamine A ne semblent pas s'effectuer parallèlement. Dans les deux premières heures de la

sécrétion, l'élaboration des lipides est davantage inhibée par l'accumulation des produits que le passage de la vitamine A du sang au lait. Puis, brusquement le phénomène inverse se produit, et nous ne pouvons, actuellement en déterminer la cause.

Enfin, dans les grands intervalles, l'élaboration des lipides et le passage de la vitamine A semblent s'effectuer parallèlement.

Des difficultés tout à fait indépendantes de notre volonté (expérience effectuée en août 1944) nous ont empêchés d'effectuer un plus grand nombre de prélèvements et de dosages, les moyens de transport, l'électricité et le gaz faisant presque totalement défaut à Paris à ce moment.

Cette étude sur la composition chimique du lait en fonction de l'intervalle entre deux traites consécutives serait à reprendre. Il y aurait lieu d'étudier en détail l'élaboration des différents constituants du lait : des acides gras, des stérols, des phospholipides pour les lipides ; de la caséine, de l'albumine, de la globuline afin d'étudier comment la mamelle effectue la synthèse de la caséine ; étude des éléments minéraux, des diastases et des vitamines enfin.

(A suivre)

SUR UNE AMÉLIORATION APPORTÉE A LA CENTRIFUGATION DANS LE PRODÉDÉ GERBER ET SA RÉPERCUSSION SUR LES ANALYSES DU LAIT (1)

par

M. MARC FOUASSIER

Expert chimiste près les tribunaux

La présente communication a pour but, non seulement de faire connaître une amélioration que j'ai apportée voici quelques années à la partie mécanique, autrement dit à la centrifugation qui intervient dans la méthode Gerber généralement admise dans la pratique laitière pour la détermination de la matière grasse dans le lait, mais encore de montrer par des chiffres la répercussion qu'elle peut avoir sur les résultats de l'analyse.

En effet, depuis la période froide que nous traversons, j'ai été appelé à constater des divergences sensibles et inopinées dans des résultats fournis par des laboratoires de contrôle pour des échantillons semblables et à en rechercher les causes.

Je rappellerai tout d'abord que la méthode Gerber est basée sur la solubilisation de la caséine du lait par l'acide sulfurique en présence d'un peu d'alcool amylique. La réaction s'effectue dans une

(1) Note présentée, par G. Bertrand, à l'Académie d'Agriculture de France, le 6 février 1946.