

UNIVERSITÉ DE LIMOGES
Faculté de Pharmacie

ANNÉE 1992

THÈSE N° 320

**LE LAIT DE CHÈVRE :
Un Produit d'Avenir ?**

THÈSE

POUR LE

**DIPLOME D'ÉTAT
DE DOCTEUR EN PHARMACIE**

Présentée et soutenue publiquement le 22 Juin 1992

par

Pascale JOUHANNET

née le 06 Janvier 1967 à Fresselines (Creuse)

EXAMINATEURS de la THÈSE

Monsieur le Professeur HABIoux	Président
Monsieur le Professeur NICOLAS	Juge
Monsieur BLANCHARD	Juge
Madame DEMAISON, <i>Maître de Conférence</i>	Juge

UNIVERSITE DE LIMOGES

FACULTE DE PHARMACIE

- DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur **RABY**
- ASSESSEURS : Monsieur le Professeur **GHESTEM** (1er Assesseur)
 Monsieur **DREYFUSS**, Maître de Conférences (2ème Assesseur)

PERSONNEL ENSEIGNANT

* PROFESSEUR DES UNIVERSITES

BENEYTOUT Jean-Louis	Biochimie
BERNARD Michel	Physique-Biophysique
BOSGIRAUD Claudine	Microbiologie
BROSSARD Claude	Pharmacotechnie
BUXERAUD Jacques	Chimie Organique, Chimie Thérapeutique
CHULIA Albert	Pharmacognosie
CHULIA Dominique	Pharmacotechnie
DELAGE Christiane	Chimie Générale et Minérale
GALEN François Xavier	Physiologie
GHESTEM Axel	Botanique et Cryptogamie
GUICHARD Claude	Toxicologie
HABRIOUX Gérard	Biochimie
LEFORT DES YLOUSES Daniel	Pharmacie galénique
NICOLAS Jean Albert	Bactériologie et Virologie, Parasitologie
LOUDART Nicole	Pharmacodynamie
PENICAUT Bernard	Chimie Analytique et Bromatologie
RABY Claude	Pharmacie Chimique et Chimie Organique
TIXIER Marie	Biochimie

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE - CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse

Je dédie cette thèse ,

- à mes parents,

pour le soutien et les encouragements qu'ils m'ont apporté tout au long de mes études. C'est grâce à eux si je peux aujourd'hui présenter ce travail. Que ce travail soit le fruit de tout l'amour qu'ils m'ont donné.

- à mon arrière grande tante ,

qui m'a apporté tout son amour et son affection durant les toutes premières années de ma vie et encore aujourd'hui. Que ce travail soit pour toi ainsi qu'à notre regretté Tonton le témoignage de tout l'amour que j'ai pour vous.

- à mon frère Dominique & à Nathalie ma soeur ,

pour leur soutien durant les périodes difficiles.

- à mes grands parents maternels ainsi qu'à tous mes oncles et tantes, avec toute mon affection et mes remerciements.

- à Françoise,

pour l'aide que tu m'a apporté lors de la mise en forme de ce travail.

- à Maryline - Anne - Nathalie - Valérie ,

pour leur aide et leur soutien durant toutes ces années.

- à Marie-Laure et Marie Paule ,

pour leurs encouragements permanents , avec toute mon affection.

- à Monsieur Lasfargeas et son épouse,

pour leur gentillesse durant mon stage de fin d'études.

- à Monsieur le Professeur Habricoux,

Professeur des Universités de Biochimie

qui me fait l'honneur d'accepter la présidence de
de ce jury.

Je vous remercie de l'attention que vous avez bien
voulu porter sur ce travail.

- à Monsieur le Professeur Nicolas,

Professeur des Universités de Bactériologie et Virologie

Parasitologie

qui a bien voulu participer à ce jury.

Je vous remercie de m'avoir ouvert les portes du
Laboratoire Départemental et d'accepter de juger
ce travail.

- à Madame Demaison,

Maître de Conférences

qui a participé à l'élaboration de ce travail. Vous

m'avez souvent conseillée et guidée durant toute
son élaboration.

Veillez trouver ici, l'expression de toute ma
profonde gratitude.

- à Monsieur Blanchard,

qui par l'intermédiaire de Madame Demaison m' a fait
la gentillesse de bien vouloir examiner ce travail.
Je vous remercie d'avoir accepté de participer à ce
jury.

LE LAIT DE CHEVRE

INTRODUCTION

A- COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE

A1- Caractères organoleptiques

- a- couleur
- b- odeur
- c- saveur

A2- Caractères physiques

- a- équilibre acide/base * pH
* acidité titrable
- b- densité
- c- tension superficielle
- d- viscosité
- e- point de congélation
- f- conductivité électrique
- g- index de réfraction

A3- Composition chimique du lait de chèvre

1)-Composition globale

2)-Composition azotée

2a- fraction caséinique

- * α_3 caséines
- * β caséine
- * κ caséine
- * les micelles de caséines

2b- les deux autres principales protéines

- * la β lactoglobuline
- * l' α lactalbumine

2c- les protéines mineures

- * les immunoglobulines
- * lactoferrine et transferrine
- * autre protéines

2d- l'azote non protéique (l'ANP)

3)- La matière grasse

3a- les triglycérides

- * les globules gras
- * la teneur en acides gras

3b- les phospholipides et cérébrosides

3c- le cholestérol et ses esters

4)- Les enzymes

- 4a- la xanthine oxydase
- 4b- la phosphatase alcaline
- 4c- la phosphatase acide
- 4d- la lipase
- 4e- la muramidase ou lysosyme
- 4f- autres enzymes

5)- Les carbohydrates

- 5a- le lactose
- 5b- l'inositol

6)- Les minéraux

- 6a- le chlore et le potassium
- 6b- le sodium
- 6c- le calcium et le phosphore
- 6d- le fer

7)- Les vitamines

- 7a- la vitamine C
- 7b- la vitamine D
- 7c- la vitamine B6 ou pyridoxine
- 7d- la vitamine B12

B-UTILISATION DU LAIT DE CHEVRE COMME ALIMENT DIETETIQUE

**B1- Les méfaits du lait de chèvre et les réticences vis à vis
de son utilisation**

- 1)- Le lait comme agent de transmission des maladies
infectieuses
- 2)- La qualité bactériologique du lait
- 3)- Les mesures nécessaires

B2- Les carences du lait de chèvre

- 1)- La carence en acide folique et vitamine B12
- 2)- La carence en fer
- 3)- Les autres carences

B3- La valeur nutritive du lait de chèvre

- 1)- La valeur des protéines du lait de chèvre
- 2)- La valeur des matières grasses du lait de chèvre

B4- Intérêts et indications du lait de chèvre

- 1)- Le lait face aux réactions allergiques
- 2)- Le lait de chèvre et les personnes âgées
- 3)- Autres intérêts du lait de chèvre

B5- Conditions d'utilisation du lait de chèvre en pédiatrie

C- PRODUITS ACTUELLEMENT COMMERCIALISES CONTENANT DES TCM

C1- Produits destinés aux nourrissons et enfants en bas age

C2- Produits destinés à l'alimentation entérale

C3- Spécialité pharmaceutique contenant des TCM

CONCLUSION

INTRODUCTION

Le lait de chèvre ne fait pas partie comme on pourrait le croire d'une nouvelle vague de mode alimentaire. Sa connaissance remonte en effet à l'antiquité. La chèvre était alors considérée comme un véritable animal domestique - ce qui est encore le cas de nos jours - et son lait était très utilisé notamment chez certains nourrissons. La légende veut qu'en récompense du lait qu'elle donnait pour nourrir Jupiter, Amalthée fut placée parmi les astres et l'on fit de l'une de ses cornes le témoignage de l'abondance. Ainsi, connu depuis l'antiquité (Jacob n'offrit-il pas 200 chèvres à Essäu ?), le lait de chèvre fut apprécié par les nourrissons tant à Rome que lors de la Renaissance. De nos jours, certaines de nos grands mères affirment avoir été nourries au lait de chèvre durant leur enfance.

On reconnaissait alors déjà à ce lait sa grande digestibilité et à la chèvre sa grande faculté d'adaptation et le fait de pouvoir procurer du lait de lactation récente en toute saison.

C'est vers le début de notre siècle que furent jetés les premiers discredits sur le lait de chèvre. En 1906, la British Royal Societe incrimina le lait de chèvre dans la transmission de la

brucellose. Stoltaner en 1922 publia les premières observations d'anémie macrocytaire mégaloblastique (appelée "anémie au lait de chèvre") et cette affirmation fut confirmée par la suite par d'autres auteurs. A la suite de cela on assista à un quasi veto de la part des pédiatres vis à vis du lait de chèvre.

Le lait de chèvre fut alors principalement orienté vers la production fromagère. Toutefois, la consommation du lait de chèvre n'est pas négligeable à l'heure actuelle dans certains pays du Moyen Orient. Aux Etats Unis, en Angleterre, en Australie, en Nouvelle Zélande, il semble exister un regain d'intérêt pour ce lait, de plus en plus utilisé en nutrition humaine, notamment chez certains enfants intolérants aux protéines de lait de vache.

La production mondiale du lait de chèvre était estimée en 1985 à 7,3 millions de tonnes occupant ainsi la troisième place après le lait de vache et de buffonne (Le Jaquen - 1985). Il a été constaté une augmentation de la production laitière caprine au niveau mondial. Dans certains pays comme la Somalie ou le Niger, le lait de chèvre représente la majorité du lait produit, dans certains cas, il occupe une place plus importante : par exemple en Grèce (25 %) et à Chypre (38 %).

L'Europe pour sa part a surtout une vocation laitière puisqu'avec seulement 3% du cheptel, elle représente 21% de la production mondiale de lait de chèvre. On y trouve deux grandes races qui peu à peu ont pris la place des populations locales. Ce sont la race Alpine appelée "French-Alpine" par les américains) et la Saanen française ainsi que des croisements de ces deux races.

La place de ce type de lait étant grandissante, il nous semble intéressant d'étudier sa composition chimique afin de connaître quels avantages ou inconvénients il pourrait amener et éventuellement proposer des utilisations en diététique humaine.

A/ COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE

A1-CARACTERES ORGANOLEPTIQUES

a- la couleur:

Le lait de chèvre contrairement au lait de vache ne contient pas de β carotène. De ce fait, il présente une couleur blanche caractéristique que l'on retrouve dans tous les produits laitiers à base de lait de chèvre comme les fromages ou bien les yaourts, le beurre. Il est à noter qu'il se produit un changement de couleur vers 94-120° où il y a un blanchissement (attribué à la dénaturation protéique) suivi par la suite d'un brunissement dû à l'interaction protéine/sucre.

b- l'odeur:

Fraîchement traité, le lait de chèvre possède une odeur relativement neutre qui a parfois tendance à devenir caprique vers la fin de la lactation.

c-la saveur:

Le lait de chèvre ne présente pas de saveur particulière lorsqu'il est fraîchement traité mais après un stockage au frais (vers 4°) il acquiert une saveur caractéristique.

A2-CARACTERES PHYSIQUES

a- l'équilibre acide/base

*- le pH:

Le lait est un produit naturellement acide du fait de sa teneur en certains éléments : caséines, sels minéraux, ions . (Luquet-1985). C'est ce que l'on appelle l'acidité originelle (Fatoux-1968) .

Selon Jenness et en accord avec les valeurs publiées dans d'autres études, le pH du lait de chèvre apparaît être plus faible que celui du lait de vache. Les valeurs se situeraient dans une fourchette de 6,3 à 6,7 avec une valeur moyenne de 6,53.

En effet, l'acidité varie sous l'effet de certaines infections (mammites), au cours de la traite, selon l'acidité des ferments, et des microbes contenus dans le lait.

*- l'acidité titrable:

Elle est exprimée en acide lactique, sachant que 1 Degré Dornic est égal à 0,1 gramme d'acide lactique par litre de lait. L'acidité titrable varie de 0,1% à 0,26% c'est à dire de 10 à 26 Degré Dornic (°D) mais les chiffres varient beaucoup en fonction de la saison:

- en hiver : une moyenne de 17,5 à 18°D
- au printemps : une moyenne de 19,4 à 21,3°D
- en été : une moyenne de 23 à 24°D
- en automne : une moyenne de 20 à 21°D

Il faut aussi noter que les chiffres peuvent aussi varier selon la propreté du lait , la température à laquelle il a été conservé. A l'heure actuelle le produit qui parvient aux laiteries est un lait propre, non acide et refroidi. (Fatoux - 1973)

b- la densité ou poids spécifique

Le lait de chèvre présente une densité variant de 1,026 à 1,042 avec comme valeur moyenne 1,030 (Fatoux-1973). toutefois, il faut noter que cette densité est influencée par deux facteurs : la teneur en matières grasses ainsi que la teneur en matière sèche. La densité varie approximativement en sens inverse de la quantité de lait produite c'est à dire qu'elle sera maximale en décembre /janvier et minimale en mai/juin.

Cette densité selon Jenness dépend aussi des techniques de mesures ainsi que naturellement de la température à laquelle elles ont été réalisées.

c- la tension superficielle

Il semblerait qu'il n'y ait pas de différences importantes entre les laits de vache et de chèvre , bien que selon Maree, la tension superficielle du lait de chèvre semblerait quelque peu plus faible. Le Mens rappelle que Gamble (1939) et Parkash & Jenness (1968) utilisant la méthode de l'anneau de Noüy à 20°C ont trouvé des valeurs de 52,00 dynes cm⁻¹ pour le lait entier et 55,9 dynes cm⁻¹ pour le lait écrémé. Il faut surtout noter qu'il apparaît quelques différences selon la race caprine considérée : 36 (Holstein), 52 (Friesian) et 78 (Jersey) dynes cm⁻¹. Ceci selon Fatoux pourrait entrer en compte dans la meilleure digestibilité du lait de chèvre.

d- la viscosité

Puri (1963) trouve après une étude basée sur trente et un animaux une viscosité à 27°C variant dans une fourchette de 12,88 à 15,85 mP avec une valeur moyenne de 13,4 mP. La viscosité serait sous la dépendance de la teneur en matières grasses et en matière sèche. Il n'y

aurait cependant pas de variations journalières puisque les laits du matin et du soir auraient la même viscosité.

La pasteurisation pendant trente minutes à une température de 63°C a peu d'effet sur la viscosité alors qu'un chauffage à 80°C pendant seulement une minute l'augmente.

e- le point de congélation

Les valeurs fréquemment trouvées sont de l'ordre de -0,580°C pour le lait de chèvre et de -0,540°C pour le lait de vache. La valeur de ce point de congélation d'environ -0,580°C correspond à une osmolarité de 297 +/- 2,5 mosm/kg H₂O (Jeness -1980) .

Il est important de noter que le mouillage du lait élève son point de congélation vers 0°C. Ceci constitue une technique pour le service des fraudes pour déceler les laits ayant été frauduleusement mouillés.

f- la conductivité électrique

Les mesures de la conductivité s'effectuent à une température de 25°C et sont exprimées en ohm-1 cm-1. Elles seraient selon Jenness de 0,0062 ohm-1 cm-1 et de 0,0052 ohm-1 cm-1 trouvées lors d'une étude sur les chèvres d'Egypte.

La conductivité électrique serait sous la dépendance de la teneur en chlore du lait de chèvre. Ainsi, une conductivité élevée serait due à une concentration élevée en chlore (112 à 154 mg / 100ml) (Parkash et Jenness- 1968).

g- l'index de réfraction

L'index de réfraction du lait de chèvre recherché par Rangappa en 1964 (dans Parkash et Jenness -1968) sur douze échantillons à une température de 40°C a montré qu'il se situait entre les laits de vache et de bufflonne c'est à dire dans une fourchette de 1,3454 et 1,3492 .

A3-COMPOSITION CHIMIQUE DU LAIT DE CHEVRE

Si l'on examine les valeurs globales des principaux constituants du lait de chèvre (tableau I) , on remarque que celui-ci présente une composition ressemblant davantage à celle du lait de vache qu'à celle du lait maternel. Toutefois, il est important de noter que la composition du lait de chèvre varie dans une certaine mesure en fonction de l'espèce, de la production, du stade physiologique de l'animal durant la période de lactation, du niveau et de la qualité de l'alimentation sans oublier les méthodes d'analyse (Le Jaquen - 1981). Jenness (1980) fait aussi remarquer que pour une même race de chèvre, il peut y avoir des variations de composition selon les pays dans lesquels elles sont élevées. Il semblerait donc qu'il existerait une relation étroite entre la composition du lait et l'alimentation de la chèvre que ce soit du point de vue quantitatif ou qualitatif. Il apparaît ainsi que pour les Saanens par exemple la teneur en matières grasses est plus élevée si elles sont élevées en région tempérée qu'en région tropicale. Il met aussi l'accent sur le fait que les races naines ont des teneurs plus élevées en matières grasses - protéines - lactose. Les valeurs que nous allons donc voir par la suite seront donc des valeurs moyennes.

1)- Composition globale :

La composition globale du lait de chèvre rapportée par différents auteurs comparée à celle du lait de vache et du lait maternel se trouve dans le tableau I .

Ces valeurs permettent de faire les constatations suivantes :

Tableau I - COMPOSITION GLOBALE DU LAIT DE CHEVRE

(valeurs données pour 100 ml de lait)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Femme	Vache
Protéines (g)	3,3	3,3	3,2	3,3		2,79±/0,12	3,3	1,1	3,3
Caseines (g)		2,5					2,5	0,4	2,8
Lactalbumine (g)		0,4					0,4	0,35	0,17
Lactoglobuline (g)					0,27				0,3
Mat Grasses (g)	4,5	4,1	4,0-4,5	4,5		3,33±/0,31	4,1	3,5-4,1	3,5
Lactose (g)	4,6		4,6	4,6		4,40±/0,34		6,0-7,2	5,0
Eau (g)			87,5	87,5					90,5
Energie (Kcal)	71	76	71	71			76	69	69
(KJ)	296		296	296			289		
Osmolarité (mosmol)	24,8					30,6		10,1	

Légende:

- (1)- Tripp 1979 - "British Medical Journal"
- (2)- Maree 1978 - "Dairy Goat Journal"
- (3)- Darnton Hill 1987 - "Food Technologie in Australia"
- (4)- Darnton Hill 1985 - "The Medical Journal in Australia"
- (5)- Jenness 1980- "Journal of Dairy Science"
- (6)- Grandpierre 1988 - "Cahier de Nutrition & Dietetique"
- (7)- Swaminathan 1970 - "The Industrial Journal of Nutrition & Dietetic"

- les teneurs en protéines des laits de vache et de chèvre sont similaires et trois fois supérieures à celle du lait maternel ; il en est de même pour les caséines, où elles sont de six à sept fois plus importantes. En ce qui concerne la quantité de lactalbumine, celle-ci est quasi identique dans le lait de chèvre et le lait maternel.

- l'autre différence marquante entre le lait de chèvre et le lait maternel est la teneur en lactose : environ 4,6 grammes pour 100 ml pour le lait de chèvre contre 6 g/100 ml pour le lait de femme.

- on peut noter aussi une teneur en matières grasses légèrement plus élevée pour le lait de chèvre.

Examinons maintenant en détail la composition de chacun de ces éléments.

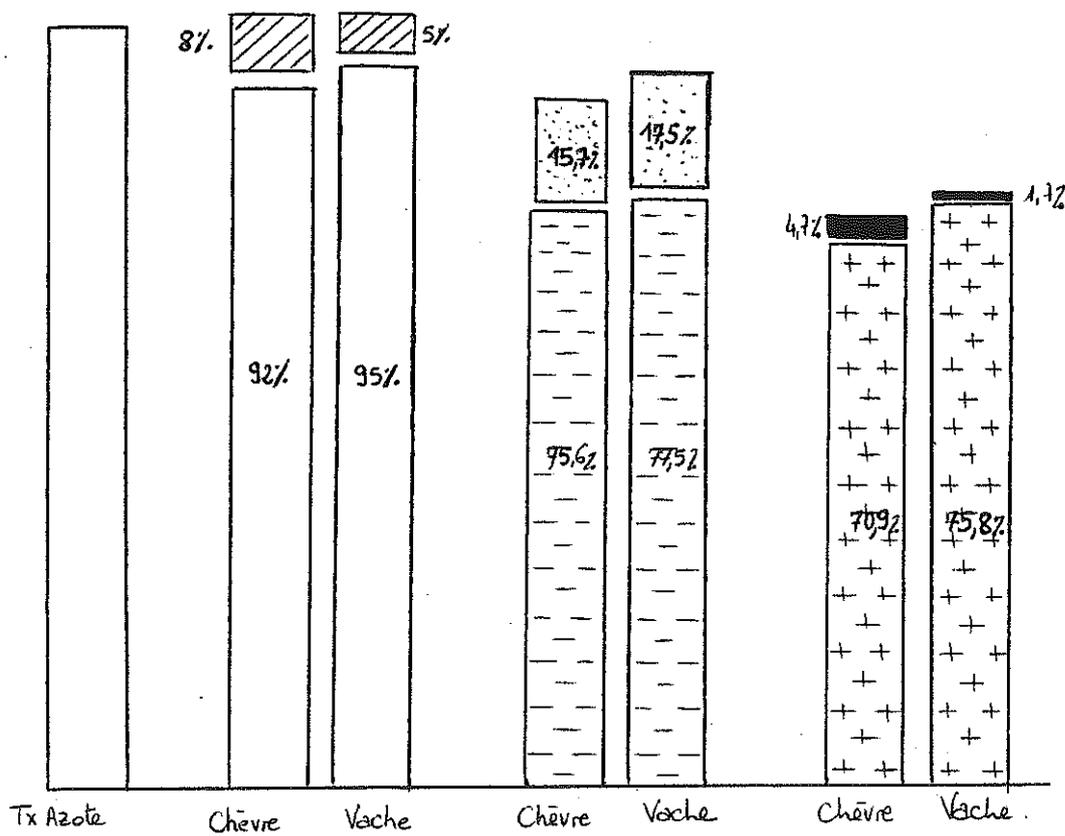
2)- La composition azotée :

La teneur moyenne du lait de chèvre en azote varie de 0,6 % (Jenness et Parkash - 1968 & 1980) à 0,75 % (valeur trouvée par Singh et rapportée par Jenness en 1980). Si l'on examine les valeurs rassemblées dans le tableau II, on constate que globalement les laits de vache et chèvre ont une composition azotée relativement similaire. Cependant, il faut tout de même noter dans le lait de chèvre par rapport au lait de vache des teneurs en matières azotées plus faibles (30,85 g/kg contre 32,66 g/kg) ainsi qu'en protéines (92 % de l'azote total contre 95 %) et en caséines (75,6 % contre 77,5). Ceci est montré par la figure (1).

**Tableau II - COMPOSITION MOYENNE ANNUELLE DU LAIT DE CHEVRE
EN COMPOSES AZOTES ET MATIERES GRASSES TOTALES**

Composants	chevre (g/kg)	Vache (g/kg)	% taux de MAT	
			chèvre	vache
TMG (mat grasse)	33,81	36,15		
T.MAT (mat azotée totale)	30,85	32,66		
T.P (protéines)	28,18	31,05		
T.Cas (caséines)	23,31	25	75,6	77,8
T.PC (prot coagulables)	21,87	24,82	70,9	73
T.NPC(prot non coagulables)	6,31	6,70		
T.ANP(azote non protéique)	2,67	1,61	8,7	5,2
T. Urée	0,385 (43,1 % ANP)			

d'après "Le Lait" Grappin -1981 et "Revue des ENIL n°109"



LEGENDE-

-  Protéines
-  Azote Non Protéique
-  Taux de Caséine
-  Protéines Solubles
-  Para Caséine Soluble
-  Protéines Coagulables

Figure 1- Schématisation de la composition de la fraction azotée.

d'après Le Mens - La Chèvre n°153 - & - Revue des ENIL n°109 -

Elle permet aussi de constater la plus forte teneur en azote non protéique (ANP) du lait de chèvre : 8 % de l'azote total contre 5 % pour le lait de vache.

Des méthodes d'isolement et de caractérisation similaires à celles du lait de vache ont été utilisées pour l'analyse des protéines du lait de chèvre. Ainsi, les cinq principales protéines présentent sont:

- α lactalbumine
- β lactoglobuline
- α_2 caséine
- β caséine
- κ caséine

Elles ont ainsi été nommées parce qu'elles apparaissent de part leur composition et leurs propriétés être similaires à leurs homologues bovines (Jenness - 1980). Toutefois, l'alpha α_1 caséine présente dans le lait de vache ne semble pas à l'heure actuelle avoir été isolée dans de nombreux échantillons de lait de chèvre. En effet, bien qu'ayant été isolée dans certains échantillons de lait de chèvre, une valeur moyenne fiable ne peut être établie avec précision. D'autre part, bien que ces cinq protéines soient présentes dans les deux types de lait, elles n'apparaissent pas dans chacun avec des proportions similaires.

2a- la fraction caséinique :

Le tableau III indique les proportions des différents types de caséine dans le lait de vache et de chèvre. Celles-ci ont pu

Tableau III - ANALYSE PROTEIQUE

	Lait de chevre		Lait de vache
	(1)	(2)	(2)

Protéines totales			
(g/l)	27,2		31,05
Caséines (g/l)	21,1	23,31	25
ANP (% N total)	6,3	8,7	5
Caséine s1	5,6	5	35
s2	19,2	25	10
B	54,8	50	40
k	20,4	20	15
(% des caséines totales)			
lactalbumine /			
	0,63		0,4
B lactoglobuline			
(g/100ml)			

(1) Revue Laitière Française n° 446 - 1985 - Remeuf & Lenoir

(2) Lait et Produits Laitiers - Le Jaouen - Tome I, Partie 3 - 1985

être établies par électrophorèse. Il apparaît ainsi que la β caséine est, du point de vue quantitatif, le constituant majeur des protéines du lait de chèvre. On note aussi, dans ce lait, une plus forte proportion d' α_s caséine par rapport au lait de vache. Etudions séparément chacune de ces caséines.

$2a_1 - \alpha_s$ caséines

C'est le groupe de caséine le plus rapide lors de l'électrophorèse de la fraction protéique mais du point de vue quantitatif, il représente la plus faible proportion des caséines si l'on considère l' α_s caséine.

Il a été supposé par Jenness (1980) que la faible amertume des fromages de chèvre serait due à une plus faible concentration en α_s caséine (ou bien même absence totale dans certains échantillons de lait) . (Darnton Hill - 1987)

Cette faible teneur en α_s caséine procure aussi un avantage pratique. En effet, elle permet, par l'intermédiaire des méthodes de l'électrophorèse, de détecter la falsification du lait de chèvre avec du lait de vache.

$2a_2 - \beta$ caséine

Comme il a été signalé précédemment, les β caséines sont quantitativement le composé protéique le plus important. Peu d'études ont été effectuées à leur sujet. Richardson et Creamer auraient isolé 2β caséines de chèvre ; celles-ci auraient la même composition en acides aminés et différeraient seulement par le fait qu'elles possèderaient respectivement 5 et 6 groupements phosphates pour la β_1 et β_2 . (Jenness -1980)

2a₃ - κ caséine

C'est la seule caséine dont la séquence en amino acides ait été entièrement déterminée. Selon Jenness (1980), elle diffère de son homologue bovine par le fait qu'elle possède 171 acides aminés au lieu de 169. La κ caséine caprine possède une molécule de Valine au lieu d'une molécule d' Histidine aux positions 132 et 133. Les κ caséines des deux types de lait présentent toutes deux une molécule de Phénylalanine en position 105 et une de Méthionine en 106. C'est entre ces deux résidus que s'effectue l'hydrolyse de la κ caséine formant ainsi deux fragments appelés

- parakcaséine (résidus 1 à 105)
- caséinomacropeptide (résidus 106 à 171)

2a₄ - les micelles de caséine

Il a été remarqué qu'à la suite d'une centrifugation, la sédimentation des caséines du lait de chèvre n'était pas aussi totale que celle du lait de vache. Bien que comme dans le lait de vache, les caséines du lait de chèvre soient présentes sous forme de micelles, la taille de ces derniers est différente dans les deux types de lait. Le diamètre moyen des micelles comme l'indique le tableau IV est de 260 nano mètre. Cette valeur énoncée par Remeuf et Lencir dans la "Revue Laitière Française" est en désaccord avec celles fournies par Jenness en 1980 dans "Journal of dairy science". Selon ce dernier, il y aurait effectivement des micelles dont le diamètre serait d'environ 200 nm mais la majorité serait en dessous de 80 nm de diamètre. Ainsi, selon Jenness , la proportion de micelles de petite taille est beaucoup plus grande dans le lait de chèvre que dans celui de vache. Cette hypothèse est aussi énoncée par Le Mens (dans "Lait et produits laitiers" - 1985) et

Tableau IV - STRUCTURE MICELLAIRE

	Chèvre	Vache
Caseïne non centrifugeable (% de caseïne totale)	8,7	5,7
Diamètre moyen des micelles (nanometre)	260	180
Hydratation des micelles (g/ g de Matière sèche)	1,77	1,9
Minéralisation des micelles (g de Ca / 100 g caseïne)	3,6	2,9

d'après REMEVE & LENOIR - " Revue Laitière Française " -1985 n°446

apparaît être la plus plausible dans la mesure où elle serait plus en accord avec la bonne digestibilité du lait de chèvre.

Le tableau IV montre qu'en dehors des considérations de taille, il existe des différences de composition dans les micelles des deux types de lait. Les micelles de caséines du lait de vache contiennent plus de calcium et de phosphore inorganique que celles du lait de chèvre:

- chèvre: 35,4 mg de Ca / g de caséine (Jenness - 1980)
- vache: 36 mg de Ca / g de caséine (calculée à partir des données de Lencir - 1985)

- chèvre: 25,5 mg de P i / g de caséine
- vache: 30,37mg de P i / g de caséine (mêmes références)

On remarque aussi une plus faible hydratation des micelles du lait de chèvre. Ainsi, la minéralisation plus élevée et l'hydratation plus faible des micelles de caséine du lait de chèvre par rapport au lait de vache lui confère une faible stabilité thermique. (Le Mens)

A l'exception des différences notées précédemment, les micelles des deux types de lait ont une composition similaire:

- 15,55 % Azote dans le lait de chèvre contre 15,35 % lait vache		
- 0,78 % Phosphore	" "	0,85 % " "
- 0,39 % Hexoses	" "	0,38 % " "
- 0,31 % Hexosamines	" "	0,36 % " "
- 0,72 % Souffre	" "	0,77 % " "
- 0,13 à 0,30 % ac N acétyl Neuraminique "		0,36 % " "

En résumé, il semble toutefois y avoir des différences marquantes entre les micelles des caséines des deux types de lait, celles-ci sont probablement attribuées à l'absence ou tout du moins à la faible teneur en α S₁ caséine du lait de chèvre.

Pour conclure ce paragraphe sur la fraction caséinique, il faut aussi ajouter que la caséine entière du lait de chèvre contient moins d'acide glutamique, d'arginine, d'acides aminés souffrés comme la méthionine que le lait de vache mais plus d'histidine et de glycine.

2b- Les deux autres protéines principales du lait de chèvre: l' α lactalbumine et la β lactoglobuline.

2b₁ - la β lactoglobuline

Cette protéine absente dans le lait maternel, est la protéine allergisante majeure du lait de vache. La β lactoglobuline caprine est ainsi nommée en raison de sa similitude avec la lactoglobuline bovine. Des méthodes immunologiques ont permis à Jokhe de quantifier cette protéine : 240 mg / 100 ml. Il semble ainsi que le lait de chèvre ait une teneur légèrement plus faible en β lactoglobuline (moins de 300 mg / 100 ml pour le lait de vache). (Jenness - 1980)
Ainsi cette moindre teneur en β lactoglobuline peut aussi être prise en compte lorsque l'on évoque la meilleure digestibilité du lait de chèvre par rapport au lait de vache.

L'analyse de cette protéine du lactosérum montre que, tout comme son homologue bovine, elle est constituée d'une chaîne polypeptidique de 162 résidus d'acides aminés. Toutefois, les lactoglobulines des deux types de lait diffèrent entre elles en six positions incluant les deux résidus terminaux. Voyons quelles sont ces différences:

- l'N terminal Leucine de la Ig bovine est remplacé par Ile
- l'Asp en position 53 -----> Asn
- l'ASP en position 130 -----> Lys
- la Ser en position 150 -----> Ala
- la Glu en position 158 -----> Gly
- l' Ile en position 162 -----> Val

(Jenness -1980)

En ce qui concerne la structure globale en acides aminés, Parkash en 1968 a noté que la lactoglobuline de chèvre par rapport à la lactoglobuline bovine contenait deux fois plus de glycine et valine, une fois moins d'isoleucine et deux fois moins de leucine. Elles diffèrent aussi de part leur point isoélectrique qui est de 5,9 pour la lactoglobuline caprine. Elles pourront aussi être distinguées l'une de l'autre de façon immunologique par la technique de fixation du complément.

2b₂ - l' α lactalbumine

L' α lactalbumine est la dernière des cinq principales protéines du lait de chèvre; elle représente environ 7,1 % des protéines du sérum (Le Mens dans " Lait & Produits Laitiers" - 1985) soit du point de vue quantitatif environ 220 mg / 100 ml (Jenness -1980) alors que le lait de vache n'en contient que 120 mg / 100ml. Maree en 1978 et Swaminathan en 1970 avaient noté des teneurs plus élevées et dans le lait de chèvre et dans le lait de vache : 400 mg / 100 ml (chèvre) et 170 mg / 100 ml (vache). En dépit de la difficulté à trouver des valeurs homogènes, on peut malgré tout conclure que l'lactalbumine caprine (ainsi nommée car semblable à son homologue bovine) se trouve en quantité deux fois plus importante dans le lait de chèvre que dans le lait de vache.

Cette protéine est constituée d'une chaîne polypeptidique de 123 résidus d'acides aminés et elle diffère en douze points de son homologue bovine. L'une d'elle se situe à la position 10 où la Gln de l' α lactalbumine caprine est de l'Arg chez l' α lactalbumine bovine (Jenness - 1980). Toutefois, différentes analyses optiques ont montré que la conformation de l' α lactalbumine caprine apparaissait similaire à son homologue bovine. Comme pour la β lactoglobuline, l' α lactalbumine est clairement distinguée de celle du lait de vache par la technique de fixation du complément, par immunodiffusion et absorption d'anticorps sur colonne.

Il est aussi important de noter que l' α lactalbumine caprine réagit immunologiquement de façon croisée avec son homologue bovine. Ceci serait donc en faveur d'une certaine analogie sur le plan structural.

2c- Les protéines mineures

2c₁ - les immunoglobulines

Le lait de chèvre comme le lait d'autres ruminants contient des immunoglobulines des principales classes, la proportion d'immunoglobuline G étant la plus importante. Jenness en 1980 a rapporté que Pahud et March avait pu, grâce à des méthodes immunologiques, évaluer les concentrations respectives de chaque type d'immunoglobuline dans le lait mature. Les valeurs trouvées sont les suivantes:

- 30 à 80 μ g d'Ig A
- 10 à 40 μ g d'Ig M
- 100 à 400 μ g d'Ig G

Il est intéressant de noter que ces valeurs sont nettement plus élevées dans le colostrum. Les fourchettes de valeurs trouvées pour le lait de chèvre sont similaires à celles trouvées dans le lait de vache. En effet, le jeune veau - et il en est probablement de même pour le jeune chevreau - ne possède pas d'Ig G circulantes. Celles-ci sont apportées par le colostrum dès les premiers jours de la vie (le colostrum est riche en immunoglobulines) puis par la suite dans une moindre mesure par le lait jusqu'à ce qu'il soit en mesure de synthétiser ses propres immunoglobulines G. Ce n'est pas du tout le cas pour le nouveau né humain puisque celui-ci aura reçu des Ig G de sa mère par la voie transplacentaire. De ce fait, le lait maternel et surtout le colostrum humain possède comme anticorps prédominant des immunoglobulines A sécrétoires. Ces derniers sont d'ailleurs présents aussi dans le lait de vache et le lait de chèvre.

2c₂ - la lactoferrine et la transferrine

Oram et Reiter (dans Jenness - 1980) ont isolé la lactoferrine du lait de chèvre. D'après leurs études, il semblerait que le lait de chèvre contienne de 20 à 120 μg / ml de lactoferrine. Ces valeurs sont similaires à celles rencontrées dans le lait de vache mais à l'opposé elles sont bien différentes de celles du lait maternel. Celui-ci contient en effet plus de 2 mg / ml de lactoferrine et moins de 50 μg de transferrine (Jenness - 1980). En ce qui concerne le lait maternel, cette protéine ne serait pas saturée en fer (de 1 à 25 pour cent selon les auteurs) et il semblerait que la majeure partie du fer soit liée aux caséines et à la membrane des globules gras. Selon Masson et Blanc, lorsqu'elle est insaturée, la lactoferrine pourrait être un agent bactériostatique agissant in vivo dans les sécrétions et le tube digestif des nouveaux-nés nourris au lait maternel. A ma connaissance, une telle activité pour la lactoferrine de chèvre n'a pas encore été démontrée.

2c₃ - autres protéines mineures

* La prolactine : trouvée par Malven (dans Jenness - 1980) par des méthodes radio-immunologiques, elle serait présente à une concentration moyenne de 44 +/- 5 ng / ml ; le lait de vache aurait une teneur moyenne de 50 +/- 1 ng /ml.

* La sérum albumine : si l'on compare sa teneur respective dans les laits de vache et chèvre , on peut constater que le lait de chèvre contient beaucoup moins de sérum albumine que le lait de vache.

En conclusion, bien que les protéines du sérum représentent 20,4 % du total azoté, proportion voisine de celle du lait de vache , les différentes fractions azotées se répartissent différemment dans les deux types de lait.

2d- l'azote non protéique (ANP)

Les matières azotées du lait de chèvre peuvent grossièrement se diviser en deux parties:

- les protéines que l'on vient d'étudier précédemment et qui représentent 92 % de l'azote du lait

- une fraction azotée non protéique d'où son nom d'azote non protéique (ANP) que l'on va maintenant étudier. Il faut noter que cet ANP sera éliminé dans le lactosérum.

D'après le schéma (1), on constate que l'ANP représente 8 % du total azoté pour le lait de chèvre contre 5 % dans le lait de vache. Toutefois, dans les deux cas le composé majeur de l'ANP est l'urée puisqu'elle représente plus de la moitié de la teneur globale. La composition globale de l'ANP déterminée par Basu en 1952 et rapportée par Le Mens ainsi que par Parkash et Jenness en 1968 est la suivante :

- (- urée 65 %
- (- créatinine 1,3 à 1,5 %
- (- créatine 2,0 %
- (- ammoniac (NH₃) 0,8 %
- (- acide urique 0,6 %
- (- acides aminés libres 17 %
- (- composés indéterminés 13,8 % du total

Du point de vue quantitatif, cette fraction azotée non protéique est d'environ 0,25 g/ 100 ml pour le lait de chèvre et de 0,16 g / 100 ml pour le lait de vache. (B.Mietton - "Revue des ENIL n°109)

L'acide orotique serait aussi un des composés de l'ANP ; selon Hallanger, il représenterait environ 3 % de l'ANP total alors que Johke (1963) estime qu'il serait présent en plus faible quantité. (Parkash et Jenness -1968). Des nucléotides solubles seraient aussi également présents, toutefois, leur étude révèle des différences entre les laits de vache et de chèvre. (Le Mens -1981)

3)- La matière grasse :

La teneur moyenne du lait de chèvre en lipides totaux est d'environ 4,2 g / 100 ml (+/- 0,31 g). Cette teneur évolue de façon significative au cours de la lactation. En effet, les valeurs les plus élevées se situent au début de la lactation (janvier - février) diminuent rapidement puis plus progressivement, les teneurs les plus faibles étant trouvées aux mois de juin et juillet (Grandpierre - 1988). Toutefois, si l'on observe les valeurs de la matière grasse du lait de chèvre rassemblées dans le tableau I, on constate que la valeur trouvée pour le lait français est plus faible que pour les autres échantillons étudiés notamment en Angleterre et en Australie. Cette constatation rejoint la remarque faite pour les protéines qui sont elles aussi en quantité moindre par rapport aux autres échantillons.

Il faut noter que la composition en acides gras du lait de chèvre est similaire à celle du lait de vache bien que les proportions soient différentes - ce que nous étudierons ultérieurement.

Les lipides du lait de chèvre sont principalement constitués par :

- des triglycérides (98 à 99 % des lipides)
- esters du cholestérol
- phosphatidyléthanolamine
- phosphatidylsérine

(Darton Hill - 1987)

Ces lipides sont présents sous une forme particulière appelée globules gras. Les triglycérides qui représentent

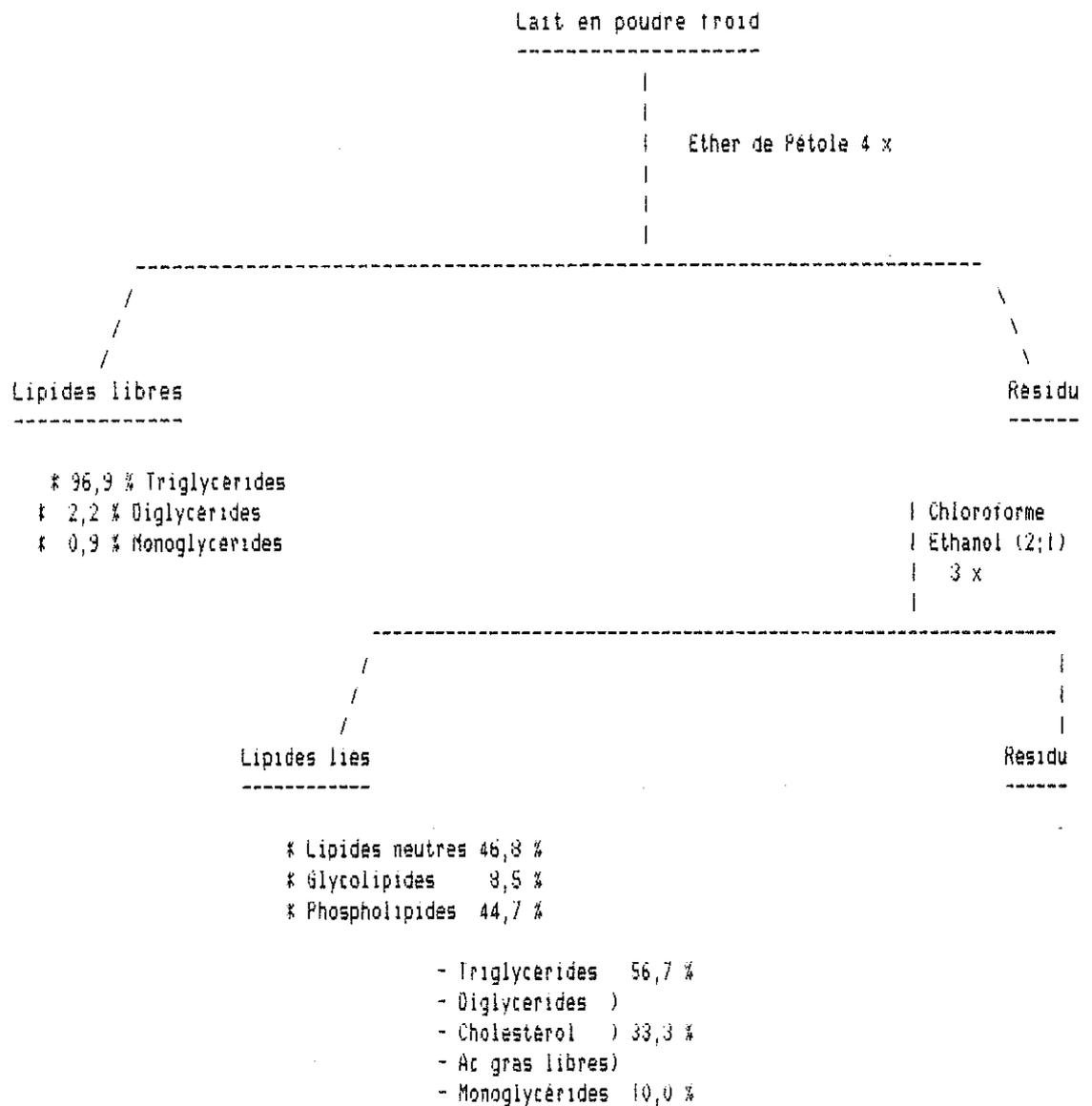


Figure (2)- Schema d'extraction lipidique & des fractions lipidiques presentes.

Cerbulis - Parkes "Journal of Dairy Science" - 1982

la quasi totalité des lipides du lait de chèvre constituent la structure des globules gras ; les mono et diglycérides ne représentent quant à eux que 0,5 % des lipides.

3a- Les triglycérides

3a₁ - les globules gras

La matière grasse du lait de chèvre se présente sous la forme d'une émulsion de globules gras qui bien que similaires à ceux présents dans le lait de vache ont un diamètre proportionnellement plus petit: 65 % des globules gras ont un diamètre inférieur à 3μ contre 43% pour ceux du lait de vache (Le Mens). Cependant, on trouve aussi une certaine proportion de globules plus importants de part leur taille mais présents en quantité moindre. Il faut aussi noter qu'à taux butyreux identiques, le lait de chèvre contient deux fois plus de globules gras et possède un diamètre micellaire moyen plus faible : $1,99 \mu$ contre $3,53$ pour le lait de vache. La présence de ces nombreux petits globules et l'absence d'agglutinines entraînent un phénomène de crémage moins rapide et moins marqué que celui du lait de vache mais aussi lui confèrent des propriétés nutritionnelles particulières (Mietton - "Revue des ENIL n°109). En effet, selon Le Mens, un lait dont les micelles gras auraient un diamètre inférieur à 5μ de diamètre verrait son temps de séjour dans l'estomac diminuer. Ce fait serait donc en faveur d'une meilleure digestibilité du lait de chèvre par rapport au lait de vache et expliquerait les recommandations faites par les médecins des Etats Unis, du Canada, de l'Australie pour son utilisation dans l'alimentation des enfants et des vieillards.

Toutefois, il faut remarquer qu'une pasteurisation à 63° durant trente minutes augmente la taille des globules gras d'environ 12 % . En effet, il y aurait fusion des globules gras entre eux et donc diminution de leur nombre global. De ce fait, il semblerait donc que la pasteurisation n'apporte pas un plus par rapport au lait frais puisqu'elle diminuerait même sa digestibilité.

3a₂ - la teneur en acide gras du lait de chèvre

En ce qui concerne la nature de la membrane des globules gras, celle-ci apparaît être similaire à la membrane plasmique enveloppant les globules gras lors de la sécrétion. Elle contient un grand nombre de composés protéiques, des phospholipides, des cérébrosides, des gangliosides et des stérols.

Olmedo et son équipe ont, en 1979, grâce à l'utilisation de la chromatographie en phase gazeuse permis l'identification dans la graisse du lait de chèvre de trente huit acides. Parmi eux, onze sont dits principaux et les vingt sept restant sont secondaires. Les acides gras principaux identifiés sont:

- acide butyrique C1
- acide caproïque C6
- acide caprilique C8
- acide caprique C10
- acide laurique C12
- acide mirystique C14
- acide palmitique C16
- acide stéarique C18
- acide oléique C18:1
- acide linoléique C18:2
- acide linoléinique C18:3

Tableau V- PROPORTION RELATIVE DES ACIDES GRAS DE LA MATIERE
GRASSE DES LAITS DE VACHE ET DE CHEVRE

	Chevre		Vache
	(1)	(2)	(1)
Ac butyrique C4	0,7	2,6	1,4
Ac caproïque C6	2,4	2,3	2,2
Ac caprylique C8	3,2	2,7	1,8
Ac caprique C10	8,7	8,4	3,6
Ac laurique C12	4,7	4,5	4,0
Ac myristique C14	10,7	11,1	13,0
Ac palmitique C16	28,5	28,9	30,2
Ac stéarique C18	13,0	7,8	13,7
Ac oléique C18:0	25,2		21,1
Ac linoléique C18:2	2,9		3,0

Légende:

(1)- compilations de valeurs d'après Le Mens

(2)- compilations de valeurs d'après Swaminathan & Daniel

Ce contenu en principaux acides gras de la matière grasse du lait de chèvre, se trouve résumé dans le tableau V . En accord avec les valeurs notées et l'opinion de la majorité des auteurs, tous mettent en relief la forte teneur du lait de chèvre en C10 (ac. caprique). En effet, Parkash & Jenness, Le Mens, Olmedo et d'autres mettent l'accent sur la richesse du lait de chèvre en acides gras saturés à chaînes moyennes: de C6 à C12 . Ainsi, Le Mens constate que sur le pourcentage d'acides gras saturés totaux (de 65,9 à 71,9 %), les chaînes de C4 à C12 représentent 20 % pour le lait de chèvre contre 14 % pour le lait de vache.

Gattuso et Tazio estiment que la moyenne de la somme de C8, C10 et C12 atteint 16,77 % chez la chèvre contre 6,3 % chez la vache alors que le total des acides gras insaturés présente des valeurs inverses : 26,15 % pour le lait de chèvre contre 36,37 % pour le lait de vache.

Toutefois, il ne faut pas oublier que la teneur en acides gras est sujette à des variations en fonction du nombre de chèvres de l'échantillon, de la race, du fait que ce soit du lait individuel ou du lait de mélange, mais aussi plus particulièrement du stade physiologique de la femelle ainsi que de la nature de la ration alimentaire. En effet, selon Le Mens, une alimentation riche en foin, en fourrage vert et ensilage aurait comme conséquence d'augmenter le taux butyreux et d'avoir une matière grasse riche en acides gras saturés à chaînes moyennes et en C16 et, relativement pauvre en acides gras insaturés. Au contraire, une ration à base de fourrage broyé et granulés augmente le pourcentage d'acides gras insaturés et diminue celui des acides gras saturés.

Par ailleurs, selon Darnton Hill, les trois acides gras volatils principaux, l'acide caproïque (C6), l'acide caprylique (C8) et l'acide caprique (C10) seraient responsables de la saveur spécifique des produits laitiers à base de lait de chèvre. En outre, ces

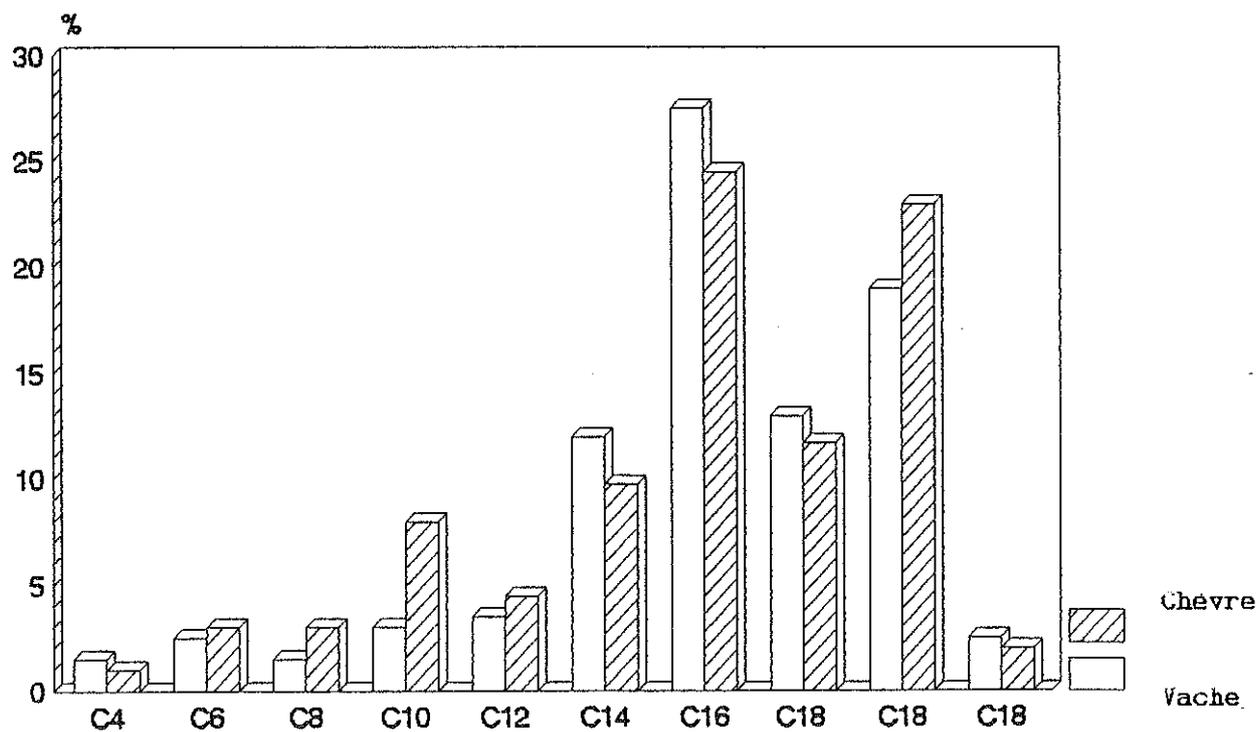


Figure 3 - Proportions relatives des acides gras de la matière grasse des laits de vache et de chèvre.

d'après Mietton - Revue des ENIL n° 109 -

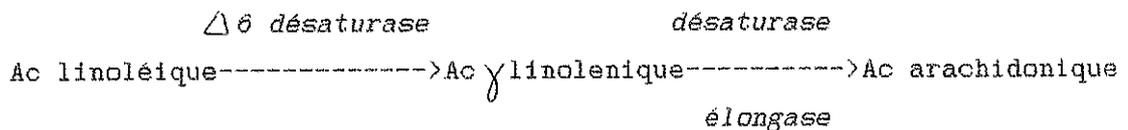
triglycérides ayant de 8 à 12 atomes de carbone sont dits triglycérides à chaînes moyennes et possèdent ainsi des propriétés particulières par rapport aux autres acides gras. Ils sont en effet plus hydrosolubles et moins tensioactifs. Par ailleurs, étant plus facilement hydrolysable, l'action de la lipase sera plus rapide et plus complète. La lipase du lait de chèvre (différente de celle du lait de vache) réaliserait en outre une lipolyse plus précoce de la matière grasse. Ainsi, ce type de triglycérides pourra être absorbé même en l'absence de sels biliaires et traverser les entérocytes sans reformer de triglycérides et ainsi gagner directement la voie porte.

Ceci est plus particulièrement intéressant pour les personnes chez qui la digestion ou l'absorption des lipides alimentaires est perturbée soit au niveau de l'hydrolyse préalable soit au niveau de l'absorption elle-même. Il apparaît ainsi l'intérêt de l'utilisation du lait de chèvre chez les personnes âgées qui sont soumises très souvent à des perturbations digestives et métaboliques.

En ce qui concerne la teneur en acides gras monoinsaturés, ceux-ci représentent 35 % des acides gras dosés. C'est l'acide oléique qui est le plus abondant (30,5 %). Dans la catégorie des acides gras polyinsaturés (environ 5 %), on note la présence d'acide linoléique (3,1 %), de l'acide linoléique sous forme alpha en faible quantité (0,09 %) et sous forme gamma (1,3 %) ainsi que de l'acide arachidonique (0,25 %). (Grandpierre - 1988)

Ainsi le lait de chèvre comporte donc des acides gras dits essentiels ou indispensables. C'est le cas par exemple de l'acide arachidonique chez les personnes âgées. En effet, cet acide étant surtout présent dans les produits animaux tels que la viande rouge, le foie, les oeufs, on remarque l'intérêt de l'utilisation du lait de chèvre dans l'alimentation des personnes âgées puisqu'elles éprouvent généralement un dégoût vis à vis de l'alimentation carnée. On note aussi la présence d'acide gamma linoléique ainsi que d'acide

linoléique nécessaire durant la période de croissance des enfants. Ces acides gras possèdent aussi , à une plus forte teneur un rôle hypocholestérolémiant. La présence de cet acide gamma linoléique est surtout très importante pour l'alimentation des personnes âgées. En effet, chez les vieillards , la $\Delta 6$ désaturase , enzyme permettant la dégradation de l'acide linoléique en acide γ linoléique , est très peu fonctionnelle. Ainsi, la consommation de lait de chèvre leur permettra un apport direct d'acide gamma linoléique qui sera par la suite dégradé en acide arachidonique.



3b- Les phospholipides et les cérébrosides

Les phospholipides représentent de 0,5 à 1 % des lipides du lait de chèvre soit 30 à 40 mg / 100 g de lait, ceci étant l'équivalent de 8 à 10 mg / g de matière grasse (Jenness - 1980). Environ 40 % des phospholipides totaux, que ce soit dans le lait de vache ou de chèvre, se trouvent dans la phase non grasse du lait , le reste étant présent dans la membrane des globules gras. Ils y jouent un rôle important puisque comportant des groupements lipophiles et hydrophiles, ils permettent la stabilité de l'émulsion (Le Mens). Toutes les classes habituelles de phospholipides sont présentes :

Tableau VI- COMPOSITION EN PHOSPHOLIPIDES DE LA MEMBRANE
DES GLOBULES GRAS

	<u>Patton</u>	<u>Kataoka</u>
Phosphatidyl ethanolamine	25,5 %	33,3 %
Phosphatidyl choline	27,6 %	25,7 %
Phosphatidyl serine	9,6 %	6,9 %
Phosphatidyl inositols	1,4 %	5,6 %
Sphingomyeline	35,9 %	27,9 %

d'après Jenness - 1980

- phosphatidyl choline (lécithine)
- phosphatidyl éthanolamine (céphaline)
- phosphatidyl sérine
- phosphatidyl inositols (lipositols)
- sphingomyéline

Patton (in Jenness - 1980) a trouvé que les proportions et les types de phospholipides présents étaient similaires que ce soit dans la phase de lait écrémé ou dans la membrane des globules gras. Le tableau VII rapporte la composition en phospholipides des globules gras. Leur teneur varie en fonction de l'individu, de la race, de l'alimentation, de l'inflammation des mammelles.

Kayser et Patton ont remarqué que les cérébrosides, la glucosyl céramide et la lactosyl céramide étaient distribuées entre les globules gras et les fractions écrémées du lait de chèvre. La teneur totale en cérébrosides du lait de chèvre est de 2,5 mg / 100 ml, 56 % étant présent dans les globules gras et 44 % dans le lait écrémé. La différence notable entre les céramides de ces deux phases vient du fait que ceux présents dans les globules gras contiennent une forte proportion d'acides gras à longues chaînes (Jenness - 1980).

3c -Le cholestérol et ses esters

La teneur moyenne en cholestérol du lait de chèvre varie dans une fourchette de 10 à 20 mg / 100ml bien que certains tel que Azim (in Jenness - 1980) aient trouvé une valeur beaucoup plus faible de seulement 3 mg / 100 ml. Le colostrum est beaucoup plus riche en cholestérol que ne l'est le lait mature (environ 40 mg / 100 ml) . La plus grande proportion se trouve de loin être présente sous forme libre

(568 mg / 100 g de matières grasses) ; seule une petite partie est présente sous forme estérifiée (52,2 mg / 100 g de MG). Cette teneur semble avoisinée celle présente dans le lait de vache.

Le cholestérol représente par ailleurs 91 % des substances insaponifiables soit 420 mg / 100 g de matières grasses. L'ensemble de ces composés représente 460 mg / 100 g de matières grasses. Ce sont pour la majeure partie des hydrocarbures, des acides gras libres, des pigments (absence toutefois comme on a pu le voir précédemment de bêta carotène), des vitamines liposolubles, des corps cétoniques et des stérols (Le Mens).

4)- Les enzymes :

Le lait de chèvre comporte cinq enzymes principales que sont:

- la xanthine oxydase
- la phosphatase alcaline
- la phosphatase acide
- la lipase
- la muramidase ou lysozyme

Etudions en détail chacune de ces enzymes.

4a- la xanthine oxydase

C'est une oxydo-réductase associée à la membrane des globules gras. L'activité de la xanthine oxydase est généralement beaucoup plus faible dans le lait de chèvre que dans le lait de vache (Parkash et Jenness - 1968). Hart a trouvé à partir de vingt cinq échantillons sur cinq chèvres une moyenne de 44 $\mu\text{l O}_2 / \text{h} / \text{ml}$ contre 486 $\mu\text{l O}_2 / \text{h} / \text{ml}$ pour vingt huit échantillons recueillis sur cinq vaches. Par ailleurs, selon Jenness, cette faible teneur en xanthine oxydase dans le lait de chèvre ne semble pas due à un manque de molybdène. Toutefois, Grosseland (dans Parkash et Jenness-1968) a montré que l'administration de tungstène dans l'alimentation diminuait la teneur en xanthine oxydase du lait de chèvre. Ceci semble dû à une compétition entre le tungstène et le molybdène qui est le constituant essentiel de l'enzyme. Mais, selon Le Mens, la variation de la teneur en cette enzyme serait surtout liée au stade de lactation.

4b- la phosphatase alcaline

Le lait de chèvre quelle que soit la saison contient trois fois moins de phosphatase alcaline que le lait de vache. Sa teneur varie de 11 à 13 mg / l; elle est adsorbée à la surface de la membrane des globules gras ou associée aux lipoprotéines. Selon Le Mens, la teneur est influencée par le stade de lactation : elle augmente de la phase colostrale jusqu'au tarissement. Il faut aussi noter que cette enzyme est détruite à 63 °C en trente minutes et que son activité est réduite de trois quarts à une température de 60°C durant trois minutes.

4c- la phosphatase acide

La phosphatase acide est une enzyme présente dans le lactosérum. Son maximum d'activité est obtenu pour un pH d'approximativement 5,3. Sa teneur moyenne est d'environ 17 ui / L bien qu'il y ait de grandes variations entre les espèces (Le Mens - 1985). Il faut aussi noter que l'activité de la phosphatase est à peine détectable lorsque le lait subit un traitement par la chaleur durant cinq minutes à 62,5 °C.

De ce fait, de même que le test à la phosphatase alcaline, le test à la phosphatase acide ne pourra pas être utilisé pour contrôler la bonne pasteurisation du lait de chèvre.

4d- la lipase

La lipoprotéine lipase est une enzyme impliquée dans la lipolyse spontanée et induite. Comme on a pu le voir précédemment, la lipase du lait de chèvre est répartie pour 45 % dans la phase grasse alors que dans le lait de vache elle s'y trouve pour seulement 5 à 30 %. Elle posséderait en outre une activité trois fois moindre par rapport à celle du lait de vache. Il faut aussi noter que cette enzyme est inactivée par un chauffage de quelques secondes à 72°C et de quelques minutes à 60°C; elle est donc elle aussi thermolabile.

4e- la muramidase ou lysozyme

Cette enzyme appartenant au groupe des hydrolases a la propriété de lyser la paroi de certaines bactéries. Certaines espèces sécrètent une concentration appréciable de muramidase dans le lait.

Ceci semble être caractéristique d'un certain ordre de mammifères, toutefois, ce n'est pas le cas pour les Artiodactyles ordre auquel appartient les chèvres. En effet, le lait de chèvre contient 0,0025 mg/100 g de lait écrémé. Par comparaison, le lait maternel en contient de 10 à 15 mg (Parkash-1968).

4f- autres enzymes

Jenness en 1961 a rapporté une teneur de 4,25 μg / ml de lait pour la ribonucléase du lait de chèvre ce qui est beaucoup plus faible que la valeur de 25 μg / ml trouvée dans le lait de vache. Par ailleurs, il a trouvé des valeurs moyennes de 47 μmole / s / ml pour la lactate deshydrogénase et de 50 μmole / s / ml pour la malate deshydrogénase. on note aussi dans le lait de chèvre une légère activité de la thiosulfate transférase ainsi que de l'anhydrase carbonique.

5)- Les glucides

5a- le lactose

Grandpierre, dans une étude réalisée en 1988, a constaté que la teneur moyenne en lactose des échantillons de lait de chèvre examinés était de 4,40 +/- 0,34 g / 100 ml. Cette teneur semble être approximativement similaire à celle trouvée dans le lait de vache (4,5 g / 100ml). La teneur en lactose du lait de chèvre ne présente pas par ailleurs de variations significatives durant la période de lactation.

Il est important de constater que cette valeur est bien inférieure au 6 à 7 grammes présents dans le lait maternel ce qui peut être intéressant chez des sujets sensibles au lactose.

5b- L'inositol

A l'aide de méthodes chromatographiques, Parkash et Jenness en 1968 ont montré la présence d'un second composé appelé inositol. Des analyses quantitatives ont montré une teneur d'environ 7 mg / 100 ml bien que Williams ait précédemment trouvé des valeurs plus élevées (de 14 à 26 mg / 100 ml) (Parkash - 1968).

Alors que le lait de vache comporte dans sa composition deux autres composés glucidiques (glucose et galactose), il

n'en est pas de même pour le lait de chèvre. Toutefois, de la galactosamine liée à la caséine, du galactose et de l'acide sialique ont quelquefois été trouvés dans le lait de chèvre mais avec des pourcentages bien différents de ceux du lait de vache.

6)- Les minéraux

La teneur en minéraux du lait de chèvre est de l'ordre de 0,5 à 0,85 g / 100 ml et est habituellement plus élevée que dans le lait de vache. Les matières minérales totales (Calcium - Phosphore - Potassium - etc.) se trouvent dans le lait sous forme de combinaisons plus ou moins complexes : phosphates, carbonates, chlorures, etc. Il s'agit alors des cendres, c'est à dire ce qui reste après calcination du lait . (Fatoux-1968). Il est important de remarquer que leur proportion dans le lait de chèvre varie au cours de l'année : par exemple, elle est maximale durant l'automne et l'hiver (d'octobre à février). Ainsi, la moyenne pondérée en matières minérales qui tient compte de l'importance des productions mensuelles est de 7,28 g / l pour le lait de chèvre contre 6,62 g / l pour le lait de vache.

Cette richesse du lait de chèvre se remarque d'autant plus si l'on examine le tableau VIII résumant les teneurs en chaque élément minéral des laits de chèvre, de vache, et du lait maternel.

6a- le chlore et le potassium

Tableau VII - COMPOSITION EN MINÉRAUX

(pour 100 ml de lait)

Minéraux	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Na (mg)	40	41	34,5	34	40	37,1	34	41
K (mg)	180	181		180	180	202,1	138	181
Ca (mg)	130	130	129	129	130	125	125	130
P (mg)	110	159	106	106	110	97	99	106
Mg (mg)	20	16		20	20	12	13	16
Zn (mg)	0,30			0,30	0,30	0,33		
Cu (mg)	0,05	0,04		0,05	0,05	0,016	0,03	0,04
Fe (mg)	0,04	0,05	0,1	0,04-0,1	0,04	0,034	0,1	0,05
Mn (µg)		8				5,1		8
Cl (mg)				130	130	161,4	103	159
Co (µg)						0,4		
Pb (µg)						0,4		
Cr (µg)						0,87		

Légende:

- (1)- "British Medical Journal" Tripp - 1979
- (2)- "Dairy Goat Journal" Maree -1978
- (3)- "New Zealand Medical Journal" Birkbeck - 1978
- (4)- "Food Technologie of Australia" Darnton Hill - 1987
- (5)- "Medical Journal of Australia" Darnton Hill -1985
- (6)- "Cahier de Nutrition & Diététique" GranPierre - 1988
- (7)- "Technique Laitière" Calza
- (8)- "Industrial Journal of Nutrition and Dietetic" Swaminathan -1970

A partir de ces données, on constate de façon frappante la richesse du lait de chèvre en potassium (K) (180 mg / 100 ml et en chlore (Cl) (130 mg / 100 ml) par rapport aux deux autres types de lait. Ceci peut être un désavantage nutritionnel pour l'utilisation du lait de chèvre dans l'alimentation des nourrissons dans la mesure où ces derniers risquent d'être victime d'acidose.

6b- le sodium

On remarque aussi la plus faible teneur du lait de chèvre en sodium (une fois et demie de moins que dans le lait de vache mais tout de même deux fois et demie de plus que dans le lait maternel). Toutefois, on peut signaler l'intérêt du lait de chèvre pour certaines applications diététiques notamment lors de régime pauvre en sodium (Fatoux-1968 & Maree-1978).

6c- le calcium et le phosphore

Il est en outre intéressant d'examiner les teneurs en calcium et phosphore du lait de chèvre. En effet, le calcium joue un rôle capital dans l'alimentation du nourrisson car il permet de solidifier sa charpente osseuse afin de supporter son poids dès ses premiers pas (Priscille). Selon Apfelbaum, les besoins quotidiens en calcium du nourrisson seraient de 500 à 700 mg / jour. Toutefois, il ne faut pas oublier que les recommandations en calcium et phosphore sont interdépendantes. On constate que le lait de chèvre, de même que le lait de vache, sont très riches en calcium et phosphore par rapport au lait maternel (129 et 106 mg / 100 ml contre 34 et 14 mg / 100 ml).

Tableau VIII - COMPARAISON DE LA TENEUR EN MINERAUX DES LAITS
DE VACHE, DE CHEVRE ET DU LAIT MATERNEL

Mineraux	Lait de vache	Lait de chevre	Lait maternel
Na	50	34	14
K	150	180	58
Ca	120	129	34
Mg	12	20	3
P	95	106	14
Fe	0,05	0,04-0,1	0,07
Cu	0,02	0,05	0,04
Zn	0,35	0,30	0,28
S	30		
Cl	95	130	42
Total	552,42	599,45	165,39

Teneurs en mg / 100 ml de lait
d'après "Food Technologie of Australia" Darnton Hill-1988

Toutefois, la valeur la plus parlante est le rapport Ca/P qui doit se situer autour de 1,5. Ce rapport, si on le calcule à partir des données du tableau VII est de 1,26 pour le lait de vache, 1,21 pour le lait de chèvre et légèrement supérieur à 2 pour le lait maternel. C'est ce qui fait dire à Coveney et Darnton Hill que le lait de chèvre fait lui aussi encourir un risque de tétanie néonatale par hypercalcémie.

6d- le fer

De tous les minéraux, le fer est celui qui semble être à tout âge le plus fréquemment déficient. Le lait de chèvre comme le lait de nombreux autres mammifères est pauvre en fer (de 0,04 à 0,1 mg / 100 ml). Les besoins du nourrisson quant à eux dépendent de plusieurs facteurs physiologiques comme notamment les réserves néonatales, le rythme de croissance. En général, si les besoins de la mère (augmentés durant la croissance) sont satisfaits alors, les réserves ferriques de l'organisme peuvent répondre aux besoins de l'enfant jusqu'à quatre à six mois après quoi, un apport exogène devra être fourni pour la formation de l'hémoglobine .

Ainsi, la déficience en fer du lait de chèvre peut n'être que relative et ne pas constituer, à elle seule, un motif de non consommation. Il faut aussi signaler que le taux d'absorption du fer bien qu'inférieur à celui du lait maternel (50 %) est tout de même supérieur à celui du lait de vache (Park & al - 1986).

Ainsi, comme on vient de le constater, cette richesse du lait de chèvre en minéraux empêche son utilisation tel quel, c'est à dire pur pour l'alimentation des nourrissons. En effet, de nombreux auteurs s'accordent à dire que dans ce cas il devra être dilué (généralement au trois quarts).

Tableau IX- COMPOSITION EN VITAMINES DU LAIT DE CHEVRE
(pour 100 ml de lait)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Vit. liposolubles								
* Vit A (g)	40	120ui	70	40	133ui	191ui		120ui
* Vit D (g)	0,06	2,3ui		0,06	0,083	2,4ui	2,37	2,3ui
Vit. Hydrosolubles								
* Vit B1 (mg)	0,04	0,05		0,04		0,04	0,04	0,05
* Vit B2 (mg)	0,15	0,12		0,15		0,18	0,18	0,12
* Vit B3 (mg)	0,19			0,78				
* Vit B6 (mg)	0,04			0,04		0,01	0,007	
* Vit B12 (µg)	traces	0,012		traces	0,014	0,007	traces	0,02
* Vit B9 (µg)	1,0	0,2	0,6	1,0	0,24	0,8	0,24	0,2
* Vit C (mg)	1,5	2,0	1,5	1,5		1,5	1,5	2,0
* Vit B5 (mg)	0,34			0,34		0,34	0,34	
* Vit B8 (µg)	2,0	1,5		2,0		4,0	3,9	1,5
* Vit PP (mg)		0,2	0,19	0,19			0,187	0,2

Legende:

- (1)- "British Medical Journal" Tripp - 1979
- (2)- "Dairy Goat Journal" Maree - 1978
- (3)- "New Zealand Medical Journal" Birkbeck - 1978
- (4)- "Food Technologie in Australia" Darnton Hill - 1987
- (5)- "Cahier de Nutrition et Dietetique" GrandPierre - 1988
- (6)- "Dairy Science Abstract" Parkash et Jenness - 1968
- (7)- "Journal of Dairy Science" Jenness - 1980
- (8)- "Industrial Journal of Nutrition and Dietetic" Swaminathan - 1970

7)- Les vitamines

Malgré des variations notables concernant la teneur vitaminique en fonction de la race, de la saison, du stade physiologique, du niveau de lactation et des méthodes d'analyse, une compilation de valeurs à partir de différentes données de littérature sont rassemblées dans le tableau IX. Par ailleurs, une comparaison avec celles du lait de vache et du lait maternel est notée dans le tableau X.

Il en ressort que le lait de chèvre possède une composition similaire à celle du lait de vache exception faite de la teneur en bêta carotène et en acide folique. En effet, le lait de chèvre, contrairement au lait de vache ne contient pas de pigments caroténoïdes ce qui lui confère cette couleur blanche caractéristique. De ce point de vue, il ressemble donc davantage au lait maternel. Cette remarque peut aussi s'appliquer à la teneur en vitamine B12, celle-ci étant présente à l'état de trace dans les deux types de lait.

A côté de ces valeurs, ce qui est le plus parlant si l'on considère le lait de chèvre comme aliment du nourrisson c'est le rapport entre la teneur vitaminique de ce lait et les besoins requis pour les nourrissons. Ainsi, d'après la figure (4), il ressort que tous les éléments dont le rapport est inférieur à 1 sont présents en quantité insuffisante pour une utilisation tel quel chez les nourrissons. C'est ainsi que l'on constate que le lait de chèvre est déficient en vitamine C - vitamine B12 - pyroxidine (vit B6) et en vitamine D. Il faut aussi noter que tous les éléments dont le rapport est supérieur à 1 sont donc excédentaires.

Tableau X- TENEUR EN VITAMINES DU LAIT DE CHEVRE

(Compilation de valeurs pour 100 ml de lait)

	Vache	Chevre	Lait maternel	
<u>Vitamines liposolubles</u>				
Rétinol (Vit A) g	35		40	60
Carotène g	22		--	--
Vitamine D g	0,03	0,06	0,025	
<u>Vitamines hydrosolubles</u>				
Thiamine (Vit B1) mg	0,04	0,04	0,02	
Riboflavine (Vit B2) mg	0,19	0,15	0,03	
Ac Nicotinique mg	0,08	0,19	0,22	
Niacine (Vit PP) mg	0,78	0,78	0,47	
Ac Ascorbique (Vit C) mg	1,5	1,5	3,7	
Pyroxidine (Vit B6) mg	0,04	0,04	0,01	
Vitamine B12 µg	0,4	traces	0,026-0,039	
Ac Folique (vit B9) µg	5,5	1	3,3 à 4,5	
Biotine (vit B8) µg	2,0	2,0	0,7	
Ac Pantothenique mg (vit B5)	0,35	0,34	0,25	

7a- vitamine C :

Elle est présente en quantité deux fois moindre par rapport au lait maternel, et ayant un rapport d'environ 0,3, elle ne se trouve donc pas en quantité suffisante et risque chez le nourrisson d'être à l'origine de retard de croissance.

7b- vitamine D :

Encore appelée vitamine antirachitique, elle joue un rôle essentiel dans l'absorption du calcium par le tube digestif et dans la synthèse du tissu osseux. La figure (4) montre que le lait de chèvre est réellement insuffisant pour couvrir les besoins des nourrissons en cette vitamine D et une supplémentation devra donc être envisagée afin d'éviter un retard du développement staturo-pondéral.

7c- vitamine B6 ou pyroxidine :

Cette vitamine intervient comme co-enzyme dans les réactions de transamination, de décarboxylation, de sulfuration des acides aminés. Des études expérimentales ont mis en évidence une relation entre le besoin du rat et le taux protidique du régime. Sa carence avait produit chez les rats des lésions nerveuses et de l'anémie (Trémolène - 1983).

Darnton Hill dans deux articles parus successivement en 1985 et en 1987 a relaté des cas de convulsions chez un nourrisson alimenté exclusivement par du lait de chèvre qui comme le prouve la figure (4) est déficient en vitamine B6.

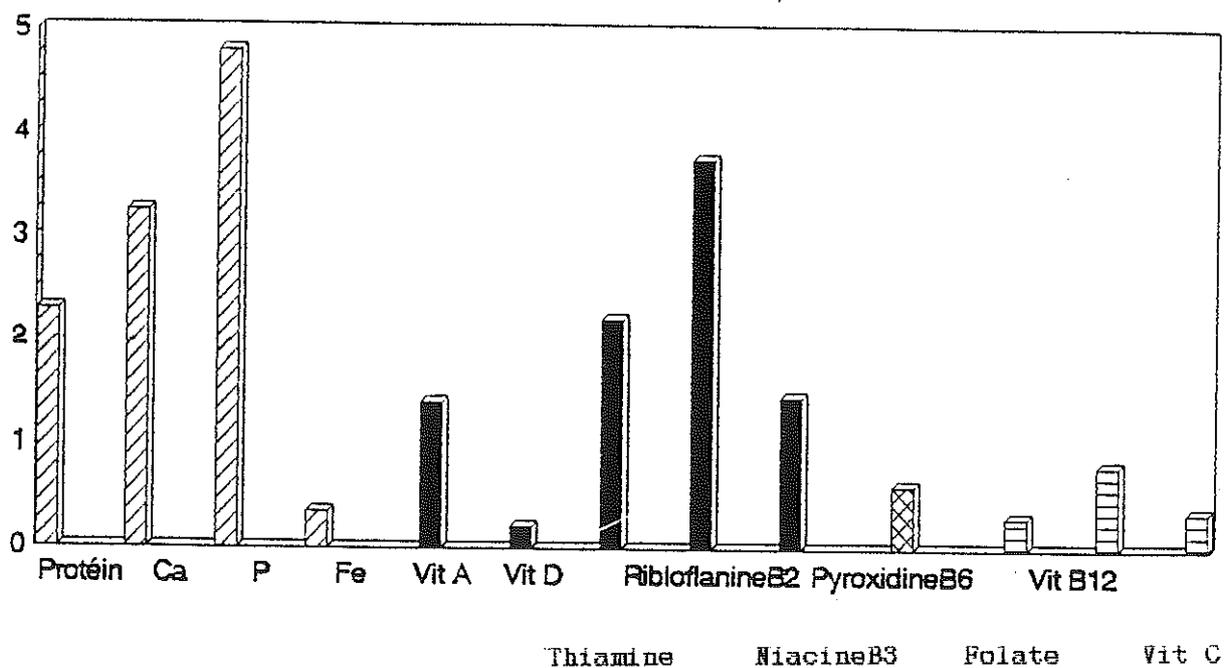


Figure 4 - Rapports entre les constituants du lait de chèvre et les valeurs requises par les nourrissons

ex)- la teneur protéique du lait de chèvre est de 3,3 g/100g soit
 4,4 g/100 Kcal et les besoins quotidiens d'un nourrisson
 sont de 1,8 g/100 Kcal d'où le rapport $(4,4 : 1,8) = 2,4$

d'après Janness- 1980 -

7d- vitamine B12 :

Appelée encore cyanocobalamine, elle intervient dans le transfert des groupements carboxyle et méthyle, assurant les transformations entre acides aminés; sa carence induit une anémie hypochrome macrocytaire. Cette carence est souvent associée à une carence en acide folique . La figure (4) montre que le lait de chèvre est déficient en ces deux vitamines hydrosolubles. C'est ainsi que pour de nombreux auteurs, la pauvreté du lait de chèvre en vitamine B12 et acide folique est à l'origine d'une anémie mégaloblastique hyperchromique chez les nourrissons ou appelée plus communément l'"anémie au lait de chèvre". Ce fait étant à l'origine de la polémique de l'utilisation du lait de chèvre dans l'alimentation infantile, il sera étudié en détail ultérieurement.

L'analyse de la teneur en vitamines du lait de chèvre nous amène à dire comme d'ailleurs de nombreux auteurs tels que Parkash - Jenness - Darnton Hill - Grandpierre - que pour son utilisation dans l'alimentation des nourrissons, le lait de chèvre devra donc être supplémenté en vitamines D - C - B6 et B12 . De même, l'addition d'acide folique s'avère elle aussi nécessaire.

B/ UTILISATION DU LAIT DE CHEVRE COMME ALIMENT DIETETIQUE

B1- LES MEFAITS DU LAIT DE CHEVRE ET LES RETICENCES VIS A VIS DE SON UTILISATION

1)- Le lait comme agent de transmission de maladies infectieuses:

Comme tout liquide biologique tel que le sang, le lait est lui aussi susceptible de transmettre à un individu les agents pathogènes qu'il peut éventuellement contenir. Le lait de chèvre ne fait pas exception, ce qui est à l'origine de grands débats en Angleterre.

En effet, en Angleterre, mais plus particulièrement en Australie, les consommateurs sont fervents du lait de chèvre cru c'est à dire non pasteurisé, ce qui est à l'origine de bien des polémiques notamment lorsque ce type de lait est destiné à des nourrissons. Comme les vaches, les chèvres sont en effet sujettes aux mammites, à la brucellose, tuberculose et autres infections et les microorganismes en cause seront susceptibles d'être transmis à l'homme et aux nourrissons par l'intermédiaire du lait (Kirke - 1979).

C'est ainsi que Reimann et Meyer en 1985 rapportent dans un article du "Journal of Pediatrics", le cas d'un nourrisson de sept mois présentant des troubles digestifs (diarrhées - vomissements),

de la fièvre et un retard staturo pondéral. Après avoir écarté une possibilité de brucellose et de fièvre Q, il s'avéra que le nourrisson était atteint de toxoplasmose. Après une rapide enquête auprès de la mère, celle-ci indiqua qu'à partir du deuxième mois, l'allaitement maternel avait été stoppé au profit d'une alimentation à base de lait de chèvre non pasteurisé.

Des cas similaires ont été rapportés par Darnton Hill en 1987 dans un article paru dans "Food Technologie in Australia". Ce dernier a aussi remarqué que la consommation de lait non pasteurisé augmentait le risque d'infection dans une proportion de 14 à 180. Toutefois, il faut rester serein face à ce risque potentiel. En effet, une étude basée à partir des données statistiques de Taylor et Hazenan et rapportée par Meinard en 1961 indique qu'en ce qui concerne la transmission de la brucellose:

- Pourcentage de sujets contaminés parmi ceux en contact direct avec les animaux et buvant du lait cru : 22 %

- Pourcentage de sujets contaminés parmi ceux en contact direct avec les animaux et buvant du lait bouilli : 26 %

- Pourcentage de sujets contaminés parmi les sujets sans contact direct et buvant du lait : 0,90 %

En ce qui concerne la transmission de la brucellose dont il existe trois espèces pouvant être transmises à l'homme par l'intermédiaire du lait de chèvre, on remarque donc qu'elle est surtout présente chez des personnes vivant au contact direct du troupeau. Il est aussi important de noter qu'en France des mesures importantes sont prises lors de la déclaration d'un cas de brucellose dans un troupeau:

- interdiction de vente d'un animal appartenant au troupeau

- consommation du lait seulement après ébullition ou pasteurisation dûment constatée

- surveillance sanitaire du troupeau

La brucellose fait partie des trois infections transmissibles les plus fréquemment rencontrées, les deux autres étant la fièvre de Queensland, l'encéphalite "tick born".

Toutefois, d'autres microorganismes sont susceptibles d'être transmis à l'homme par l'intermédiaire du lait de chèvre. Il s'agit de :

- staphylococcus aureus (Darnton Hill - 89 & Hill - 79)
- Escherechea coli " "
- Yersinia " "
- Bacillus cereus " "
- Salmonella berta " "
- Campilobacteriosis " "
- Pasteurella haemolytica (Tripp - 1979)
- Mycoplasma agalactica " "
- Corynebacterium pyogenes " "
- Pseudomonas aeroginosa " "

2)- La qualité bactériologique du lait :

Cependant, il est important de remarquer qu'une contamination du lait par les matières fécales n'est pas à rejeter de même qu'une contamination par l'homme durant toutes les étapes de la production (de la collecte à la livraison aux consommateurs). C'est ainsi que selon certains auteurs les problèmes rencontrés au Royaume Uni seraient dûs surtout à un manque d'hygiène durant les étapes de la production.

Dans une étude réalisée par Tricard Collet en 1991 sur la qualité microbiologique du lait de chèvre, celui-ci a remarqué que la qualité bactérienne du lait variait de 1000 à 1000 000 CFU / ml (72 à 96 % des échantillons contenait moins de 1 000 000 CFU / ml - les valeurs maximales étant trouvées durant le mois de juillet). En Ecosse, le code de la santé publie un maximum de 50 000 CFU / ml.

Il est aussi important de noter qu'il se produit une croissance microbiologique durant la période de stockage, le stade critique étant atteint lors du quatrième jour de stockage à une température de 0 à 4 °C. C'est la période durant laquelle la flore biologique passe d'une phase latente à une phase de croissance exponentielle.

3)- Les mesures nécessaires :

C'est ainsi que comme le demandent l'Angleterre, le Canada, l'Irlande, il serait nécessaire de définir des normes de contrôle très strictes pour la production du lait de chèvre comme c'est actuellement le cas pour le lait de vache. L'Australie pour sa part estime que sa production de lait de chèvre est pauvre en microorganisme (Darnton Hill - 1987).

Toutefois, tous les auteurs sont d'accord pour dire qu'une ébullition ou une pasteurisation détruit les microorganismes. Pour ce qui est de l'utilisation ou non du lait de chèvre cru dans l'alimentation des nourrissons, les avis sont plutôt discordants. Taitz en 1984 par exemple estime que "le rôle de la non pasteurisation du lait de chèvre dans la transmission des maladies infectieuses a été établi à plusieurs reprises" et qu'il est inutile d'exposer les nourrissons à ce

risque. A l'opposé, la British Goat Society estime que l'on peut "utiliser du lait de chèvre cru dans la mesure où l'hygiène de production est satisfaisante". Toutefois, elle a récemment accepté de recommander une ébullition ou tout autre traitement approprié lorsque ce lait était destiné à des nourrissons.

Parmi les principales mesures envisagées afin d'obtenir un lait de chèvre de bonne qualité du point de vue bactériologique on note donc:

- le test des animaux vis à vis de la tuberculose et de la brucellose (Taitz- 1984 & Tripp- 1979)
- la détection systématique des mammites - celles-ci pouvant dans quelques cas n' être pas cliniquement apparentes
- une réglementation précise et effective
- une pasteurisation ou une ébullition lorsque le lait est destiné aux nourrissons

Toutes ces mesures devront être effectuées rapidement si l'on regarde l'augmentation de la popularité du lait de chèvre aussi bien en Irlande qu'au Royaume Uni.

B2- LES CARENCES DU LAIT DE CHEVRE

L'analyse de la composition du lait de chèvre comparée à celle du lait de vache et à celle du lait maternel montre que le premier présente des carences en certains éléments et plus particulièrement en vitamines. Celle qui est la plus fréquemment citée et étudiée par les auteurs est la carence en acide folique.

1)- La carence en acide folique et vitamine B12

Maree en 1978 dans le "Dairy Goat Journal" parle d'"anémie au lait de chèvre". C'est en effet la dénomination courante donnée à une anémie mégaloblastique macrocytaire hyperchromique présentée par des nourrissons alimentés exclusivement avec du lait de chèvre. Cette anémie a été plus particulièrement constatée en Europe durant les années 1920 à 1930 (Park - 1986). Il s'est avéré, à la suite de plusieurs études, que cette anémie serait due à une carence du lait de chèvre en acide folique (vitamine M) et en vitamine B12. Il a par ailleurs été constaté à plusieurs reprises que cette anémie répondait facilement à une thérapie à base d'acide folique (Birkbeck - 1978 * Darnton Hill - 1985 & 87 * Maree - 1978).

Toutefois, bien que la carence en folate apparaisse être la cause principale de "l'anémie au lait de chèvre", la vitamine B12 a elle aussi été impliquée (Jenness - 1980) notamment dans des régions telles que l'Italie, l'Afrique du Nord où l'alimentation est exclusivement basée sur du lait de chèvre (Darnton Hill - 1987). Toutefois, étant donnée la connaissance des interrelations entre la vitamine B12 et l'acide folique, il apparaît plus aisé de compléter la ration du nourrisson en acide folique.

Etant donné la très faible teneur en acide folique du lait de chèvre (de 0,2 à 1 μg / 100 ml) par rapport au lait de vache ou au lait maternel (3,3 à 5,5 μg / 100 ml), les auteurs s'entendent pour affirmer qu'il faudra compléter la ration du nourrisson avec au moins 50 μg de folates par jour. (Darnton Hill - 1985 & Birkbeck - 1978)

Il est important de noter qu'en Australie la supplémentation minimale du lait de chèvre est de 200 μg . Bien que ceci

exède les besoins quotidiens requis par les nourrissons qui sont de 50 μ g cette supplémentation ne présente pas de danger apparent. En effet, l'acide folique dépourvu de toxicité n'expose pas à une hypervitaminose (Darnton Hill & Coveney - 1985).

En ce qui concerne la France, Grzesiak dans un article du "Concours médical" de 1989 recommande la supplémentation quotidienne du lait avec un quart de comprimé de SPECIAFOLDINE* (acide folique) à 5 mg soit au total 1,25 mg. Grâce à cette supplémentation, il a été constaté que les nourrissons retrouvaient un gain de poids normal.

Toutefois, il est très important de noter que cette anémie est rarement présente chez des enfants de plus de neuf mois. En effet, à partir de cet âge le nourrisson a une nourriture non basée exclusivement sur du lait mais une alimentation diversifiée avec d'autres sources de folate (légumes - jus de fruit - foie - céréales - poisson - etc), ce qui couvrira les besoins quotidiens des nourrissons en acide folique. Mainard dans son étude réalisée en 1961 met aussi l'accent sur le fait que le lait de chèvre n'est pas le seul type de lait susceptible d'entraîner une telle anémie : elle est aussi présente avec le lait en poudre (11,6 %), le lait condensé (25 %), le lait maternel (16,7 %), le lait de vache entier (4,2 %) et le lait de chèvre (12,8 %).

A côté de ce type de carence qui du point de vue clinique a la plus grande importance, il existe d'autres carences en vitamines et minéraux, ce que nous allons d'ailleurs évoquer ci-dessous.

2)- La carence en fer:

Le fer est un élément déficient dans le lait de nombreuses espèces incluant les laits de vache et de chèvre et c'est aussi le cas pour le lait maternel. Park en 1986 faisait état de cas d'anémie microcytaire hypochrome rapportés par Gryorgy chez des enfants consommant du lait de chèvre. Toutefois, cette anémie présente chez de jeunes rats nourris avec du lait de vache ou de chèvre n'était pas retrouvée avec du lait maternel. Cette remarque constatée de façon expérimentale a laissé supposer à Park et Mahoney que le lactose pourrait être un agent protecteur dans le lait maternel contre ce type d'anémie.

Par ailleurs, bien que le lait de chèvre contienne une quantité beaucoup plus faible de fer que n'en contient le lait de vache, la biodisponibilité du fer dans le lait de chèvre est supérieure à celle du lait de vache (Park & Mahoney -1986). Cette anémie peut être corrigée par une supplémentation en fer et en cuivre (Swaminathan - 1970).

3)- Autres carences :

Si l'on compare la teneur en vitamines du lait de chèvre avec celle du lait maternel, on constate que le lait de chèvre en contient trois fois plus que le lait maternel (0,06 μ g contre 0,025 μ g) mais il est tout de même insuffisant à l'état pur pour l'alimentation des nourrissons. Par contre, le lait de chèvre est déficient en vitamine C (1,5 mg contre 3,7 mg). Les laits de vache et de chèvre sont équitablement déficients en vitamine C et pauvres en vitamine D et devront donc être supplémentés avec des concentrés en vue de l'alimentation des nourrissons, d'autant plus que la pasteurisation détruit la moitié de la teneur en vitamine C et le quart de la teneur en vitamine B1.

Une autre vitamine bien qu'elle aussi présente en plus grande quantité dans les laits de vache et de chèvre que dans le lait maternel peut être considérée comme déficitaire. Il s'agit de la vitamine B6 ou pyroxidine. Jenness en 1980 a constaté que l'on ne retrouvait pas chez les nourrissons alimentés au lait de chèvre de véritables symptômes correspondant à une déficience en vitamine B6. Cette hypothèse est contredite par Johnson en 1982 (in Food Technologie of Australia - 1987) ainsi que par Darnton Hill en 1985 qui dans leurs articles réciproques rapportent le cas de nourrissons présentant des convulsions dont l'origine serait la relative pauvreté en vitamine B6.

B3)- LA VALEUR NUTRITIVE DU LAIT DE CHEVRE

Le lait de chèvre de même que le lait de vache peuvent être considérés comme un aliment de valeur nutritive élevée. Les laits de vache , de chèvre et le lait maternel sont approximativement isocaloriques, chacun d'eux fournissant environ 750 KCal d'énergie par litre de lait. La différence notable se situe dans la proportion de l'énergie fournie par chaque classe de nutriments (Jenness - 1980).

Laits de vache et de chèvre

Lait maternel

Protéines	25 %	7 %
Lactose	25 %	38 %
Matière grasse	50 %	55 %

1)- Valeur des protéines du lait de chèvre:

Ce qu'il est intéressant de connaître, c'est surtout les relations entre les constituants et les besoins requis par le nourrisson. Ceci est noté dans la figure (4) déjà étudiée en ce qui concerne la teneur en vitamines. Elle montre comme le signale d'ailleurs Jenness que le lait de chèvre est plus concentré en protéines. C'est d'ailleurs ce que prouvait la répartition énergétique vue précédemment (25 % contre 7 % pour le lait maternel). En raison de cette richesse protéique, le lait aura donc besoin d'être dilué s'il est destiné à de petits nourrissons. Toutefois, à côté de cet aspect quantitatif, il ne faut pas négliger la valeur qualitative de ces protéines.

Le profil en acides aminés du lait de chèvre comparé aux besoins requis selon la FAO / WHO est montré dans la figure (5). Il en résulte que le lait de chèvre présente une balance en acides aminés essentiels tout à fait satisfaisante équivalent ou dépassant même les besoins requis pour chaque acide aminé. C'est le cas notamment pour la lysine, phénylalanine et tryptophane, valine et même la leucine. Ce type de lait paraît donc tout à fait adapté si l'on considère la teneur en acides aminés indispensables. Il présenterait même de ce point de vue là un intérêt supérieur au lait de vache. En effet, les neuf acides aminés indispensables pour l'alimentation du nourrisson sont :

- Histidine
- Isoleucine
- Lysine
- Méthionine (+ Cystéine)
- Phénylalanine (+ Tryptophane)

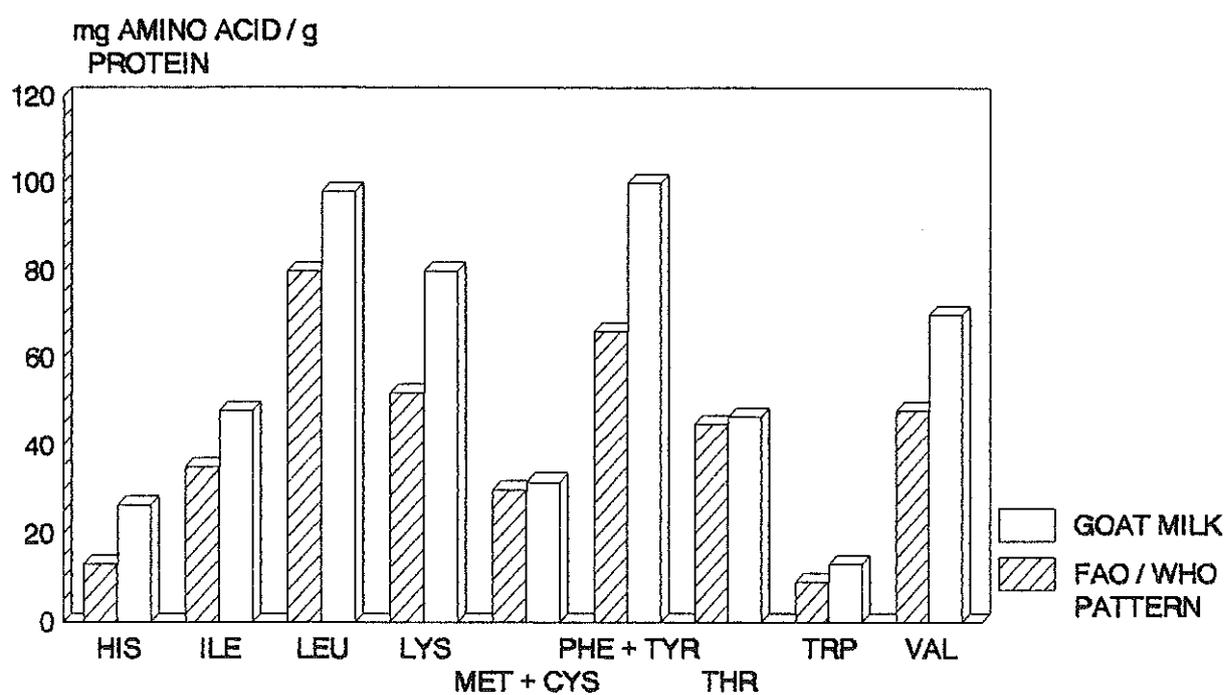


Figure 5 - Teneur en acides aminés du lait de chèvre comparée aux besoins requis par les nourrissons.

- Tryptophane
- Valine
- Thréonine
- Leucine

S'il y a un déficit en un de ces acides aminés indispensables alors , la protéine sera limitée dans son utilisation. Si l'on observe la figure 5 , on constate que chaque acide aminé est présent en plus grande quantité dans le lait de chèvre que dans le lait de vache. Pour certains même , comme la lysine - la phénylalanine (+ tryptophane) - la valine , la différence est même marquante. Du point de vue qualitatif, il semble donc que le lait de chèvre soit intéressant pour l'alimentation des nouveaux nés.

Une question souvent évoquée est de savoir si les protéines du lait de chèvre sont digérées plus aisément et si leurs acides aminés sont absorbés plus efficacement que ceux du lait de vache.

Le lait de chèvre constitue des laits caillés plus doux et plus friables par rapport au lait de vache. Ceci peut être dû au fait que le lait de chèvre est dépourvu en si caséine où, s'il en contient c'est en très faible quantité alors que c'est une des protéines majeures du lait de vache. Cette douceur pousse Jenness à penser que de ce fait, il devrait être attaqué plus rapidement par les protéases stomacales mais ceci n'a pas été à l'heure actuelle prouvé expérimentalement.

De part cette douceur, Jenness signale l'intérêt du lait de chèvre chez des personnes souffrant de problèmes digestifs notamment des désordres gastroduodénaux sans oublier naturellement son intérêt chez les personnes âgées. D'ailleurs, dans l'introduction de son article sur l'aspect nutritif du lait de chèvre, Darnton Hill n'écrit-il

pas que "le lait est une nourriture particulièrement adaptée et facilement digestible pour tous les âges mais est certainement plus particulièrement utile pour les enfants et les personnes âgées."

2)- Valeur des matières grasses du lait de chèvre :

Comme on a pu le constater dans un chapitre précédent, les matières grasses du lait de chèvre comportent des acides gras essentiels pour l'alimentation humaine puisque notre espèce ne possède pas la capacité de les synthétiser. Ces principaux acides gras essentiels sont l'acide linoléique et l'acide arachidonique. Ils sont dits essentiels car sont indispensables pour une croissance normale, sont nécessaires au développement normal de la peau (une carence pourrait entraîner de l'eczéma ainsi qu'une peau rugueuse, écaillée). Ils sont aussi nécessaires pour une gestation et une lactation normales ainsi qu'au transport du cholestérol dans le sang. Ce sont aussi des précurseurs des prostaglandines (Azerard & Lederer).

Un minimum d'environ 0,1 % de l'énergie totale de la ration alimentaire devrait être fourni par de tels acides. Les matières grasses des laits de vache et de chèvre contiennent des concentrations adéquates en ces acides pour l'alimentation des nourrissons (Jenness - 1980). Toutefois, il ne faut pas négliger non plus un tel apport chez les adultes et plus particulièrement chez les personnes âgées. En effet, celles-ci éprouvant le plus souvent un dégoût vis à vis d'une alimentation carnée, le lait de chèvre sous sa forme liquide constituera un aliment tout à fait approprié et riche en acide arachidonique (présent dans la viande rouge).

Par ailleurs, le lait de chèvre contient des acides gras à chaînes courtes et moyennes, en proportion plus grande que dans le lait de vache. Cette différence peut contribuer à une meilleure digestibilité puisque les lipases attaquent les liaisons esters de tels acides gras plus facilement qu'elles ne le font avec des acides gras à longues chaînes. En outre, le fait comme le signale Coveney que le lait de chèvre contienne des globules gras de plus petite taille, augmente la surface d'action pour l'activité de la lipase pancréatique ce qui est en faveur d'une meilleure digestibilité.

B4- INTERETS ET INDICATIONS DU LAIT DE CHEVRE

Les méfaits du lait du chèvre vus précédemment ne doivent pas masquer les avantages que ce type de lait peut procurer. En effet, les inconvénients exposés précédemment et auxquels on peut facilement remédier par une ébullition, une stérilisation et l'adjonction des vitamines déficientes ne doivent pas ternir l'image et l'opinion que l'on peut se faire du lait de chèvre. En effet, à côté de cela, il présente certains avantages pour l'alimentation des adultes en général mais aussi pour les nourrissons dans certaines conditions.

1)- Le lait face aux réactions allergiques :

L'alimentation du nourrisson avec le lait maternel est de toute évidence l'idéal. Toutefois, dans certaines conditions, la mère est dans l'incapacité d'allaiter son enfant soit parce qu'elle suit

un traitement dont les principes actifs sont susceptibles de passer dans le lait maternel, soit parce qu'elle ne peut pas naturellement ou qu'elle ne le désire pas. Dans ce cas, elle pourra avoir recours à l'utilisation de substituts pour la plupart à base de lait de vache ou de protéines de soja hydrolysées. Seulement, cette substitution est dans bien des cas à l'origine de troubles digestifs et / ou dermatologiques chez le nourrisson.

En effet, le lait de vache fait partie des aliments les plus susceptibles d'induire des allergies. Bishop estime que l'allergie au lait de vache affecte entre 2 et 7,5 % des nourrissons. Dès 1936, Gruhe et Sanford soulignent la relation évidente qui existe entre l'alimentation du nourrisson et la dermatite atopique. L'eczéma est respectivement de deux à sept fois plus fréquent en cas d'alimentation artificielle (vache ou soja) ou d'alimentation mixte que chez les nourrissons nourris exclusivement au sein (Dhib - 1990). Dans ce cas, il semblerait que si le lait de vache est suspecté comme étant la cause des symptômes allergiques, une éviction stricte de tous les aliments contenant du lait de vache est à l'heure actuelle le seul traitement rationnel (Maree - 1978). C'est ainsi qu'il semblerait tout à fait opportun d'essayer une alimentation à base de lait de chèvre puisque comme le souligne Grzesiak le lait de chèvre donne beaucoup moins d'accidents d'intolérance que n'en donne le lait de vache.

Les principales manifestations cliniques de l'intolérance aux protéines de lait de vache sont d'ordre digestives, ORL et respiratoires, certaines cutanées, d'autres d'ordre général (choc anaphyllactique) (Grzesiak - 1989). Des cas rapportés de la littérature (Grzesiak - 1989 * Kirke - 1979 * Taitz - 1984) ont prouvé que l'utilisation du lait de chèvre chez des nourrissons souffrant de troubles digestifs et ayant de l'eczéma amenait non seulement à une rémission des symptômes mais permettaient aussi une reprise normale de la croissance.

Grzesiak dans un article du "Concours médical" de 1989 relate une étude menée de 1985 à 1986 sur vingt six enfants . Douze succès francs ont été constatés chez des enfants ayant à l'origine des pathologies différentes :

- 4 cas d'intolérance confirmée aux protéines de lait de vache
- 2 cas de reflux gastro-cesophagiens
- 2 cas de coliques + régurgitations
- 2 cas de coliques + selles liquides ou glaireuses
- 1 cas d'hypotonie bénigne + selles liquides ou glaireuses
- 1 cas de colique + eczéma

Tous ont été guéris avec succès. Toutefois, le lait de chèvre n'est pas la panacée puisqu'il y eu des échecs. Cependant, il est important de noter que dans l'ensemble, ces échecs concernaient des sujets polyintolérants (7 cas) notamment aussi au soja. Pour ce qui concerne les autres cas, bien qu'il y ait eu des améliorations, les parents ont préféré revenir à une alimentation plus traditionnelle.

Malgré ces succès, le lait de chèvre ne doit pas être non plus considéré comme une solution miracle à tous les troubles des nourrissons. En effet, bien que les laits de vache et de chèvre aient une composition quasi similaire, des réactions croisées de type immunologique existent entre les protéines des laits de chèvre et de vache. Ceci se produit particulièrement avec les caséines, la bêta lactoglobuline et l'alpha lactalbumine.

Si l'allergie porte sur l'une de ces protéines susceptibles donc d'avoir des réactions croisées avec les protéines de lait du lait de chèvre, la substitution dans l'alimentation du lait de vache par du lait de chèvre sera vaine.

Toutefois, le lait de vache possède des antigènes spécifiques comme par exemple l'alpha s1 caséine. Cette protéine est

quasiment toujours absente du lait de chèvre ou bien en quantité infime. Par conséquent, si l' α s1 caséine est le composant allergénique alors une amélioration des symptômes pourra être espérée lors du changement du lait de vache par du lait de chèvre. C'est d'ailleurs ce qui amène Bahna et Reiner à dire qu' un tiers des enfants sensibles au lait de vache peuvent tolérer le lait de chèvre.

Par ailleurs, il ne faut pas oublier non plus comme le souligne Coveney et Darton Hill l'importance des croyances populaires. En effet, le lait de vache serait responsable d' allergies chez les nourrissons: eczéma - asthme - bronchite; il a aussi la réputation de produire un excès de mucus. Dans ces cas-là, le lait de chèvre est fortement préconisé.

2)- Le lait de chèvre et les personnes âgées :

De part leur mode de vie, leurs habitudes alimentaires, leur état de santé, les personnes âgées souffrent fréquemment de nombreuses carences. En effet, souvent elles présentent une altération de la muqueuse gastrique due fréquemment à une utilisation abusive de médicaments (soit selon prescription médicale mais le plus souvent par automédication).

Ainsi, pour couvrir leurs besoins nutritionnels différents de ceux de l'adulte sain, ils devront avoir un apport suffisant en eau, protéines, vitamines et sels minéraux. De part sa richesse protéique (33 g / l) et de son bon rendement calorique, le lait de chèvre est particulièrement adapté à l'alimentation de la personne âgée. En effet, le lait permet un apport suffisant sous une forme liquide c'est à dire consommable par tous y compris chez des personnes

ayant des problèmes de mastication. Par ailleurs, il constitue un apport protéique autrement que par l'alimentation carnée généralement laissée de côté. Le lait de chèvre est aussi une manière de leur faire boire de l'eau car les personnes âgées souffrent très souvent de déshydratation. Enfin et surtout, il constitue un bon apport en sels minéraux et vitamines, particulièrement en calcium. Avec 129 mg / 100 ml, le lait de chèvre est relativement riche en ce minéral et une consommation de 500 ml par jour couvrira la moitié du besoin quotidien qui se situe aux alentours de 1,2 à 1,5 g par jour.

Par ailleurs, comme il l'a été dit précédemment le lait de chèvre constitue de part la présence d'acide γ linoléique et d'acide arachidonique une bonne source d'acides gras essentiels spécifiques de la personne âgée.

De part ces quelques remarques, il semble que le lait de chèvre soit tout à fait adapté à l'alimentation de la personne âgée et devrait être conseillé plus fréquemment qu'il ne l'est à l'heure actuelle.

3)- Autres intérêts du lait de chèvre :

A côté de son utilisation principalement dans le cadre d'allergie aux protéines de lait de vache des nourrissons, le lait de chèvre peut avoir d'autres applications en nutrition et en diététique.

Une étude alimentaire rapportée par Jenness en 1980 a été réalisée sur trente huit enfants sains. Ils recevaient tous le même régime de base mais un groupe recevait 0,946 l de lait de chèvre pur et un autre groupe semblable 0,946 l par jour de lait de vache pur

durant cinq mois pour les deux groupes. Ils ont montré tous les deux une bonne croissance. Toutefois, le groupe recevant du lait de chèvre surpassait l'autre groupe par le fait qu'ils avaient un degré statistiquement plus élevé en ce qui concerne la minéralisation squelettique, la densité osseuse, la teneur plasmatique en vitamine A et en calcium sérique. Cette étude avait été réalisée sur des enfants de six à treize ans.

Une autre étude réalisée quant à elle sur des nourrissons en bonne santé sur une période de douze semaines avait comme formule de base:

- une part de lait (chèvre ou vache selon le groupe)
- deux parts d'eau
- 5 g de saccharose pour 100 ml de lait
- 2 ml d'huile de foie de morue
- 10 ml de jus d'orange

Darton Hill a conclu de cette étude que les nourrissons qu'ils soient nourris avec du lait de vache ou du lait de chèvre grandissaient normalement et n'avaient pas eu de perturbations digestives durant l'expérience.

Ces expériences montrent donc que le lait de chèvre lorsqu'il est enrichi par les différents éléments déficitaires est donc tout à fait adapté comme aliment substitutif au lait maternel pour l'alimentation des nourrissons. En outre, de part ces caractéristiques vues précédemment, le lait de chèvre est aussi adapté à l'alimentation des vieillards par le fait que cette alimentation doit être riche mais en même temps être d'une assimilation facile pour un métabolisme moins actif.

B5- CONDITIONS D'UTILISATION DU LAIT DE CHEVRE EN PEDIATRIE

La plupart des auteurs s'accordent à dire que le lait de chèvre ne doit pas être employé pur chez les nourrissons. En effet, le lait de chèvre est un soluté très concentré. Les reins du nourrisson en bonne santé peuvent traiter cette surcharge mais s'il y a une perte d'eau, comme par exemple lors d'une forte fièvre ou une gastroentérite, il y aura un danger de déshydratation pour le nourrisson. (Kirke)

Grzesiak définit lors de son étude sur "La prescription du lait de chèvre en pédiatrie", deux types de formule d'alimentation. Avant l'âge d'un mois, il recommande un coupage au demi (une part d'eau & une part de lait de chèvre) additionné de cinq grammes de saccharose. Au delà d'un mois, il propose un coupage fixe : 30 ml d'eau plus cinq grammes de saccharose quel que soit le volume du biberon. Cette façon de procéder très simple revient à diminuer le coupage au fur et à mesure que le volume du biberon augmente et que l'enfant grandit. Le coupage est stoppé au sixième mois. Dans tous les cas, il préconise l'addition d'un quart de comprimé à cinq milligrammes d'acide folique (SPECIAFOLDINE*).

Pour la plupart des auteurs tels que Tripp - Taitz - Kirke ou bien encore Coveney et Darnton Hill, une dilution du lait de chèvre au trois quarts est préférable. Toutefois, toutes ces modifications y compris celles vues précédemment réduisant la teneur en nutriments et en énergie, les suppléments suivants seront nécessaires:

- 4 g de lactose / 100 ml ou 1 cuillère mesure / 100 ml
- ou - 3,5 g de saccharose / 100 ml

- les taux usuels recommandés pour la supplémentation en vitamines A - C - D et vitamines B1 - B6 - B12
- acide folique

En Australie, la teneur en acide folique des laits commercialisés est d'au minimum 200 μg . Bien que ceci exède les besoins requis quotidiennement par les nourrissons (50 μg) ceci ne présente pas de danger apparent dans la mesure où l'acide folique dépourvu de toxicité n'expose pas à une hypervitaminose.

Darnton Hill ajoute que ces recommandations sont valables jusqu'à l'âge de six mois après quoi du lait pur pourra être donné. Toutefois, il ne faut pas oublier que le lait a besoin d'être supplémente en vitamines seulement jusqu'à ce que les nourrissons aient une alimentation mixte. En effet, les déficiences du lait de chèvre seront alors compensées par l'introduction des jus de fruits, farines et autres aliments.

En ce qui concerne la polémique sur l'utilisation du lait de chèvre frais ou bien pasteurisé ou bouilli, les avis sont plus que partagés. Comme on a pu le voir dans un chapitre précédent, certains préconisent son utilisation tel quel dans la mesure où l'on est certain que le lait provienne d'une source fiable dépourvue de toute contamination biologique. Ainsi, dans la mesure où aucune législation rigoureuse n'est actuellement définie, il importe donc à chaque consommateur de faire son choix. Toutefois, lorsque ce lait est destiné à l'alimentation des petits nourrissons il me semble plus judicieux qu'il soit tout au moins bouilli sinon même pasteurisé afin d'éviter tous les risques inutiles.

D'un autre point de vue, les consommateurs ont une forte croyance en l'utilité et la nécessité du lait de chèvre lorsqu'il

est frais. En outre, une considération importante est le droit à la liberté du consommateur de choisir le lait qu'il désire et sous la forme qu'il demande. Toutefois, les nourrissons n'étant pas en mesure d'exprimer leur souhait, des conseils avisés aux parents devront être prodigués par les pédiatres, nurses, diététiciens et autres personnels. Certains pays tels que l'Australie, les Etats Unis, le Royaume Uni offrent à leurs consommateurs du lait sous les deux formes avec tout de même une prédilection pour le lait pur sans traitement.

Interdire la consommation du lait de chèvre pur exposerait les producteurs et éleveurs à un rejet de ce type de produit de la part de la population et mettrait en danger l'équilibre économique de certaines régions. Je crois qu'il est important comme le souligne Swaminathan d'encourager la production et la consommation du lait de chèvre dans des régions où l'élevage bovin est difficile et où ce type de lait constituerait donc un aliment de bonne qualité nutritionnelle.

Ce chapitre sur les avantages et les méfaits du lait de chèvre en diététique humaine nous a permis de cerner les caractéristiques principales de sa composition. En effet, certains éléments permettent de le différencier très nettement des autres types de lait ; il s'agit principalement de sa richesse en triglycérides à chaînes courtes et moyennes. Hors, il semblerait que ce soit en partie grâce à la présence de ces acides gras que le lait de chèvre montre un intérêt en diététique.

Il existe actuellement sur le marché des produits de diététique infantile et de nutrition entérale dont la particularité est justement la présence de triglycérides à chaînes moyennes. Il me semble donc intéressant d'étudier maintenant la composition de ces types d'aliments puis de la comparer avec celle du lait de chèvre.

C / PRODUITS ACTUELLEMENT COMMERCIALISES CONTENANT DES TCM

C1 - PRODUITS DESTINES AUX NOURRISSONS ET ENFANTS EN BAS AGE

1)- Diargal * (laboratoire GALLIA. H. PH)

C'est un aliment de régime pour reprise alimentaire dans les diarrhées des nourrissons et enfants en bas âge. Il se présente sous la forme de granulés instantanés conditionnés dans un étui de 400 grammes. Les TCM (Triglycérides à Chaines Moyennes) constituent 30 % de l'apport lipidique (18 grammes pour 100 grammes de poudre). La présence de TCM facilement assimilables permet de réduire la stéatorrhée.

Cet aliment ayant une teneur protidique et lipidique adaptée peut se substituer aux laits infantiles dans les cas où les nourrissons ou petits enfants présentent des diarrhées aiguës ou des gastroentérites. Il permet une reprise de poids rapide et pourra être utilisé pendant une durée relativement importante, sa valeur énergétique étant similaire à celle des laits infantiles.

2)- Galliagene TCM * (Laboratoire GALLIA. H. PH)

C'est un aliment de régime pour nourrissons et enfants en bas âge intolérants aux protéines du lait et souffrant de

destinés aux nourissons (Vidal 91)

Analyse moyenne pour 100 ml de produit reconstitué	Aliments lactés pour nourissons ayant des troubles digestifs.			
	<u>DIARGAL</u>	<u>GALLIAGEN TCM</u>	<u>REPTI JUNIOR</u>	<u>ALFALFA</u>
<u>Valeur énergétique Kcal</u>	70	70	100	66
<u>Protéides (g)</u>	2,85	1,9	2,0	2,24
<u>Lipides (g) dont</u>	2,70	2,70	3,7	3,26
TCM { (%)	30	60	50	50
{ (g)	0,80	1,62	1,85	1,65
<u>Glucides (g)</u>	8,62	9,6	6,7	7,03
<u>Sels minéraux (g)</u>	0,49	traces de lactase	0,1	0,11
Na (mg)	45	0,4	0,3	0,42
K -	90	31	20	43,5
Ca -	67,5	67,5	67	81,6
Mg -	7,5	60	54	54,4
P -	42	9	8	8,2
Cu -	-	42	27	36,7
Fe -	0,02	0,06	0,04	0,06
Zn -	31,5	0,2	0,5	0,82
Cl -	-	-	0,004	-
<u>Vitamines (g)</u>			40	68
A (ui)	198	110	250	196
E (mg)	0,9	1	1,7	0,82
K1 (mg)	15	10	5	5,4
B1 (mg)	0,06	0,05	0,04	0,04
B2 (mg)	0,06	0,06	0,1	0,04
B6 (-)	0,06	0,04	0,04	0,04
B12 (µg)	0,3	0,85	0,2	0,12
PP (mg)	0,15	5,5	0,4	0,69
C (mg)	6	10	8	5,3
Ac folique (µg)	15	10	10	5,8
Ac panthoténique	0,65	0,32	0,3	0,27

malabsorption intestinale. Il se présente sous forme de granulés instantanés conditionnés dans une boîte métallique de 400 grammes. Cet aliment comporte des TCM qui représentent 60 % de la fraction lipidique globale qui est de 18 grammes pour 100 grammes de granulés.

De ce fait, Galliagen TCM est recommandé dans la diarrhée du nourrisson accompagnée d'intolérance aux protéines de lait de vache et / ou de malabsorption intestinale.

3)- Lait Alma 1er Age * (Laboratoire NUTRIPHARM)

Il se présente sous la forme d'un étui de 500 grammes de granulés instantanés. La part des TCM est faible : 5 % seulement de la fraction lipidique (19 grammes pour 100 grammes).

Ce type de lait est conseillé de la naissance jusqu'à quatre mois en particulier chez le nourrisson ayant des régurgitations ou un transit trop rapide.

4)- Lait Alma H * (Laboratoire NUTRIPHARM)

C'est une préparation lactée hypallergénique de prescription médicale à protéines hydrolysées destinées aux nourrissons. Elle se présente sous la forme d'une poudre instantanée conditionnée en boîte métallique de 400 grammes. Les TCM représentent 5 % de la fraction lipidique (24,6 grammes pour 100 g de poudre). Il est à noter dans la composition de ce lait un enrichissement en carnitine mais surtout en taurine qui a la particularité de faciliter l'absorption des acides gras.

Analyse moyenne pour 100 ml de produit reconstitué	Aliments Lactés destinés aux prématurés			
	LAIT ALMAH	LAIT PREGALLIA	PRE-MILUMEL	PRE-NIDAL
<u>Valeur énergétique Kcal</u>	70.2	77	70	70
<u>Protides (g)</u>	1.82	2.0	2.0	2.0
<u>Lipides (g) dont</u>	3.46	3.4	3.5	3.4
TCM { (%)	1.2	1.36	1.05	1.25
(g)				
<u>Glucides (g)</u>	7.98	9.7	7.7	8
dont lactose (g)	5.58	7.3	5	6
<u>Sels minéraux (g)</u>	0.35	0.60		0.38
Na (mg)	21	30	30	25
K	64	90	75	75
Ca	50.4	68	70	70
Mg	6.3	5.2	5.6	7.1
P	25.2	40	35	45
Cu	31.4	19.2	-	0.9
Fe	0.56	0.8	-	1.1
Zn	0.31	0.16	-	0.51
Cl	46.9	30	40	36
<u>Vitamines (g)</u>				
A (ui)	196			206
E (mg)	0.72			1.4
K1 (mg)	9.32			8.2
B1 (mg)	0.042			0.04
B2 (mg)	0.056			0.09
B6 (-)	0.042			0.05
B12 (µg)	0.126			0.15
PP (mg)	0.49			0.7
C (mg)	5.6			11
Ac folique (µg)	3.32			42
Ac panthoténique	0.26			0.33

Cette préparation est conseillée chez les nouveaux nés ayant des antécédents allergiques familiaux, comme aliment exclusif dès la naissance en l'absence d'allaitement maternel.

5)- Lait Prégallia * (Laboratoire GALLIA.H.PH)

C'est un aliment lacté de régime destiné à des nourrissons ayant un faible poids de naissance. Il se présente sous la forme de granulés instantanés conditionnés dans une boîte métallique de 400 grammes. Les TCM dans cette préparation représentent 40 % de la fraction lipidique globale (21,4 grammes pour 100 grammes de poudre) soit 8,56 grammes.

Ainsi, de part sa formulation équilibrée et la présence de TCM facilement assimilables par l'organisme, cet aliment lacté favorise une prise de poids rapide chez des nourrissons prématurés ou ayant un faible poids de naissance.

6)- Pepti Junior * (Laboratoire NUTRICIA)

C'est un aliment diététique complet de substitution du lait constitué de peptides à chaînes courtes, de dextrines maltoses, de TCM, de vitamines et de sels minéraux. Il est présenté dans des boîtes métalliques de 400 grammes. Les TCM dans cette préparation représentent 50 % de la fraction lipidique (28,3 grammes pour 100 grammes de poudre) soit 14,15 grammes.

Cet aliment présente de nombreuses indications. Il est conseillé lors de la réalimentation des nourrissons ayant des diarrhées aiguës après échec lors de la réintroduction du lait usuel, ou

bien lorsqu'ils présentent des diarrhées chroniques rebelles; il est aussi recommandé lors d'une intolérance aux protéines de lait de vache, aux protéines végétales ainsi que lorsqu'il y a malnutrition protéino-énergétique et surtout lorsqu'il y a malabsorption - maldigestion des graisses ainsi que dans les maladies inflammatoires du tube digestif. De ce fait, cet aliment pourra non seulement être utilisé en pédiatrie mais aussi en nutrition entérale.

7)- Pré Milumel * (MILUPA)

C'est un aliment lacté de régime pour nourrissons de faible poids de naissance. Il se présente sous la forme d'une poudre conditionnée en boîte métallique de 400 grammes. Les TCM représentent environ 30 % de l'apport lipidique (25,3 grammes pour 100 grammes de poudre).

Ainsi, Pré Milumel est spécifiquement adapté à l'alimentation du nouveau né de faible poids de naissance (prématuré et ayant subi un retard de croissance intra utérin). Son utilisation se fait uniquement sur avis médical.

8)- Pré Nidal * (DIETINA SA)

C'est aussi un aliment lacté de régime pour des nourrissons de faible poids de naissance. Il se présente sous la forme d'un lait en poudre instantané conditionné dans des étuis de 400 grammes. Les TCM représentent 37,5 % de la fraction lipidique (24 grammes pour 100 grammes).

Leur présence permet une absorption élevée par le nouveau né , ainsi il est donc particulièrement recommandé chez les nourrissons ayant un faible développement pondéral.

Comme on a pu le constater pour chacun des produits cités précédemment, les TCM constituent un apport lipidique rapidement et facilement assimilable pour les nourrissons notamment lorsque leur développement est immature ou lorsqu'ils présentent des troubles intestinaux.

C2- PRODUITS DESTINES A L'ALIMENTATION ENTERALE

1)- Enterogil 250 - 500 - 700 * (NUTRIPHARM)

Ce sont des produits destinés à l'alimentation entérale par sonde. Ils sont présentés sous la forme de flacon en verre de 500 ml prêt à l'emploi. Le nombre suivant Entérogil* indique la quantité de kilocalories présente dans chaque flacon. La composition de chacun en TCM est la suivante :

	Enterogil 250	Enterogil 500	Enterogil 750
Lipides (g)	1,8	3,35	5,5
% de l'ABT	32	30	33
dont TCM	20	30	26
indications	situation hyper catabolique permettant une progression rapide des apports nutritionnels	situation normo catabolique	situation normo catabolique avec besoin

2)- Flexinutryl * (ROUSSEL UCLAF NUTRITION)

C'est une préparation nutritive spéciale destinée à des situations hypercataboliques. Elle est constituée de protéines de viande, de protéines végétales, de lipides d'origine animale et végétale avec surtout 24,6 % de TCM (pour 6,6 grammes de lipides totaux par 100 ml) et ne contient ni lactose ni gluten et présente une teneur réduite en sodium.

Cette préparation est conditionnée dans des boîtes de 375 ml contenant chacune 750 Kcal. Ce produit est destiné à l'alimentation des dénutris hypercataboliques et dans les déficits nutritionnels majeurs (réanimation - septicémies - brûlures).

3)- Liprocil * (ROUSSEL UCLAF NUTRITION)

C'est une préparation diététique liquide à base de TCM se présentant dans une boîte d'une contenance d'un litre (950 grammes). Dans cet aliment, les TCM représentent 80 % des apports et de ce fait, il sera indiqué lors des troubles de l'absorption et du métabolisme des graisses, en cas de mucoviscidose et lorsque l'on désire un apport énergétique facilement assimilable. (900 Kcal pour 100 grammes)

4)- Liprogram 20 * (ROUSSEL UCLAF NUTRITION)

C'est une préparation diététique liquide pour régime nécessitant un apport lipidique particulier. Elle est conditionnée en flacon de 250 ml et les TCM représentent 80 % de la préparation (les lipides constituant 100 % de l'AET).

Liprogram 20 * est préconisé dans les troubles de l'absorption et du métabolisme des lipides et de même que Liprocil * dans la mucoviscidose et lorsqu'un apport énergétique facilement assimilable est nécessaire.

5)- Osmolite et Osmolite fibres * (ABOTT FRANCE)

C'est un aliment diététique équilibré (sans lactose) et enrichi en fibres dans le cas d'Osmolite fibres* et se présente dans les deux cas sous la forme d'un liquide prêt à l'emploi conditionné dans des flacons en verre de 500 ml. La fraction lipidique (3,5 grammes)

représente 31,4 % de AET et est constituée pour 50 % par des TCM. Ces produits sont indiqués en nutrition entérale par sonde :

- en complément, en suivi parentéral ou d'emblée de façon prolongée ou de courte durée.

- en post ou pré opératoire

- dans les états de dénutrition aigüe ou chronique.

6)- Pepti 2000 & Pepti 2000 Plus * (NUTRICIA)

Ce sont toutes deux des préparations sous forme d'alimentation semi-élémentaire. Toutefois, Pepti 2000* est dite hypolipidique (3,9 grammes pour 100 grammes de poudre) et 50 % de cette fraction est représentée par des TCM. Pepti 2000 Plus* est normolipidique (15,9 grammes pour 100 grammes de poudre) et comprend elle aussi 50 % de TCM soit 7,55 grammes.

Ces produits sont conseillés lorsqu'il y a malabsorption par atteinte de la muqueuse intestinale ou s'il y a une résection intestinale étendue ou une jejunostomie.

7)- Peptison * (NUTRICIA)

C'est une alimentation semi-élémentaire, hypolipidique (1 gramme pour 100 ml) dont 50 % de la fraction lipidique est constituée par des TCM, et à base de peptides à chaînes courtes. Ce produit se présente sous une forme prêt à l'emploi conditionnée dans un flacon de 500 ml. Peptison* est adapté aux réalimentations après intervention majeure sur le tube digestif, lors des jejunostomies, des fistules digestives, lors de malabsorption par maladie de Crohn.

8)- **Reabilan HN *** (ROUSSEL UCLAF NUTRITION)

C'est une préparation nutritive liquide complète à base de petits peptides obtenus par hydrolyse physiologique, de TCM, d'acides gras essentiels, de dextrans maltoses, de vitamines et de sels minéraux. Reabilan* se présente sous la forme d'un liquide prêt à l'emploi pour nutrition entérale conditionné dans une boîte de 375 ml ou dripac de 500 ml. Dans cette préparation, les TCM représentent 14 % de l'AET.

Reabilan* peut être utilisé en suivi d'une alimentation parentérale ou bien d'emblée en pré ou post opératoire dans les complications d'interventions chirurgicales ou en réanimation médicale dans les états de dénutrition aiguë ou chronique.

9)- **Gamme Sondalis Fibres-Iso-HP *** (ROUSSEL UCLAF)

*Sondalis fibres ** est une préparation équilibrée à texture spéciale enrichie en fibres dans des états normocaloriques. Les TCM représentent 47 % de la fraction lipidique (3,9 grammes pour 100 ml) soit 1,83 grammes pour 100 ml. Ce produit est particulièrement adapté dans les cas de dénutrition, de refus alimentaire, de syndrome de glissement du sujet âgé, et lors d'une nutrition entérale prolongée.

*Sondalis HP ** est une préparation diététique liquide équilibrée pour les états hypercataboliques. Les TCM représentent 47 % de la fraction lipidique (5,18 grammes pour 100 ml); ainsi, cette préparation est destinée à la nutrition entérale par sonde des patients ayant un déficit protéique : dénutris, personnes âgées, cancéreux, cicatrisations difficiles et escarres.

*Sondalis Iso ** est une préparation diététique liquide équilibrée. Les TCM comme dans *Sondalis fibres ** représentent 47 % de l'apport lipidique. De ce fait, ce produit est destiné à l'alimentation entérale par sonde des patients normocataboliques.

Les trois formes de produit se présentent sous la forme d'un liquide et sont conditionnées dans des boîtes de 375 ml ou en dripac de 500 ml.

10)- *Traumacal ** (ROUSSEL UCLAF NUTRITION)

C'est une préparation à texture spéciale, hyperlipidique pour situation hypercatabolique. Elle se présente sous la forme d'un liquide prêt à l'emploi conditionné dans des boîtes de 235 ml. La fraction lipidique (6,8 grammes pour 100 ml) est constituée pour 30 % (soit 1,96 grammes pour 100 ml) par des TCM. De ce fait, *Traumacal** est recommandé en réanimation nutritionnelle. Il peut être utilisé d'emblée en nutrition entérale ou en relais d'une nutrition parentérale.

A travers ces différents exemples, on peut constater que les produits à base de TCM sont recommandés dans tous les cas où il y a un déficit au niveau de la muqueuse intestinale (malabsorption ou maldigestion des graisses) ou dans des situations où il y a un affaiblissement général de l'organisme. En effet, les TCM sont directement absorbés et utilisés par l'organisme, ne nécessitant pas la présence respective de sels biliaires et de carnitine et sont donc particulièrement conseillés lorsqu'il y a atteinte anatomique ou fonctionnelle du tube digestif.

C3- SPECIALITE PHARMACEUTIQUE A BASE DE TCM

Alfare * (Laboratoire DIETINA) :

Cette spécialité se présente sous la forme d'une poudre destinée à la voie orale et conditionnée dans une boîte de 400 grammes. Elle est constituée d'un hydrolysate de protéines, de dextrine maltose, d'amidon, de lactose, de TCM et autres graisses ainsi que de vitamines et de sels minéraux. Les TCM représentent ici 50 % de la fraction lipidique. Ainsi, cette spécialité permet une réalimentation à l'aide de nutriments rapidement absorbés tout en préservant la muqueuse intestinale.

Alfare* est indiqué dans les cas de diarrhées prolongées ou récidivantes chez des nourrissons de moins de trois mois, dans le cas d'intolérances aux protéines ainsi qu'en cas de fibrose kystique du pancréas et lors des syndromes de la post chirurgie intestinale.

TABLEAU III - COMPARAISON DE LA COMPOSITION - LES VALEURS DE LACTOSE ET DE LA MATIÈRE GRASSE
 avec celles des autres produits (valeurs moyennes).

Analyse moyenne pour 100 ml de lait pur ou reconstitué	Lait de Chèvre	Lait de chèvrines, aux prématurés (valeurs moyennes)	Lait utilisés lors épidémies (v. moyennes)	Nutritif Entérale en situation H. catabolique (v. moy.)	Nutritif Entérale en situation Normo-catabolique (v. moy.)	Lait de Vache
<u>Valeurs énergétiques kcal</u>	71	71.8	76.5	100	100	69
<u>Protides (g)</u>	3.3	2.0	2.25	3.75	3.75	3.3
<u>Lipides dont TCN (g)</u>	4.2	3.43	3.09	5.6	3.62	3.5
	16.6	35.5	47.6	28.7	44.5	9.4
	0.7	1.22	1.47	1.69	2.59	0.33
<u>Glucoles (g) alt. lactose (g)</u>	4.40	8.35	7.98		12.63	4.15
<u>Sels Minéraux (g)</u>	~ 0.6	0.39	0.40	0.46	0.40	0.5
Na (mg)	34	28.3	34.8	76	42.5	50
K (-)	180	80	76.5	96.8	12.5	150
Ca (-)	129	69.3	59	49	50.6	120
Mg (-)	20	6	8.2	33	15.3	12
P (-)	106	40	36.9	41	43.8	95
Cu (-)	0.05	10	0.046	0.964	0.076	0.02
Fe (-)	0.04 - 0.1	0.95	0.5	0.09	1.05	0.05
Zn (-)	0.30	0.33	0.42	1.15	1	0.35
Cl (-)	130	35.4	47.5	163	125	95
<u>Vitamines</u>						
A (UI)	166.8	201	203.5	220		130
E (UI)	-	1.05	1.1		1.25	0.85
K1 (mg)		8.76	8.85			
B1 (mg)	0.04	0.04	0.047	0.09	0.12	0.04
B2 (mg)	0.15	0.07	0.065	0.09	0.12	0.19
B6 (mg)	0.04	0.046	0.045	0.45	0.32	0.04
B12 (µg)	1000	0.14	0.155	0.225	0.19	0.5
PP (mg)	0.78	0.6	0.62	1.2	1.6	0.78
C (mg)	1.5	8.3	6.2	11.82	8	1.5
Ac. panthotémique (mg)		0.33	0.255	0.8		
Ac. folique (µg)	1	10.2	10.2	25.7	27.5	4
Biotine (µg)	2.0	3.0	3.0	15.5	8.75	2.0

CONCLUSION

Si l'on considère le lait de chèvre à travers sa composition générale, il semblerait qu'il ait une place appréciable en diététique notamment en diététique pédiatrique et gériatrique. Toutefois, si l'on observe de plus près sa composition ainsi que celle du lait de vache par rapport aux valeurs moyennes calculées pour la composition des aliments diététiques étudiés en détail précédemment, il apparaît des différences de composition non négligeables. Cette comparaison de composition est rassemblée dans le tableau n° XIII.

Il résulte de cette comparaison que bien que le lait de chèvre ait une teneur en TCM supérieure à celle du lait de vache, elle reste tout de même inférieure de plus de la moitié à celle des produits utilisés en pédiatrie pour les nourrissons prématurés ou des nourrissons sujets à des troubles diarrhéiques (16,6 % contre 47,6 % et 35,5 %). Cette remarque est aussi valable pour les aliments destinés à l'alimentation entérale, le rapport lipide / TCM étant tout de même plus faible lorsqu'il est destiné à des situations hypercataboliques. Quant à la teneur protéique du lait de chèvre, elle se rapproche de celle des produits destinés à l'alimentation entérale; il en est d'ailleurs de même en ce qui concerne la teneur lipidique totale.

Pour ce qui est de sa teneur en sels minéraux, comme il a déjà été noté précédemment, le lait de chèvre est plus concentré que ne le sont les autres types d'aliment et devra donc par conséquent être dilué. En outre, sa teneur vitaminique étant insuffisante, il devra donc être supplémenté en certains éléments tels que la vitamine C, l'acide folique ...

Ainsi, il semblerait donc que le lait de chèvre ne soit pas tout à fait adapté à ces types d'alimentation si on l'utilise à son état brut. Cependant, par rapport au lait de vache, il présente tout de même certains avantages comme sa teneur en triglycérides à chaînes moyennes qui, il ne faut pas l'oublier, lui confère une digestibilité supérieure. Il semble donc que ce lait puisse être utile comme complément de l'alimentation des personnes âgées puisqu'il fournit un bon apport protéique, des lipides de bonne qualité et facilement assimilables ainsi que des vitamines et des sels minéraux. Il permettra par ailleurs un apport hydrique chez des personnes qui ont tendance à perdre leur sensation de soif.

Les Américains et Australiens utilisent de plus en plus ce type de lait notamment pour l'alimentation des nourrissons lorsque ceux-ci présentent des troubles digestifs ou des signes d'allergie pour d'autres types de lait. En France, lorsque des nourrissons présentent de tels troubles, on leur donne des substituts de lait dits "hypoallergéniques". Le lait de chèvre pour être utilisé dans ces types de pathologie devrait donc subir quelques modifications. Son avantage par rapport au lait de vache, il faut encore le souligner, est sa teneur en TCM et la présence de globules gras de petite taille.

Ce type de lait est actuellement encore peu répandu en France, et, certains parents comme, le souligne Grzesiak, sont encore réticents vis à vis de son utilisation. Toutefois, le développement des désordres de type allergique, digestif, dermatologique survenus à la suite, semble-t-il, de l'utilisation abusive de laits maternisés ouvre une porte au développement de nouveaux types d'aliments. Ainsi, le lait de chèvre, s'il est présenté sous une forme adaptée et équilibrée pourrait trouver une place de plus en plus importante que ce soit pour une alimentation destinée aux nourrissons, aux personnes âgées ou même aux personnes en bonne santé.

En effet, en dehors de l'Australie où selon certains articles, il est aisé de se procurer du lait de chèvre, ce type de lait est encore peu répandu en Europe. Il apparaît difficile pour les consommateurs d'obtenir un lait de chèvre fiable et sous une forme adéquate. Pour y remédier, malgré certaines difficultés pour obtenir un produit réellement stable, il a été mis au point un lait de chèvre U.H.T. On a parlé de difficultés car effectivement, on voyait apparaître un dépôt au bout de plusieurs jours de stockage.

Swaminathan dans un article publié dans "The Industrial Journal of Nutrition and Dietetic" en 1970 cite les principaux produits obtenus à partir du lait de chèvre que l'on peut recenser. Il s'agit tout naturellement en premier lieu du fromage. C'est en effet dans la plupart des pays méditerranéens la destinée première du lait de chèvre. Le lait de chèvre peut aussi être présent sous trois formes:

- du lait déshydraté : il est produit aux Etats Unis pour être utilisé dans l'alimentation des nourrissons présentant des symptômes d'allergie au lait de vache.

- du lait écrémé en poudre : Shurpalekar a préparé ce type de lait par lyophilisation. (in Meinard)

- du lait stérilisé : ce produit a été mis au point par Ormiston et Herreid. Le produit obtenu est susceptible de se conserver à 70°F pendant 18 semaines. (in Meinard)

Une démarche importante auprès des foyers résidences pour personnes âgées devrait être réalisée. En effet, il serait intéressant d'introduire ce type de lait auprès des gérontologues : le lait de chèvre étant un aliment riche en éléments nutritifs, il serait beaucoup mieux perçu par les personnes âgées que tous les complexes vitaminiques médicamenteux ou bien même les substituts de repas qui, il faut bien le constater, malgré leur aromatisation sont souvent rejetés.

Une autre considération non négligeable entre en jeu: c'est le coût. En effet, bien que le lait de chèvre soit plus coûteux que le lait de vache, son prix de revient serait sûrement inférieur à tous les substituts de repas qui ne sont pas remboursés par la Sécurité Sociale (Alburone* - Traumacal* -...).

Ainsi, de part son niveau de qualité nutritionnelle et son coût, il semblerait tout à fait judicieux d'introduire le lait de chèvre dans les menus des résidences pour personnes âgées.

Toutefois, il ne faudrait pas non plus qu'il soit exclusivement réservé à cet usage et une large information des laiteries auprès du grand public devrait être envisagée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASTRUP HN. STEINETA and ROBSTAD A.M.

"Taste - free fatty acids and fatty acids content in goat milk"

Acta. Agri. Sacandinavia , 1990, 35 , pp 315-32.

BISHOP JM. HILL DJ. and HOSKING CS.

"Natural history of cow milk allergy : clinical outcome"

The Journal of Pediatrics , 1990, 116 , n°6 , pp 862 - 866.

BIRKECK JA.

"Goat milk in infant feeding"

New Zealand Medical Journal , 1978 , 87 , p 365.

CALDERON J. DE PETER EJ. and FRANKE AA.

"Composition of goat milk : changes within milking and effect of a high concentrate diet"

Journal of Dairy Science , 1984 , 67 , pp 1905-1911.

CALZA L.

"Utilité du lait de chèvre en diététique"

La technique Laitière , 1970 , p 225.

CERBULIS J. PARKS OV. and FARREL HM.

"Composition and distribution of lipids in goat's milk"
Journal of Dairy Science , 1982 , 65 , pp 2301-2307.

DARTON HILL I. COVENEY J.

"Goats' milk in infant feeding"
The Medical Journal of Australia , 1985 , 39 , n°12 , pp 508-572.

DARNTON HILL I. COVENEY J.

"Goats' milk: nutritional and public health aspects - a review"
Food Technologie in Australia , 1987 , 39 , n°12 , pp 568-572.

DIHB H. DE BLIC J. SCHEIMANN P. et PAUPE P.

"Alimentation du nourrisson et de sa mère dans la prévention de
l'allergie"
Revue Française d'Allergologie , 1990 , 30 , n°3 , pp 179-182.

FATOUX A.

"La composition du lait de chèvre"
La Chèvre , 1968 , 77 , pp 16-22.

GRAND PIERRE C. GHISOLFI J. et TOUVENOT JP.

"Etude biochimique du lait de chèvre"
Cahiers de Nutrition et Diététique , 1988 , XXIII , n°5 , pp 367-374.

GRAPPIN R. JEUNET R. PILLET R. et LE TOQUIN A.

"Etude des laits de chèvre : teneur du lait de chèvre en matières grasses, matières azotées et fractions azotées"

Le Lait , 1981 , 61 , pp 117-133.

GRZESIAK T.

"Prescrire du lait de chèvre en diététique : Révolutionnaire ?"

Concours Médical , 1989 , 111 , n°5 , pp 3059- 3064.

HESTON .

"Goat milk in infant feeding « letter » "

The Medical Journal of Australia , 1986 , 144 , p 279.

JENNESS R.

"Composition and characteristics of goat milk : Review 1968-1979"

Journal of Dairy Science , 1980 , 63 , pp 1606-1630.

KIRKE P.

"Human consumption of goats' milk"

Journal of the Irish Medical Association , 1979 , 72 , n°11 , p 42.

LEDERER E. et AZERARD R.

Biochimie des lipides - Paris ; Ediscience , 1974 . - 246 P.

LE JAOUEN

"Le lait de chèvre" - in : LAIT ET PRODUITS LAITIERS : Vache - Chèvre -
Brebis- * Tome 1 - Partie 3 - Paris : Lavoisier , mars 1985 . - 397 p.

LE MENS

"Composition du lait : la situation actuelle"
La Chèvre , n°153 , pp 14-21.

LETOQUIN LAMY

"Le lait de chèvre U.H.T : le premier point sur les essais"
Revue des ENIL , n°96 , pp 32-35.

MAREE H. P.

"Goats' milk and its use as hypoallergenic infant food"
Dairy Goat Journal , 1978 , pp 62-72.

MARTEAU P. POCHART P. BOUHNİK Y. ZIDI S. GODEREL I. RAMBAUD JC.

"Suiwie dans l'intestin grêle, de Lactobacillus acidophilus et
Bifidobacterium sp, ingérés dans un lait fermenté."
Gastroenterol. Clin. Biol. , 1992 , 16 , pp 25-28.

MIETTON B.

"Composition du lait de chèvre et aptitudes fromagères : incidences sur
l'alimentation"
Revue des ENIL , n°109 , pp 29-36.

OLMEDO GR. CARBALLIDO A. and ORITZ MA.

"Study of goat milk fat major fatty acids and their ratios"

Anal. Bromatol. , 1979 , XXXI , 3-4 , pp 209-226.

PARK YW. MAHONEY AW. and HENDRICKS DG.

"Bioavailability of iron in goat milk compared with cow milk fed to anemic rats"

Journal of Dairy Science , 1986 , 69 , pp 2608-2615.

PARKASH and JENNESS R.

"Composition and characteristics of goats' milk"

Dairy Science Abstract , 1968 , 30 , n°143 , pp 66-87.

PASCAUD Hélène

"Composition glucidique et activité lactasique des "laits ferment es".
Intérêts de leur consommation dans l'hypolactasie de l'adulte."

LIMOGES , 1990.

Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie.

PASSERAT Brigitte

"Activité lactasique des Bifidobacterium. Leur intérêt nutritionnel dans
le cadre de l'hypolactasie de l'adulte."

LIMOGES , 1991.

Thèse pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie.

REIMANN HP. and MEYER ME.

"Toxoplasmosis in infant fed unpasteurized goat milk"
Journal of Pediatrics , 1985 , 87, pp 32-40.

REMEUF F. LENOIR J.

"Caractéristiques physicochimiques du lait de chèvre"
Revue Laitière Française , 1985 , 446 , pp 32-40

SAWAYA WN. SAFI WJ. AL SHALMAT AF. and MOHAMMAD

"Chemical composition and nutritive value of goat milk"
Journal of Dairy Science , 1984 , 67 , pp 1655-1659.

SWAMINATHAN M. DANIEL VA.

"The chemical composition and nutritive value of goat' s milk and its products"
The Industrial Journal of Nutrition and Dietetic , 1970 , 7, pp 252-260

TAITZ LS. ARMITAGE BL.

"Goats' milk for infant and children"
British Medical Journal , 1984 , 288 , pp 428-429.

TREMOLIERES J.

Nutrition - Physiologie - Comportement alimentaire - 2^e Edition - Paris:
Dunod , juin 1983.

TRICARD COLLET P. ZEE JA.

"A study of the microbiological quality of goat milk in Quebec"
Journal of Food Protection , 1991 , 54 , pp 263-266.

TRIPP

"Infant feeding practices : a cause for concern"
British Medical Journal , 1979 , 2 , pp 707-709.

VIDAL 1991

ZADOW JG. HARMAN JF KOKAK HR MEYES

"The stability of goats' milk to UHT processing"
The Australian Journal of Dairy Technology , 1983 , pp 20-23.

TABLE DES MATIERES

PLAN	page 1
INTRODUCTION	page 7
A- COMPOSITION DU LAIT DE CHEVRE	page 10
A1- Caractères organoleptiques	page 10
a- couleur	
b- odeur	
c- saveur	
A2- Caractères physiques	page 10
a- équilibre acide/base * pH	
* acidité titrable	
b- densité	page 11
c- tension superficielle	page 12
d- viscosité	page 12
e- point de congélation	page 13
f- conductivité électrique	page 13
g- index de réfraction	page 14
A3- Composition chimique du lait de chèvre.....	page 15
1)-Composition globale.....	page 15
2)-Composition azotée	page 16

2a-	fraction caséinique.....	page 17
	* caséines	page 18
	* caséine	page 18
	* caséine	page 19
	* les micelles de caséines	
2b-	les deux autres principales protéines	p21
	* la lactoglobuline..	page 21
	* l' lactalbumine....	page 22
2c-	les protéines mineures	page 23
	* les immunoglobulines.	page 23
	* lactoferrine et transferrine	
	* autre protéines.....	page 24
2d-	l'azote non protéique (l'ANP).....	page 25
3)-	La matière grasse	page 27
3a-	les triglycérides	page 28
	* les globules gras ...	page 28
	* la teneur en acides gras	p29
3b-	les phospholipides et cérébrosides.	page32
3c-	le cholestérol et ses esters	page 33
4)-	Les enzymes	page 34
4a-	la xanthine oxydase	page 34

4b-	la phosphatase alcaline	page 35
4c-	la phosphatase acide	page 35
4d-	la lipase	page 36
4e-	la muramidase ou lysosyme	page 36
4f-	autres enzymes	page 37
5)-	Les carbohydrates	page 38
5a-	le lactose	page 38
5b-	l'inositol	page 38
6)-	Les minéraux	page 39
6a-	le chlore et le potassium	page 39
6b-	le sodium	page 40
6c-	le calcium et le phosphore	page 40
6d-	le fer.....	page 41
7)-	Les vitamines.....	page 42
7a-	la vitamine C	page 43
7b-	la vitamine D	page 43
7c-	la vitamine B6 ou pyridoxine	page 43
7d-	la vitamine B12	page 44
B-UTILISATION DU LAIT DE CHEVRE COMME ALIMENT DIETETIQUE		page 45
B1-	Les méfaits du lait de chèvre et les réticences vis à vis de son utilisation.....	page 45

1)- Le lait comme agent de transmission des maladies infectieuse	page 45
2)- La qualité bactériologique du lait	page 47
3)- Les mesures nécessaires	page 48
B2- Les carences du lait de chèvre	page 49
1)- La carence en acide folique et vitamine B12	p50
2)- La carence en fer	page 51
3)- Les autres carences	page 52
B3- La valeur nutritive du lait de chèvre	page 53
1)- La valeur des protéines du lait de chèvre	p54
2)- La valeur des matières grasses du lait de chèvre	
B4- Intérêts et indications du lait de chèvre	page 57
1)- Le lait face aux réactions allergiques.	page 57
2)- Le lait de chèvre et les personnes agée ...	p60
3)- Autres intérêts du lait de chèvre	page 61
B5- Conditions d'utilisation du lait de chèvre en pédiatrie	page 63

C- PRODUITS ACTUELLEMENT COMMERCIALISES CONTENANT DES TCMpage 66
C1- Produits destinés aux nourrissons et enfants en bas agepage 66
C2- Produits destinés à l'alimentation entéralepage 70
C3- Spécialité pharmaceutique contenant des TCMpage 76

CONCLUSION	page 77
------------------	---------

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	page 82
-----------------------------------	---------

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 - Schématisation de la composition de la fraction azotée	page 16 bis
- Figure 2 - Schéma d'extraction lipidique & des fractions lipidiques présentes	page 27 bis
- Figure 3 - Proportions relatives des acides gras de la matière grasse du lait de vache et de chèvre	page 30 bis
- Figure 4 - Rapports entre les constituants du lait de chèvre et les valeurs requises par les nourrissons	page 43 bis
- Figure 5 - Teneur en acides aminés du lait de chèvre comparée aux besoins requis par les nourrissons	page 54 bis

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau I - Composition globale du lait de chèvre
.....page 15 bis
- Tableau II - Composition moyenne annuelle du lait de chèvre en composés azotés & matières grasses
.....page 16 bis
- Tableau III- Analyse protéiquepage 17 bis
- Tableau IV - Structure micellairepage 19 bis
- Tableau V - Proportion relative des acides gras de la matière grasse des laits de vache et de chèvre
.....page 29 bis
- Tableau VI - Composition en phospholipides de la membrane des globules graspage 32 bis
- Tableau VII- Composition en minérauxpage 39 bis
- Tableau VIII- Comparaison de la teneur en minéraux des laits de vache et de chèvre & du lait maternel
.....page 40 bis
- Tableau IX - Composition en minérauxpage 41 bis
- Tableau X - Teneur en vitamines du lait de chèvre
.....page 42 bis
- Tableau XI - Comparaison des aliments riches en TCM destinés aux nourrissons.....page 66 bis
- Tableau XII - (suite)page 67 bis

- tableau XIII- Comparaison de la composition des laits de
chèvre et de vache avec celles des autres
produitspage 76 bis

JOUHANNET (Pascale). - Le lait de Chèvre: un produit d'avenir?
f. ; fig ; tabl. ; 30 cm (Thèse: Pharm. ; Limoges ; 1992).

RÉSUMÉ :

Le Lait de Chèvre est à l'heure actuelle destiné pour l'essentiel, à la fabrication de fromages.

Cependant, si l'on examine avec plus d'attention sa composition, on remarque certaines qualités intéressantes sur le plan nutritionnel. En effet, la comparaison avec le lait de vache a fait ressortir les qualités suivantes :

- meilleure digestibilité des lipides
- richesse du lait de chèvre en TCM
- présence d'acide gamma linoléique & arachidonique

De ce fait le lait de chèvre présente des avantages nutritionnels en particulier pour les personnes âgées.

Ces caractéristiques font que le lait de chèvre devrait prendre une place plus importante dans l'alimentation humaine.

MOTS CLÉS :

- Lait de chèvre
 - Triglycéride
 - Arachidonique, acide
 - Linoléique, acide gamma.
-

JURY :

Président : Monsieur le Professeur HABRIOUX
Juges : Monsieur le Professeur NICOLAS
Monsieur BLANCHARD
Madame DEMAISON.
