
La Colostrum

2.1. Définitions du colostrum

2.1.1. Définition légale

Généralement de couleur miel, jaune et visqueux, le colostrum est le premier liquide sécrété par la mamelle après la parturition. D'après certains auteurs, il n'est réellement présent que lors de la première traite, ou durant les premières 24 – 48h. Mais le deuxième article du décret du 25 mars 1924, modifié et complété par le décret du 4 janvier 1971, définit indirectement le colostrum en France. Il dispose en effet que « le lait est le produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction. L'origine doit être spécifiée s'il ne provient pas de l'espèce bovine ».

Et que : « ... sera considéré comme lait impropre à la consommation humaine : ... le lait provenant d'une traite opérée moins de 7 jours après le part et, d'une manière générale, le lait contenant du colostrum. »

Dans la réglementation française, le colostrum est donc le produit de la traite des six premiers jours après la mise bas, et sa livraison dans la collecte laitière constitue une fraude.

Cette réglementation est sous-tendue par des préoccupations d'ordre technologique : le colostrum est très riche en protéines solubles (Ig, Albumine), et beaucoup moins en protéines spécifiques du lait (caséines). Or, les protéines solubles, qui sont plus hydrophiles mais moins stables à la chaleur que les caséines, ne coagulent pas avec présure. Ce « lait » est alors moins sujet à l'acidification, à la coagulation et à l'égouttage, ce qui diminue les rendements fromagers. De plus, le fort taux de protéines contenu dans le colostrum (autres que caséines) entraîne une coagulation plus rapide et plus importante à la chaleur. Les procédés thermiques de conservation classiques tels que la pasteurisation ou la stérilisation ne peuvent donc pas s'appliquer au colostrum ou au lait contenant du colostrum. Ceci entraîne des pertes économiques, des soucis de conservation et d'utilisation (AMALRIC, 2011).

2.1.2. Définition biologique et immunologique

De manière générale, pour certains auteurs (SALMON, 1999), le colostrum représente les sécrétions accumulées dans la mamelle durant les dernières semaines de la gestation, enrichies des protéines, qui ont transsudé du sang sous l'influence des œstrogènes et de la progestérone.

le colostrum est « le mélange de sécrétions lactées et de constituants du sérum sanguin, qui s'accumulent dans la glande mammaire pendant la période sèche et qui peut être récolté immédiatement avant ou après la parturition» (FOLEY et al., 1978).

Pour LEVIEUX (1984), qui s'intéresse surtout à l'immunité procurée par le colostrum, il s'agit uniquement du produit de la première traite (et non pas de la première journée). Pour FOLEY et al., (1978), qui s'intéressent au surplus de colostrum non commercialisable, la définition s'étend alors au mélange des six premières traites.

D'un point de vue purement immunologique, le colostrum est un liquide contenant les éléments de l'immunité passive du jeune ruminant. C'est la sécrétion de la glande mammaire durant les 48 premières heures suivant la mise-bas, qu'elle soit tétée ou traite. Les quantités de cellules et d'anticorps diminuent régulièrement et rapidement d'une buvée ou d'une traite à l'autre dans les deux premiers jours ; au-delà, leur quantité est très proche de celle du lait, même si un fond d'immunité lactogène, à efficacité imprécise, persiste jusqu'au sevrage (AMALRIC, 2011).

Les concentrations en IgG et IgM sériques de la mère ne sont pas reliées à celles du colostrum, dans lequel elles sont sélectivement concentrées (en particulier les IgG) (SAWYER et al., 1977 In AMALRIC, 2011).

2.2. Composition du colostrum

Le colostrum se distingue généralement du lait par son aspect et ses propriétés. Pourtant, la composition moyenne et ordinaire demeure une notion discutable car les variations interindividuelles sont très importantes (AMALRIC, 2011).

Les composantes les plus importantes du colostrum peuvent être en principe décomposées en deux grandes catégories: les facteurs du système immunitaire et des facteurs de croissance. Les fabricants de médicaments ont essayé de copier (ingénieur génétiquement) et le marché de plusieurs des composants individuels du colostrum, notamment l'interféron, la γ -globuline, l'hormone de croissance, l'IGF-1 et inhibiteurs de la protéase (ZOLTANP et RONA, 1998).

2.2.1. Facteurs du système immunitaire

- **Immunoglobulines (A, D, E, G et M)**

Ce sont les facteurs de l'immunité les plus abondants dans le colostrum; IgG neutralise des toxines et des microbes dans la lymphe et système circulatoire; IgM détruit des bactéries tandis que les IgE et IgD sont hautement antivirales (ZOLTANP et RONA, 1998).

- **Lactoferrine**

La lactoferrine est une glycoprotéine contenant deux sites capables chacun de fixer un ion ferrique (Fe^{3+}). Cette capacité à capter le fer explique en partie son rôle dans le contrôle de la croissance de certaines bactéries pathogènes (ZAGULKI et al., 1989, DIARRA et al., 2002 In KONUSPAYEVA, 2007).

La lactoferrine a une activité antivirale, anti-bactérienne et anti-inflammatoire, cette propriété permet de traiter le cancer, HIV, Cytomégalovirus, herpès, syndrome de la fatigue chronique, *Candida albicans* et autres infections (ZOLTANP et RONA, 1998).

- **Polypeptide riche en proline (PRP)**

C'est une hormone qui régule le fonctionnement du thymus, en stimulant le système immunitaire. Notamment dans les maladies d'auto-immunes (polyarthrite rhumatoïde, lupus, sclérodermie, syndrome de la fatigue chronique, allergies, etc.) (ZOLTANP et RONA, 1998).

- **Leucocyte**

Les leucocytes stimulent la production de l'interféron, ce qui ralentit la reproduction virale, et la pénétration des parois cellulaires (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Enzymes**

Les enzymes lactoperoxydase-thiocyanate, peroxydase et de la xanthine oxydase oxydent les bactéries par leur capacité à libérer du peroxyde d'hydrogène (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Lysozyme**

C'est un agent hydrolysant et renforçant le système immunitaire capable de détruire les bactéries et les virus au contact (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Cytokine**

C'est une interleukine qui règle la durée et l'intensité de la réponse immunitaire, elle est responsable de la communication entre les cellules, de la stimulation de l'activité des cellules T et de la production des 4 immunoglobulines. L'interleukine-10 a une activité anti-inflammatoire, en particulier dans les articulations arthritiques (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Inhibiteurs de la trypsine et des inhibiteurs des protéases**

Prévenir la destruction des facteurs immunitaires et de croissance dans le colostrum d'être dégradé dans le tractus gastro-intestinal; ils empêchent aussi *Helicobacter pylori* de se fixer aux parois de l'estomac et peut avoir un rôle bénéfique dans le traitement de la gastro-duodéal ulcères (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Lymphokines**

C'est une like-hormone peptidique produit par les lymphocytes activés qui servent de médiateur de la réponse immunitaire (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Oligo Polysaccharides et Glycoconjugates**

Leur rôle consiste à attirer et se lier à des agents pathogènes (*Streptococcus*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Entamoeba*, *Shigella*, *Clostridium*, et à empêcher de se fixer ou d'entrer dans les membranes muqueuses (ZOLTANP et RONA, 1998).

- **Vitamine C**

La vitamine C joue un rôle biologique considérable par ses propriétés antioxydantes. Récemment, il a été montré qu'elle avait aussi une action positive sur la réponse immunitaire des organismes agressés par diverses maladies (KONUSPAYEVA, 2007).

2.2.2 Facteurs de croissance

Parmi les facteurs, nous citons :

- Croissance épithélial (EGF)
- Insuline comme facteur de croissance I et II (IGF-1 et IGF-II)
- Croissance des fibroblastes (FGF)
- Croissance dérivé des plaquettes (PDGF)
- Facteurs de croissance transformants A et B (TgA et B)
- Hormone de croissance (GH, STH)

Ceux-ci permettent ensemble à stimuler la croissance cellulaire et tissulaire en stimulant la formation de l'ADN. Les versions génétiquement modifiées de l'IGF-1 et de GH sont maintenant vendues comme des anti-âges et des médicaments contre le SIDA. Ils sont trouvés naturellement et par hautes concentrations dans le colostrum. Plusieurs études montrent que ces facteurs de croissance sont capables d'augmenter la production de cellules T, accélérer la guérison, l'équilibre de la glycémie, de réduire les besoins en insuline, d'augmenter la masse musculaire, la croissance et la réparation osseuse en métabolisant la graisse pour combustible (ZOLTANP et RONA, 1998).

2.3. Qualité du colostrum

On évalue la qualité d'un colostrum par la quantité et la qualité (la gamme) des anticorps qu'il contient.

2.3.1. Quantité d'anticorps

La simple observation visuelle donne une bonne indication de la qualité d'un colostrum. Un colostrum jaunâtre, épais et crémeux est riche en anticorps. Par contre un colostrum pâle et fluide est pauvre en anticorps (MICHEL, 2005). De plus, la qualité du colostrum dépend de nombreux facteurs:

- **La concentration d'anticorps dans le colostrum diminue avec les facteurs suivants:** La durée inadéquate de la période de tarissement (moins de 4 semaines), le vêlage prématuré, la traite avant le vêlage, ou la perte du colostrum avant le vêlage;
- **L'âge de la vache:** En moyenne la concentration d'anticorps dans le colostrum d'une vache adulte est plus élevée (8%) que dans celui d'une vache primipare (5-6%). De même, la variété d'anticorps présent dans le colostrum augmente avec l'âge de la vache;
- **La race laitière:** Le colostrum de la Holstein contient moins d'anticorps (6%) que celui des autres races laitières (8-9%) (MICHEL, 2005).

2.3.2. Qualité d'anticorps

Un colostrum de bonne qualité est riche en anticorps qui protège le veau contre une grande variété d'organismes pathogènes présents dans l'environnement. L'exposition à un agent infectieux est une condition requise pour développer une résistance immunitaire. Les vaccins et les organismes pathogènes auxquels la vache a été exposée, détermine directement les types d'anticorps trouvés dans son colostrum. C'est au cours de sa vie qu'une vache acquiert une bonne immunité contre les maladies spécifiques à l'environnement où elle se trouve. Ainsi, le colostrum d'une vache adulte qui est née et a été élevée dans l'exploitation est idéal pour protéger n'importe quel nouveau-né de cette exploitation. Par contre la valeur immunitaire du colostrum d'une vache récemment

introduite dans un élevage est faible. De même, l'introduction d'un veau de moins de 6 à 8 semaines dans un élevage est à déconseiller parce qu'il n'a pas les anticorps spécifiques à son nouvel environnement (MICHEL, 2005).

2.4. Contrôle de la qualité

La meilleure qualité de colostrum est produite naturellement et est exempt de pesticides, herbicides, hormones anabolisantes, les stéroïdes, les antibiotiques et autres produits chimiques. Pas tous les produits de colostrum sur le marché sont biologiquement actifs en raison du traitement incorrect par l'utilisation de températures élevées et de pasteurisation ou la formation de colostrum en comprimés, une méthode qui exige une forte pression et génère de la chaleur, de détruire l'activité biologique. Le colostrum sous forme liquide est également loin d'être idéal. Il n'est pas aussi concentré que les versions en poudre du produit. Il doit être conservé au réfrigérateur en raison de sa courte durée de conservation (ZOLTANP et RONA, 1998).

2.5. Contamination microbienne du colostrum

Le colostrum peut être contaminé par des germes, soit à la suite d'un transfert mammaire de germes de la mère (ex : *Mycobacterium paratuberculosis*), soit par des germes de la mère ou de l'environnement présents sur la mamelle ou le matériel de récolte de colostrum.

Ainsi, certains programmes américains de gestion des infections prévoient que les mères donneuses de colostrum soient déclarées (par les tests adéquats) négatives en paratuberculose, salmonellose, mammite à *Mycoplasma bovis* et à *Staphylococcus aureus*, diarrhée virale bovine et leucose bovine enzootique.

Une étude américaine sur 150 échantillons de colostrum a montré que 85% d'entre eux contenaient plus de 10^6 UFC/ml de bactéries totales avec plus de 10^4 UFC/ml de coliformes fécaux (ALLEMAND, 2008).

2.6. Importance du colostrum

2.6.1. Importance du colostrum pour le nouveau-né

- **Le veau naît « sans défenses »**

Contrairement à d'autres espèces, les bovins naissent dépourvus d'anticorps. En effet, leur placenta ne laisse pas passer ceux-ci de la mère vers le fœtus. Le veau naît armé mais ne sait pas contre qui il va devoir se battre. Si son système immunitaire est au point, il doit néanmoins tout apprendre. Bref, en cas d'attaque d'un agent pathogène dans les premières semaines de vie, le temps de réaction du système immunitaire du veau est trop long pour pouvoir bloquer une infection. C'est pendant cette phase que l'immunité apportée par le colostrum est la plus importante (**DETIFFE, 2010**).

- **Le colostrum protège le nouveau-né contre les infections**

La seule source d'anticorps pour le nouveau-né est le colostrum. Toutefois, l'intestin du nouveau-né n'est perméable aux anticorps que pendant les 24 premières heures de vie. Seule l'administration rapide du colostrum permettra qu'une partie de ces anticorps passent du tube digestif vers la circulation sanguine. Les anticorps qui restent dans la lumière intestinale ont un rôle de défense locale.

Le colostrum frais contient également des globules blancs qui, comme les anticorps, vont traverser la paroi intestinale pour atteindre la circulation sanguine. Ces globules blancs vont stimuler positivement le système immunitaire du nouveau-né et lui permettre de s'adapter plus vite, grâce aux connaissances acquises du système immunitaire de la vache donneuse de colostrum. Le colostrum contient plus d'1 million de globules blanc par ml, actifs et fonctionnels dès leur absorption par le nouveau-né (**DETIFFE, 2010**).

- **Le colostrum apporte d'autres éléments au nouveau-né**

En plus du rôle de « défense de première ligne » assuré par les anticorps colostraux, le colostrum est avant tout un aliment de haute qualité, c'est une source essentielle d'énergie pour le veau grâce aux protéines, lipides, vitamines,... qu'il contient. Le colostrum est une sorte de concentré d'énergie, permettant le démarrage du veau après l'épreuve de la naissance (**DETIFFE, 2010**).

2.6.2. Applications cliniques

Grâce à des centaines d'années d'utilisation et plus de 1000 études cliniques, le colostrum a été démontré pour être complètement sûr sans interactions médicamenteuses ou d'effets secondaires à tous les niveaux d'ingestion. Les conditions cliniques suivantes ont été bien documentés de répondre favorablement à la supplémentation en colostrum:

- **Maladies virales**

Environ 75% des anticorps dans le corps sont produits par le composant IG du système immunitaire. La capacité de malades AIDS/HIV de lutter la maladie infectieuse est gravement compromise par partie en raison de dommages à l'intestin de l'inflammation chronique et la diarrhée. Le rôle de plusieurs études récentes un rapport de colostrum dans le renversement de ce problème chronique découlant des infections opportunistes comme *Candida albicans*, *Cryptosporidia*, le *rotavirus*, l'herpès simplex, des souches pathogènes de *E. Coli* et les infections de la grippe intestinale. Tous les agents pathogènes de l'intestin sont bien traités par le colostrum, sans effets secondaires. Le colostrum est composé de nombreux facteurs ayant une activité antivirale forte, en particulier des immunoglobulines, la lactoferrine et les cytokines (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Allergies et les maladies auto-immunes**

PRP de colostrum peut fonctionner comme une substance régulatrice du thymus. Il a été démontré pour améliorer ou éliminer les symptômes des deux allergies et des maladies auto-immunes (sclérose en plaques, l'arthrite rhumatoïde, le lupus et la myasthénie grave). PRP inhibe la surproduction de lymphocytes et les cellules T et réduit les principaux symptômes des allergies et maladies auto-immunes: la douleur, l'enflure et l'inflammation (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Maladie cardiovasculaire**

L'immunité altérée peut être la cause cachée de l'athérosclérose et les maladies cardiovasculaires. Par exemple, un type de chlamydia a été associée à la formation de

plaque artérielle chez plus de 79% des patients atteints de maladies cardiaques. Un récent du New England Journal of Medicine article a conclu que la maladie cardiaque est le résultat d'une sensibilisation immunitaire aux antigènes cardiaques. Le colostrum PRP peut avoir un rôle pour inverser la cardiopathie beaucoup comme il le fait avec les allergies et les maladies auto-immunes.

En outre, l'IGF-1 et de GH dans le colostrum peut abaisser le taux de cholestérol-LDL, tout en augmentant les concentrations de cholestérol-HDL. Les facteurs de croissance du colostrum favoriser la réparation et la régénération du muscle cardiaque et la régénération de nouveaux vaisseaux sanguins pour la circulation coronarienne collatérale (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Cancer**

Les avantages de cytokines dans le traitement du cancer ont d'abord été popularisés par le livre de Steven Rosenberg 1985. Depuis ce temps, les cytokines que l'on retrouve dans le colostrum ont été les protocoles simples les plus recherchés dans la recherche scientifique pour le traitement du cancer.

Le colostrum lactalbumine a été trouvé pour être en mesure de causer la mort sélective des cellules cancéreuses, ce qui laisse les tissus non cancéreux environnants affectés. La lactoferrine a même été signalé à posséder une activité anti-cancer. La combinaison des facteurs immunitaires et la croissance dans le colostrum peut inhiber la prolifération des cellules cancéreuses. Si des virus sont impliqués soit dans l'initiation ou la propagation du cancer, le colostrum pourrait se révéler être l'une des meilleures façons de prévenir la maladie en premier lieu (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Diabète**

Le colostrum contient plusieurs facteurs, qui peuvent compenser cela et d'autres allergies. Le colostrum IGF-1 peut se lier à la fois l'insuline et les récepteurs d'IGF-1 se trouvent sur toutes les cellules. Essais sur l'homme en 1990 ont rapporté que l'IGF-1 stimule l'utilisation du glucose, l'hyperglycémie aiguë traiter efficacement et de réduire un diabétique de type II s dépendance à l'insuline (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

- **Les programmes de perte de poids**

IGF-1 est requis par l'organisme à métaboliser les graisses en énergie à travers le cycle de Krebs. Avec le vieillissement, moins d'IGF-1 est produite dans le corps. Les niveaux insuffisants sont associés avec une augmentation de l'incidence du diabète de type II et de la difficulté à perdre du poids malgré un apport nutritionnel adéquat et une activité physique suffisante. Le colostrum est une bonne source d'IGF-1 comme une thérapie complémentaire pour la perte de poids réussie (**ZOLTANP et RONA, 1998**).

2.7. Caractérisation de colostrum bovin et camelin

2.7.1. Colostrum bovin

Première sécrétion mammaire qui suit la mise-bas, son importance nutritive est la même que chez les autres Mammifères mais son importance immunologique est liée aux particularités de la gestation chez cette espèce (**ALLEMAND, 2008**).

2.7.1.1. Composition de base

Le colostrum contient un fort taux de protéines, relié à un extrait sec et une densité bien plus élevés que dans le lait. De plus, son taux de cendres brutes est, en moyenne, supérieur à celui du lait.

Si l'on s'intéresse à l'évolution de la composition du produit de la sécrétion mammaire au fil des jours à partir de la mise-bas, on constate que chez les bovins, la matière grasse et les cendres brutes diminuent, alors que le taux de lactose augmente (Tableau VI) (**AMALRIC, 2011**).

Tableau VI : Composition du colostrum et du lait de vache, d'après FOLEY et al, 1978 et MANGIN, 2002 In AMALRIC, 2011

	COLOSTRUM					LAIT
	1 ^{er} jour Post-partum	2 ^{ème} jour Post-partum	3 ^{ème} jour Post-partum	4 ^{ème} jour Post-partum	5 ^{ème} jour Post-partum	
Densité	1,056	1,040	1,035	1,033	1,033	1,032
Matières Grasses (%)	6,7	5,4	3,9	4,4	4,3	4,0
Protéines totales (%)	14,0	8,4	5,1	4,2	4,1	3,1
Lactose (%)	2,7	3,9	4,4	4,6	4,7	5,0
Cendres brutes (%)	1,11	0,95	0,87	0,82	0,81	0,74

2.7.1.2. Composition protéique spécifique du colostrum

Si l'on se penche plus précisément sur les protéines spécifiques du colostrum, on constate effectivement une moins grande quantité de caséines et plus d'immunoglobulines. Ce rapport s'inverse entre le premier et le cinquième jour post-partum (Tableau VII) (QUIGLEY, et al., 2000 In AMALRIC, 2011).

D'après ALLEMAND, (2008), sur 160 g de matières azotées par Kg de colostrum, 140 g sont des protéines, parmi lesquelles la caséine représente 48 g, l'albumine 9g et les immunoglobulines 60 g Cette richesse en protéines confère au colostrum un pH de l'ordre de 6,4 (6.5 pour le lait), et un pouvoir tampon très élevé (ALLEMAND, 2008)

Tableau VII : Composition protéique du lait et de colostrum de vache (d'après SERIEYS, 1993 et GRATIUX, 2003 In AMALRIC, 2011)

Numéro de traite	Protéines totales (g/kg)	Protéines solubles (g/kg)	Caséine (g/kg)	Caséine/protéines totales %
1	140	92	48	34,2
2	84	41	43	51,2
3	51	13	38	46,2
4	42	10	32	46,2
Lait	31	6	25	80,6

2.7.1.3. Composition en minéraux et vitamines

A l'exception du potassium, les teneurs en minéraux, oligo-éléments et vitamines du colostrum sont plus élevées que celles du lait, avec des coefficients multiplicateurs compris pour la plupart entre 2 et 10 (ALLEMAND, 2008)

Le tableau VIII ci-dessous donne un ordre de grandeur des concentrations en minéraux et vitamines dans le colostrum et dans le lait.

Tableau VIII : Minéraux et vitamines dans le colostrum et lait de vache
(d'après LEVIEUX, 1982 et MANGIN, 2002 *In* AMALRIC, 2011)

Elément	Colostrum	Lait	Elément	Colostrum	Lait
Ca (g/kg)	2,6	1,3	Si (µg/kg)	30000	2600
P (g/kg)	1,8	1	Al (µg/kg)	1200	600
K (g/kg)	1,4	1,5	Se (µg/kg)	50	20
Mg (g/kg)	0,4	0,12	Vit A UI /L	10000	1000
Na (g/kg)	0,7	0,45	Vit D UI /L	10	5
Cl (g/kg)	1,2	1	Vit E (µg/kg)	10000	1000
Zn (µg/kg)	12000	3600	Vit B1 (µg/kg)	800	450
Mn (µg/kg)	100	50	Vit B2 (µg/kg)	6000	1500
Fe (µg/kg)	1000	500	Vit B12 (µg/kg)	6	3
Cu (µg/kg)	300	120	Vit B9 (µg/kg)	8	2
Co (µg/kg)	75	1	Vit C1 (µg/kg)	4	2

2.7.1.4. Immunoglobulines colostrales

Le colostrum contient de nombreux facteurs importants pour la protection contre les infections microbiennes. On considère que les immunoglobulines sont les facteurs de défense les plus importants présents dans le colostrum, et sont responsables de la protection contre les maladies systémiques et entériques.

La plupart des études sur l'échec du transfert passif se sont concentrées sur le taux d'immunoglobulines, car ces dernières jouent un rôle essentiel dans la protection contre les maladies. Cependant, les autres composantes présentes dans le colostrum

contribuent à la santé. En plus des immunoglobulines, le colostrum contient d'autres facteurs antimicrobiens comprenant la lactoferrine, le lysozyme et la lactoperoxydase. (DALE *et al.*, 2003).

La part de protéines solubles par rapport à la caséine est très importante : celles-ci sont essentiellement des immunoglobulines (Ig), plus particulièrement des IgG1 d'origine sanguine qui représentent plus de 85% des immunoglobulines colostrales. Les autres immunoglobulines sont des IgG2, IgA et IgM (ALLEMAND, 2008).

Le tableau IX illustre la répartition des immunoglobulines colostrales et montre la forte prédominance des IgG1.

Tableau IX : Concentrations en immunoglobulines du sérum, du lait et du colostrum de vache (ALLEMAND, 2008)

	IgG1	IgG2	IgM	IgA
Sérum	10 g/L	8 g/L	2,5 g/L	0,5 g/L
Colostrum	60 g/L (20 à 100)	2 g/L	5 g/L	4,5 g/L
Lait	< 1 g/L	0,03 g/L	0,05 g/L	0,05 g/L

2.7.2. Colostrum camelin

2.7.2.1. Composition de base

Des contrôles quotidiens, effectués dès la mise bas, ont permis de situer entre le 8^{ème} et le 9^{ème} jour la fin de la phase colostrale (ABDELLI *al.*, 1991). A la mise bas, le colostrum est de couleur crème translucide, épais, collant, acide, très dense ($d > 1,050$) et riche en extrait sec (181 g par l). 57% de cet extrait sec étaient des protéines solubles. (KAMOUN, 1995).

Le colostrum camelin est très différent du lait dans sa composition et ses propriétés. Une caractéristique très distinctive du colostrum est sa forte teneur en protéines et matière grasse environ $5,40 \pm 2,86$ % et $7,88 \pm 8,23$ contre environ $3,46 \pm 0,79$ % et $5,96 \pm 2,52$ respectivement dans le lait normal. La densité et l'acidité de colostrum sont très élevées que le lait (tableau X).

Tableau X : Composition du colostrum et du lait de dromadaires

Paramètre	Colostrum camelin		Lait camelin	
	Moyenne et Ecart-type	Référence	Moyenne et Ecart-type	Référence
MG (%)	7,88 ± 8,23	KONUSPAYEVA, 2007	5,96 ± 2,52	KONUSPAYEVA, 2007
Densité	1,050	KAMOUN, 1995	1,028 ± 0,001	EL HATMI et al., 2006
pH	6,52 ± 0,39	KONUSPAYEVA, 2007	6,40 ± 0,07	EL HATMI et al., 2006
Acidité D°	27,75 ± 3,83	KONUSPAYEVA, 2007	18,10 ± 1,13	EL HATMI et al., 2006
Protéine (%)	5,40 ± 2,86	KONUSPAYEVA, 2007	3,46 ± 0,79	KONUSPAYEVA, 2007
Lactose (%)	3,63	KONUSPAYEVA, 2007	3,00 ± 0,86	KONUSPAYEVA, 2007
Vitamine C (mg/L)	79 ± 80	KONUSPAYEVA, 2007	154 ± 105	KONUSPAYEVA, 2007
Ca (g/L)	0,589 ± 0,700	KONUSPAYEVA, 2007	1,65 ± 0,066	SBOUI et al., 2009
P (g/L)	0,404 ± 0,438	KONUSPAYEVA, 2007	1,003 ± 0,217	KONUSPAYEVA, 2007
Fer (mg/L)	2,50 ± 0,97	KONUSPAYEVA, 2007	1,20 ± 0,22	MINT MEILOUD, 2011

2.7.2.2. Composition protéique spécifique du colostrum

Les protéines majeures du colostrum sont l'IgG₁ et les immunoglobulines inhibitrices d'enzymes (IgG₂, IgG₃). Leurs concentrations à 1 h post-partum sont respectivement de 43.4 et 58.4 g/l. Le PP₃ jouerait un rôle dans la fonction immunitaire. Le colostrum camelin serait une source potentielle d'immunoglobulines inhibitrices applicables en fine thérapie humaine grâce notamment à ses deux spécificités: faible masse moléculaire (IgG₁-H55, IgG₂-H45, IgG₃-H-42) et absence de chaînes légères.

La concentration en lactoferrine est de 2,3 g/l au terme du deuxième jour de lactation L' α -lactalbumine est présente dans le colostrum et le lait à une concentration moyenne de 2.2 g/l entre la première et la 192^{ème} heure après mise-bas (KONUSPAYEVA, 2007)

2.7.2.3. Composition en minéraux et vitamines

Le Ca et le Pi sont deux éléments essentiels à la plupart des fonctions vitales de l'organisme. Leur métabolisme est fondamental dès les premiers jours de vie et pendant les phases de croissance osseuse. Toutefois, les besoins du jeune sont étroitement liés au degré de la production laitière maternelle. Le lait de la chamelle, en comparaison avec les autres espèces de ruminants domestiques, présente certaines particularités nutritionnelles et de composition. Sa production est extrêmement variable et dépend de facteurs variés d'ordre génétique, alimentaire, physiologique (déshydratation et stade de lactation) et des conditions générales climatiques et d'élevage (**EL KHASMI et al., 2005**)

Du tableau X, le teneur de Ca est élevé dans le lait par ordre $1,65 \pm 0,066$ que dans le colostrum par ordre $0,589 \pm 0,700$, par contre le teneur de Pi est important dans le colostrum que le lait.

Les niveaux de vitamine A, E et B1 étaient plus hauts dans le colostrum du chameau que le lait du chameau mûr. Cependant, la vitamine C restes satisfaits plus haut dans le lait du chameau mûr. La plus haute vitamine que le contenu C peut être attribuée à l'activité plus synthétique dans les tissus mammaires pendant phase tôt d'allaitement qui a décliné comme allaitement avancée. Le pH bas dû à la vitamine le contenu C se stabilise le lait et peut être resté pour les relativement plus longues périodes (tableau X) (**MAL et PATHAK, 2010**).

2.7.2.4. Immunoglobulines colostrales

Les IgG jouent un rôle dans le système immunitaire chez les nouveau-nés. Le taux des immunoglobulines est très élevé dans le colostrum chez tous les mammifères. Cependant, la concentration d'immunoglobulines dans le lait varie selon les espèces concernées (**KONUSPAYEVA et al., 2003**)

Trois classes fonctionnelles d'IgG sont définies chez le dromadaire: Ig1, qui est composée de deux chaînes légères identiques et de deux chaînes lourdes comme dans les autres IgG; Il existe donc deux autres isotopes. Ce qui est remarquable, c'est que l'organisation des anticorps à chaînes lourdes du dromadaire diffère complètement de ce

qui est connu chez les autres vertébrés (ATARHOUCHE *et al.*, 1997). Du point de vue structural, les IgG du dromadaire sont plus proches des immunoglobulines humaines que de celles des autres ruminants.

Le pic d'IgG dans le colostrum est de $0,26 \pm 0,232$ mg/ml. Il se situe entre 18 et 30 heures après la naissance (HULSEBUSH, 1999). Dans le lait, la concentration est plus faible mais la teneur répertoriée dans le lait de chamelle est quatre fois supérieure à celle de la vache à 0 °C, et six fois plus élevée à 65 °C. Par ailleurs, elle est plus thermorésistante: il reste 0,048 mg/ml d'IgG dans le lait de chamelle à 85 °C alors qu'elle disparaît dans le lait de vache (ELAGAMY, 2000 *In* KONUSPAYEVA *et al.*, 2003).

2.7.2.5. Activité antimicrobienne du colostrum camelin

Pour tous les mammifères, le colostrum est considéré comme une nourriture vitale de nouveau-né dans les premiers jours après la naissance. Il protège le nouveau-né contre les maladies infectieuses, dû à son action combinée d'une haute concentration de transfert immunité compte et de système inhibiteur non spécifique (lactoferrine, lactoperoxydase et oxydase de la xanthine) présent dans ces fluides biologiques.

L'activité antimicrobienne du colostrum de chameaux peut être partiellement due à la lactoferrine et immunoglobulines, El HATMI *et al.* (2007) ont montrés que le colostrum contient une grande quantité d'immunoglobulines. Un grand nombre d'études a démontré un effet bactéricide et bactériostatique de lactoferrine du colostrum de différente espèce autre que le chameau. Dans conclusion, le colostrum camelin contient différent facteurs antimicrobiennes protectives incluent les peptides publié pendant le processus de la digestion qui peut exercer un impact salutaire sur la santé du boyau, en particulier pour le système de la défense immunisé bas d'enfants, assez âgé et le convalescent (JRAD *et al.*, 2011).

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

1. Matériel biologique

1.1. Colostrum camelin

L'échantillon du colostrum utilisé comme source d'isolement des micro-organismes étudié est collecté à partir d'une chamelle (*Camelus dromedarius*) provenant de Wilaya de Ghardaïa le 16 Mars 2013. Leur alimentation est basée sur la consommation des plantes spontanées dans parcours sahariens.

L'échantillon est mis dans une bouteille propre, placée immédiatement dans une glacière contenant des blocs réfrigérant et transporté vers le laboratoire de Microbiologie de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et du l'Univers.

L'échantillon de colostrum camelin analysé caractérise par une couleur crème translucide, épais, acide et salée.

1.2. Milieux de culture

1.2.1. Milieu PCA

Le milieu Plate Count Agar ou P.C.A. est une gélose ordinaire utilisé pour le dénombrement en microbiologie alimentaire. C'est une gélose à base de peptone de caséine et elle comporte diverse variantes (**GUIRAUD et ROSEC, 2004; JOFFIN et LEYRAL, 2006**). C'est un milieu prête à l'emploi sa compositions figure en (Annexe 1)

1.2.2. Milieu PDA

Le milieu Plate Dextrose Agar est utilisé pour la culture, l'isolement et la numérotation des levures et moisissures, il est utilisé dans l'analyse alimentaire (**GUIRAUD et ROSEC, 2004**). C'est un milieu prête à l'emploi sa compositions figure en (Annexe 1).

1.2.3. Milieu MRS

Le milieu de Man Rogosa et Sharpe milieu fréquemment employé sous forme gélosée pour l'isolement sélectif des lactobacilles, il est utilisé pour l'isolement et le

dénombrement des lactobacilles et de la plupart des autres genres de bactéries lactiques. Il possède des sources de carbone, de glucose, acétate, de citrate, et du Tween comme source d'oléate. Selon la sélectivité désirée, il est ajusté à pH 6,5 ou 5,5 (**GUIRAUD et ROSEC, 2004; FEDERIGHI, 2005**). C'est un milieu prêt à l'emploi. Sa composition figure en annexe 1.

1.2.4. Milieu Chapman

Il est utilisé pour l'isolement des bactéries halotolérantes. C'est un milieu de culture sélectif hypersalé utilisé pour isoler les staphylocoques (**JOFFIN et LEYRAL, 2006; ANNONYME -3, 2003**). C'est un milieu prêt à l'emploi. Sa composition figure en annexe 1.

1.2.5. Milieu VRBG

Le milieu gélose au cristal violet rouge neutre et à la bile et au glucose est utilisé pour le dénombrement des entérobactéries (**JOFFIN et LEYRAL, 2006**). C'est un milieu prêt à l'emploi. Sa composition figure en annexe 1.

1.2.6. Milieu Elliker

Est utilisable pour la plupart des genres de bactéries lactiques. Il contient en proportions équivalentes, de glucose, de lactose, et de saccharose (**FEDERIGHI, 2005**). C'est un milieu prêt à l'emploi. Sa composition figure en annexe 1.

1.2.7. Milieu Désoxycholate lactose-gélose

Il est utilisé pour le dénombrement des coliformes en microbiologie alimentaire (**JOFFIN et LEYRAL, 2006**). C'est un milieu prêt à l'emploi. Sa composition figure en annexe 1.

2. Méthodes analytiques

Les différentes méthodes utilisées dans cette étude sont résumé dans la figure 2.

2.1 .Méthodes physico-chimiques

2.1.1. pH

La valeur du pH est lue directement sur le pH mètre (marque **WTW SERIES pH 720**) après immersion de son électrode dans l'échantillon à analyser. Les mesures sont précédées d'une étape d'étalonnage qui consiste en un ajustement du cadre de lecture du pH à l'aide d'une solution de pH connue (solution pH étalon) (Annexe 2), (**AFNOR, 1986**).

2.1.2. Acidité titrable

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide de l'hydroxyde de sodium à 0,11 moles/l. La présence de phénolphtaléine, comme indicateur coloré, indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pale). Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où : 1 D° représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait (Annexe 3), (**AFNOR, 1980**).

2.1.3. Densité

La densité du lait (dans cette étude le colostrum) est déterminée à l'aide d'un lactodensimètre graduée dans une éprouvette de 250 ml remplie de l'échantillon à analyser la lecture donne directement la valeur de la densité (**AFNOR, 1980**).

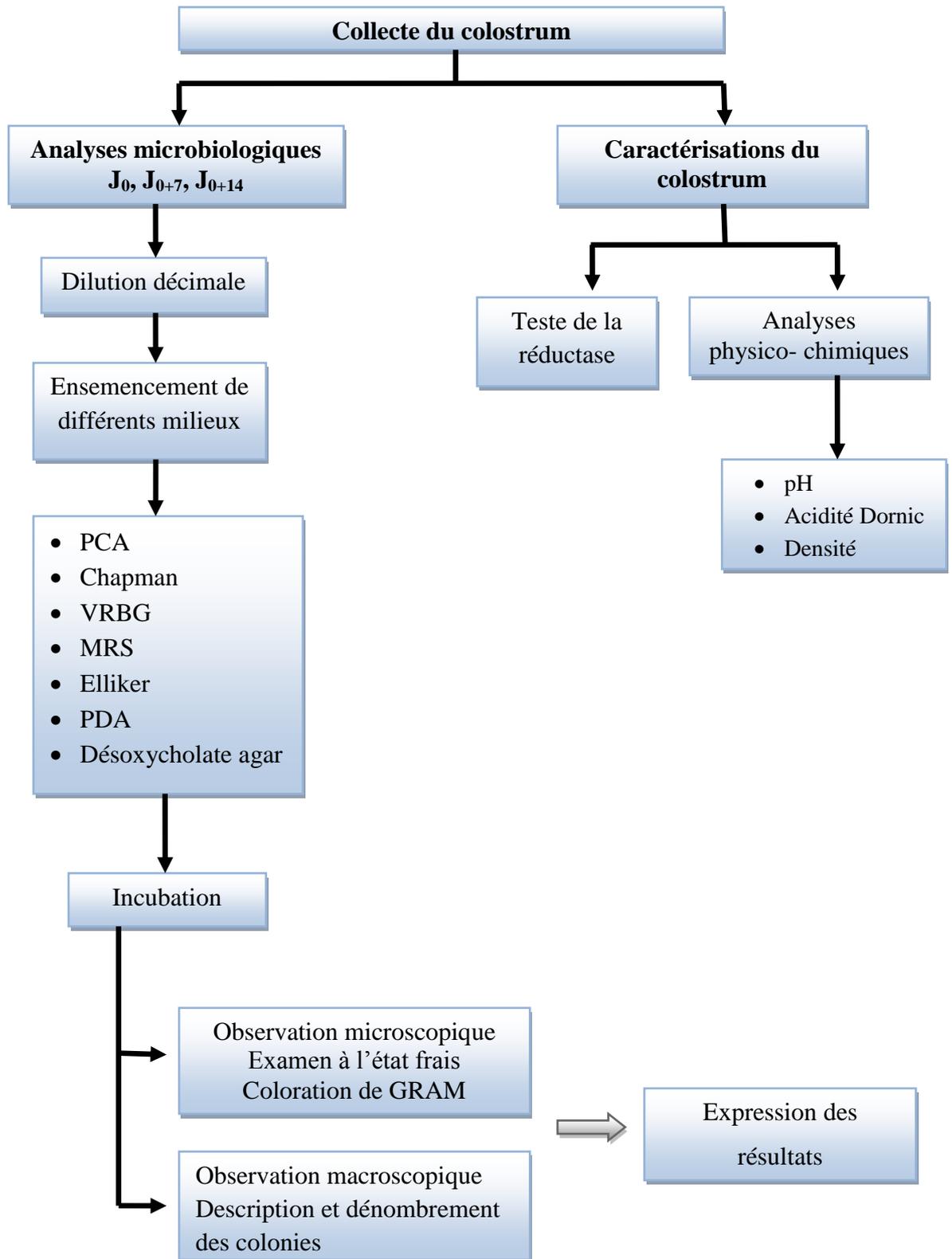


Figure 2 : Procédure expérimentale

2.2. Analyses microbiologiques

Excepté, le test de la réductase, les analyses macroscopiques, microscopiques et le dénombrement sont effectuée le premier, le septième et le quatorzième jour de l'entreposage du colostrum (J_0 , J_{0+7} , J_{0+14}) à la température ambiante (25°C).

2.2.1. Diluant

Nous avons utilisé un diluant adapté pour les bactéries aérobies mésophiles. Il est composé de :

- 1g de peptone pancréatique de caséine ;
- 8.5g de chlorure de sodium;
- 1000 ml d'eau distillée (**LARPENT et al., 1997**).

Nous avons préparé des dilutions de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} .

2.2.2. Dilutions décimales

Elles sont généralement décimale 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , et réalisées en reportant 1cm^3 du produit, ou d'une dilution dans 9cm^3 de diluant approprié stérile, soit une dilution au 1/10. Bien homogénéiser par agitation le contenu de chaque tube avant de prélever l'inoculum et de le transvaser dans le tube suivant (**JOFFIN et LEYRAL, 2006**).

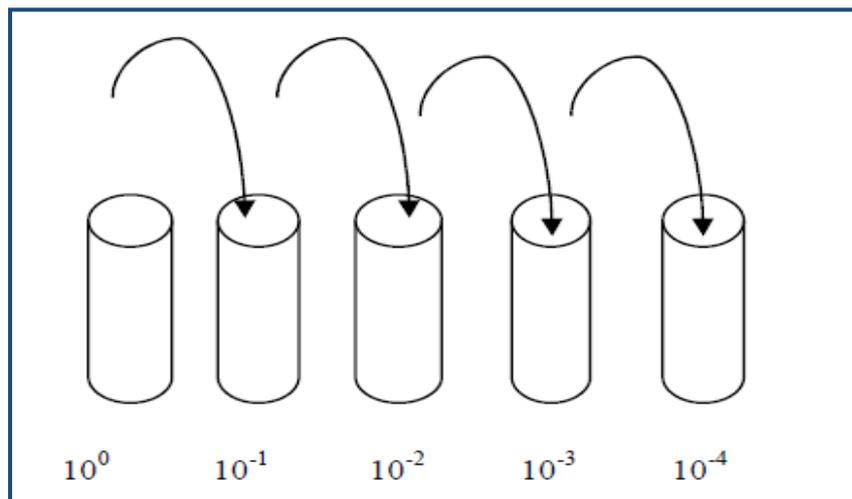


Figure 3: dilution décimale

2.2.3. Ensemencement

Dans la technique de numération en profond, les différentes dilutions sont réparties dans des boîtes de Pétri stériles. Un inoculum précis est placé dans chaque boîte, soit le milieu approprié, fondu et maintenu en surfusion vers 45° C. Le volume de milieu doit être suffisant mais il est inutile de le mesurer avec précision. Il est important de bien homogénéiser par rotation de la boîte, l'inoculum et le milieu (**JOFFIN et LEYRAL, 2006**).

2.2.4. Test de la réductase

Cette méthode, n'applique qu'à des laits n'ayant pas subi de réfrigération. Il s'agit d'une mesure indicatrice de la densité bactérienne (Annexe 4), (**BOURGEOIS et LEVEAU, 1980**).

2.2.5. Test de la catalase

La catalase est une enzyme présente dans certaines chaînes respiratoires cytochrome bactériennes. La catalase permet la décomposition du peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) produit par la souche. Sa recherche consiste à mettre en contact la colonie avec de l'eau oxygénée à 10 volumes. Une effervescence due à un dégagement gazeux traduit la présence de cette enzyme (Annexe 5), (**DELARASS, 2007; BENHEDANE -BACHTARZI, 2012**).

2.2.6. Etude de la flore microbienne

On effectue les mêmes analyses pour l'analyse de lait sur l'échantillon du colostrum camelin. Nous avons procédé dans cette étude à l'ensemencement et au dénombrement des différents groupes susceptibles d'évoluer dans l'échantillon du colostrum camelin par trois répétitions effectuées pour chaque analyse. Pour interpréter les résultats, on ne tient compte que des boîtes qui contiennent entre 30 et 300 colonies (en surface et dans la masse) (**BOURGEOIS et LEVEAU, 1980**). Le dénombrement est facilité par l'emploi de compteur de colonies (marque **Funk GERAER**).

Le tableau XI récapitule les conditions de culture des différents groupes bactériens évoluant dans le colostrum :

Tableau XI: Milieux nutritifs et conditions de culture des différents groupes microbiens susceptibles d'évoluer dans le colostrum.

Milieux de culture	Micro-organismes recherchés	Type d'ensemencement	Température et durée D'incubation
PCA	Germes totaux	P	30°C / 48h
Chapman	Halotolérantes	S	30°C / 48h
VRBG	Entérobactéries	P	37°C / 24 à 48h
Désoxycholate	Coliformes	P	37°C / 48h
PDA	Levure et moisissures	S	26°C / 72h
Elliker	Bactéries lactiques mésophiles	P	30°C / 48h
Elliker	Bactéries lactiques thermophiles	P	45°C / 48h
MRS	Lactobacilles	P (DC)	35°C / 72h

2.2.7. Observations macroscopique

Pour l'examen macroscopique des bactéries communes aérobies strictes et anaérobies facultatives, les souches bactériennes doivent être cultivées sur un milieu gélosé solide en boîte de Pétri et dans un milieu liquide en tube, a fin de déterminer les caractères cultureux de ces bactéries (**DELARRAS, 2007**). Cette observation consiste à déterminer les caractéristiques morphologiques des colonies (taille, forme, couleur, contour, aspect).illustrée par des photos et par le teste de la catalase.

2.2.8. Observations microscopiques

Apport des renseignements morphologiques utiles mais il ne constitue qu'une première orientation et ne permet que rarement à lui seul l'identification précise du germe observé (**BOULAHBAL, 1993**).

2.2.8.1. Examen à l'état frais

Il permet l'observation des bactéries vivantes et la détermination de leur morphologie, de leur mode de groupement, de leur mobilité éventuelle et de la qualité approximative de bactérie (Annexe 6), (DELARRAS, 2007).

2.2.8.2. Examen après coloration de GRAM

Cette coloration ancienne, découverte par Hans Joachim GRAM en 1884, modifiée à plusieurs reprises, demeure fondamentale de 12ans plus tard en bactériologie. C'est un élément supplémentaire est fournis par une coloration différentielle (Annexe 7), (DELARRAS, 2007; BOULAHBAL, 1993).

2.3. Mesure l'activité antimicrobienne du colostrum vis-à-vis la souche de *Staphylococcus aureus*

2.3.1. Isolement de la souche cible (*Staphylococcus aureus*)

A partir un échantillon du colostrum l'isolement en fait comme suit: 1ml de colostrum introduit dans 9ml de diluant appropriée stérile pour obtention de la solution mère puis en réalise des dilutions décimales successives dans le même diluant jusqu'à une dilution 10^{-4} .

2.3.2. Repiquage de la souche

Le repiquage est réalisé en milieu solide en utilisant une anse de platine (calibrée) ou un ensemenceur (calibré) à usage unique, ou encore une pipette Pasteur boutonnée stérile (DELARRAS, 2007). Le repiquage se fait successivement en gélose de Chapman (Annexe 12).

2.3.3. Enrichissement

Dans un milieu d'enrichissement généralement bouillon de culture (BN) (DELARRAS, 2007) L'enrichissement se fait pour but d'amplifier la culture bactérienne avant le teste de l'antibiogramme.

2.3.4. Antibiogrammes

2.3.4.1. Méthode des puits

Trois boîtes de pétri contenant le milieu Chapman sont inoculées par la germe cible (*Staphylococcus aureus*). Sur chaque boîte on creuse des puits en utilisant l'extrémité d'une pipette de Pasteur stérile (diamètre de 4,5 mm). Les puits sont remplis par la suite, par 50 µl de différentes dilutions de colostrum camelin. Les boîtes de pétri ainsi préparées sont pré-incubées pendant 2 à 4 heures à + 4 °C, afin de permettre la diffusion radiale de l'agent inhibiteur. Une incubation s'effectue alors à 37 °C pendant 18 à 24 heures, en aérobiose. L'activité vis-à-vis de la dilution est mise en évidence par l'apparition d'une zone d'inhibition (zone claire) autour du puits.

L'expression des résultats selon **DOUMANDJI et al (2010)**. La mesure du diamètre d'inhibition (Zi) est effectuée selon la formule suivante:

$$\text{Zi en (mm)} = \text{diamètre de la zone d'inhibition obtenue (mm)} - \text{diamètre de puits (4,5 mm)}$$



Photo 3: Méthode des puits

2.3.4.2. Méthode des disques

On dépose sur la gélose ensemencée d'une boîte de Pétrie des disques de papier filtre préalablement stériles. Ces disques ont été préalablement imprégnés avec des solutions de diverse dilution du colostrum, séchés puis incubés à 37° C pendant 24h (ANNONYME -4, 1974).



Photo 4 : Méthode des disques