



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة خميس مليانة
Université de khemis-miliana
كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الارض
Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre



Mémoire de fin d'Etude

*En Vue de l'obtention du diplôme Master en
Sciences Agronomiques
Spécialité: Production animale*

Thème

Étude du système de traite rotative en
élevage bovin laitier

Soutenu le

28/06/2022

Par :

M^{elle} Gherabli Chaima

M^{elle} Seddik Bouzina Manel

Devant le Jury

Président	M ^f HAMIDI Djamel	MAA	UDBKM
Promoteur	M ^f KOUACHE Benmoussa	MCB	UDBKM
Examineurs	M ^{eme} MEKHALDI Khira	MAA	UDBKM
	M ^{lle} DELHOUM Hadia	MAA	UDBKM

Promotion: 2021-2022

Remerciements

Tout d'abord, nous voudrions remercier mon Dieu pour nous avoir permis d'être ce que nous sommes devenus aujourd'hui, et pour nous avoir guidés toujours vers le bon chemin. Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à:

- *M^r **HAMIDI Djamel** Maitre Assistant à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, qui nous a fait l'honneur d'avoir bien voulu juger notre travail et présider le jury.*
- *M^{elle} **MEKHALDI Khira** Maitre Assistante à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana que nous apprécions sa contribution dans le jury de ce présent travail. Nous le remercions vivement pour l'acceptation de cette participation scientifique.*
- *M^{eme} **DELHOUM Hadia** Maitre Assistant à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, d'avoir accepté de faire partie de ce jury.*
- *Nos remerciements les plus vifs et les plus sincères à M^r **KOUACHE Benmoussa**, Maitre de conférences à l'Université Djillali Bounaama de Khemis Miliana, pour son judicieux encadrement, sa disponibilité, ses précieux conseils et ses encouragements qu'il nous a prodigué tout au long de cet mémoire. Nous le remercions davantage de nous avoir faits confiance pour mener à bien ce travail et pour tous les efforts fournis et le temps consacré pour finaliser ce modeste travail.*

Dédicaces ♥

D'abord et avant tout, donnez le fruit de mes efforts à ceux qui ont dédié leur vie pour nous voir au plus haut niveau

♥ À mon cœur : ma mère ♥

La personne la plus chère à mon cœur A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur : maman que j'adore

♥ A mon adorable père ♥

*A l'homme de ma vie, **MOUHAMED** mon épaule solide mon exemple éternel, et mon soutien moral la source de bonheur, tu m'as donné la vie, et le courage toujours celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, merci mon amour*

♥ A mes Meilleurs professeurs ♥

***Mr KOUACHE** et **Mr HAMIDI** mes partisans ont toujours traversé des moments difficiles ensemble et ont ri ensemble que Dieu vous bénisse toujours pour nous*

♥ A mes chers frères et sœurs ♥

*Mes chers frère **KARIM**, **YOUCEF** et **ABDO** Qui ont toujours été à mes côtés avec leur soutien et leur amour tout au long de ma vie*

*Mes belle sœurs **AMEL** et **NESRINE** et ma petite rose **MALEK** Que Dieu les gardes pour moi*

♥ A mes copines ♥

***Nardjes** et **Meriem** et **chaima** pour leur amitié, et le soutiens*

Et leur encouragement

♥ A toute ma promo les zootechniciens et les vétérinaires ♥

Nous avons eu de grands moments dans notre carrière étudiante Merci beaucoup

♥ A toutes ma familles et toute personne qui me connaît MERCI ♥





Avec l'aide de Dieu tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie :

♥A ma tendre mère ♥

*Mon souffle de ciel, mon âme, mon cœur, mon bonheur
C'est celle qui m'a donné la vie elle fait partie de moi
Qui m'a toujours aidée par sa présence, ses conseils et ses prières*

♥A mon adorable père ♥

*Mon soutien, mon force, mon confiance, mon vie,
Qui je dois persévérance et volonté, acharnement et fierté*

♥A mes Meilleurs professeurs ♥

*Toutes mes infinies gratitudes à Monsieur Mr KOUACHE et Mr HAMIDI.
D'avoir des promoteurs pour les consignes et
La grande volonté qu'ils n'ont pas cessé de me témoigner durant ce travail.
Vous êtes toujours été à nos côtés dans les moments difficiles et joyeux, vous étiez
et vous êtes toujours mes modèles*

♥A mes chers frères ♥

*Aboubakr et Rida ; qui ont été toujours présent à mes côtés et qui m'ont
soutenu*

♥A mes petites sœurs ♥

*Basma et Dhikra pour Leur amour, leur tendresse
A toute la famille paternelle et maternelle surtout mes grands-parents pour, leur
soutien et leurs prières tout au long de mes études.
A tous(tes) mes amis(es) et mes collègues MARWA ; MALAK ; MANEL et LAMIA
Je dédie mon modeste travail qui, j'espère, trouvera bonne réception, fera honneur
et donnera plaisir à tous ceux qui le lisent, l'écoutent ou le discutent*



Chaima- Gh



Tables des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé	
Introduction.	

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Situation de l'élevage bovin laitère

I.1	Situation de l'élevage bovin dans le monde	2
I.1.1	L'élevage dans le monde	2
I.1.2	Situation du marché du lait dans le monde	3
I.1.3	La consommation du lait par personne	4
I.2	Situation de l'élevage Bovin en Algérie	5
I.2.1	Le cheptel bovin en Algérie	6
I.2.2	Production laitière en Algérie	6
I.2.3	Situation de l'élevage Bovin dans la wilaya da Ain-Defla	9

Chapitre II

La glande mamelle

II.1	Définition de la glande mamelle	12
II.2	Anatomie de la glande mamelle	12
II.3	Taille de la mamelle	12
II.4	Equilibre entre les quartiers	13
II.5	Les principaux constituants de la mamelle	14
II.5.1	Les canaux galactophores	14
II.5.2	La citerne de la glande mammaire	14
II.5.3	Les tissus mammaires	15
II.6	Développement de la mamelle	15
II.7	Le trayon	15
II.7.1	Définition du trayon	15
II.7.2	Anatomie du trayon	16
II.8.	Développement du trayon	19
II.9.	Physiologie de la descente de lait	19
II.10	Différentes fractions du lait	20
II.11.	Le reflex neuroendocrinien d'éjection du lait	21
II.12	Le lait	21

Chapitre III

Les salles de traite

III.1	La traite	24
III.1.1	La traite automatique	24
III.1.2	La traite mécanique	25
III.2	Les salles de traites	25
III.2.1	La salle de traite en épi	26
III.2.1.1	Dimensions de la salle de traite en épi	27
III.2.1.2	La productivité horaire	27
III.2.2	La salle de traite tandem	28
III.2.2.1	Dimension de la salle Tandem	28
III.2.2.2	La productivité horaire	28
III.2.3	Salle de traite en parallèle	29
III.2.4	Salle de traite alternée (swing-over)	29
III.2.5	La salle de traite rotative ou carrousel	29
III.2.5.1	Dimension de la salle de traite rotative	32
III.2.5.2	La productivité horaire	32
III.3	Modèles de salle de traite	33
III.3.1	Roto intérieur (Roto-herringbone)	33
III.3.2	Roto extérieur-(Roto-radial)	34
III.4	Avantage et les inconvénients de salle de traite rotative	35
III.5	Implantation d'un bloc de traite pour un équipement circulaire	36
III.5.1	Implantation en pignon	36
III.5.2	Implantation en long pan	36
III.6	Conception et construction général de la roto	37
III.6.1	Plate-forme pour les vaches	37
III.6.2	La fosse de traite	38
III.6.2.1	Dans La roto intérieure	38
III.6.2.2	La roto extérieure	38
III.6.3	Profondeur de la fosse de traite	39
III.6.4	La hauteur du quai	39
III.6.5	La largeur du plancher	39
III.6.6	La longueur du plancher	39
III.6.6.1	Plage et hauteur de réglage du plancher	40
III.7	Circulation des animaux	41
III.7.1	Accès à la salle de traite	41
III.7.2	L'entrée des vaches	41
III.7.3	Sortie des vaches et couloir de retour	42

III.8	Circulation des personnes	42
III.8.1	En roto intérieur	42
III.8.2	En roto extérieur	43
III.9	Système rotatif et impact sur la santé du trayeur	43
III.9.1	Ergonomie du poste de travail	44
	Conclusion générale	47
	Référence bibliographie	
	Annex	

Liste des abréviations

BLL	Bovin laitier local
BLA	Bovin laitier amélioré
BLM	Bovin laitiers moderne
CEM	Cellule épithéliale mammaire
DHMG	Dairy herd management
EU	Union européenne
FAO	Food and Agriculture Organisation
MADR	Ministère de l'Agriculture et du développement rural
MSA	Mutualité sociale agricole
MT	Million têtes
SDT	Salle de traite
TCAM	Taux de croissance annuel moyen
ONIL	Office National Interprofessionnel du Lait et des Produits Laitiers

Liste des figures

- Figure 01** La carte de la répartition mondiale des bovins
- Figure 02** Evolution de la production laitière et de la collecte du lait
- Figure 03** Effectifs bovins par communes dans la wilaya d'Ain Defla
- Figure 04** Situation de l'effectif bovin compagne
- Figure 05** Anatomie général
- Figure 06** Glande mammaire de la vache
- Figure 07** Représentations schématique d'une cellule épithéliale mammaire
- Figure 08** Le canal du trayon
- Figure 09** Coupe schématique d'un trayon de vache
- Figure 10** Réflexe d'éjection du lait
- Figure 11** Le reflexe neuroendocrinien d'éjection du lait chez la vaches laitière
- Figure 12** Evolution de la productivité horaire des salle de traite en epi selon le nombre de poste de traite
- Figure 13** Salle de traite rotative pour traire par l'extérieur
- Figure 14** Exemple d'un carrousel sur lequel les vaches occupent une position en épi
- Figure 15** Modèle roto-herringbone
- Figure 16** Modèle roto-radial
- Figure 17** Position épi des vaches en salle de traite Roto-herringbone,
- Figure 18** Position du trayeur en Modèle roto-herringbone,
- Figure 19** Position des vaches en salle de traite Roto-radial
- Figure 20** Position de trayeur Modèle roto-radial
- Figure 21** Logettes roto intérieur en pignon
- Figure 22** Logettes roto intérieur en long pan
- Figure 23** Fond de Foss amovible permettant une bonne position de travail pour deux
- Figure 24** Fond de Foss amovible réglable en fonction de la taille de chaque trayeur
- Figure 25** Plage de réglage du plancher
- Figure 26** Circulation en roto intérieur
- Figure 27** Circulation en roto extérieur
- Figure 28** L'accès à l'intérieur d'un roto-herringbone par un tunnel
- Figure 29** L'accès à l'extérieure d'un toto-herringbone par un escalier
- Figure 30** Un lactoduc secondaire dans un Roto-radial
- Figure 31** Distance d'accès des mamelles par le trayeur
- Figure 32** La position du bras des trayeurs lors la traite

Liste des tableaux

- Tableau 01** Production mondiale de lait par espèce animale de 2005 à 2018
- Tableau 02** Consommation par habitant (kg) de lait liquide, de fromage et de beurre en Inde, en Chine, dans l'Union européenne (EU 28), aux États-Unis et au Canada, en 2005 et en 2018
- Tableau 03** Evolution du cheptel bovin en Algérie entre 2006 et 2019
- Tableau 04** Evolution de la production laitière bovine et de la collecte de lait de 2006 à 2019
- Tableau 05** Principales dimensions des salles de traite en Epi
- Tableau 06** Principales dimensions de salle de traite tandem
- Tableau 07** La productivité horaire possible de salle de traite Tandem.
- Tableau 08** Les dimensions des salles de traite rotative dépendent de leur nombre de places
- Tableau 09** Cadence potentielles (vaches laitière traites/h)
- Tableau 10** Principales avantages et inconvénient de salle de traite rotative

ملخص

يتم التحكم في تربية أبقار الألبان من خلال عدة عوامل ، بما في ذلك حجم السلالة والقطيع. اليوم ، على الرغم من أن الحلب ليس هو الوحيد المتورط في هذه المشاكل ، إلا أنه يظل عاملاً مقيداً في جودة الحليب المنتج وسبباً ثانوياً لمشكلة الاستيراد.

تقدم ورقة البحث هذه دراسة لنظام الحلب الدوار الذي يمثل بديلاً تقنياً عن صالات الحلب الأخرى ويتضمن جوانب مهمة لجودة الحليب وعدداً أكبر من محطات الحلب ، وبالتالي زيادة عدد الأبقار التي يتم حلبها في الساعة وتجنب فقد الحليب من قبل حلب

الكلمات المفتاحية السلالة الحلب جودة الحليب نظام الحلب الدوار تربية ابقار الالبان

Abstract:

Summary

The breeding of dairy cows is controlled by several factors, including breed and herd size. Today, although milking is not the only one involved in these problems, it remains a limiting factor in the quality of the milk produced and a secondary cause of the import problem.

This research paper presents a study of a rotary milking system that represents a technical alternative to other milking parlors and includes important aspects of milk quality and a greater number of milking stations, therefore increasing the number cows milked per hour and avoid milk losses before milking.

Key words breeding of dairy cows, breed, milking, quality of the milk, rotary milking system

Résumé

L'élevage des vaches laitières est contrôlé par plusieurs facteurs, dont la taille de la race et du cheptel. Aujourd'hui, bien que la traite ne soit pas la seule impliquée dans ces problèmes, elle reste un facteur limitant de la qualité du lait produit et une cause secondaire du problème d'importation.

Ce document de recherche présente une étude d'un système de traite rotative qui représente une alternative technique à d'autres salles de traite et comprend des aspects importants de la qualité de Lait et un plus grand nombre de postes de traite,

donc augmenter le nombre de vaches traites par heure et éviter pertes des laits avant la traite.

Mots clés : l'élevage vaches laitière, la race, la traite, qualité du lait, système de traite rotative.

Introduction

Malgré tous les programmes mis en œuvre dans le but d'avoir une filière lait autosuffisante et solide, les efforts ambitieux consentis par les autorités et la vaste étendue des terres fertiles, le problème laitier en Algérie est crucial et demeure toujours d'actualité (**BELHADIA, 2016**).

Les besoins nationaux sont estimés de 4,5 à 5 milliards de litres en 2017 cependant la production locale ne couvre qu'environ 35 % de la consommation totale de lait (**ANONYME1, 2017**) et la facture globale d'importation de la poudre de lait en 2017 a atteint la valeur de 1,5 milliard de dollars.

Dans les élevages de bovins laitiers, les facteurs recherchés liés à l'exploitation laitiers sont la race et la taille du cheptel, constituent un frein au développement de la production laitière. Plus de 92% des éleveurs possèdent moins de 6 vaches laitières (**BELHADIA et al, 2007**).

Les pouvoirs publics ont adopté depuis plusieurs décennies une politique favorisant l'installation d'élevages laitiers par l'importation de génisses à haut potentiel génétique dans l'objectif d'augmenter la production et, par là même, de réduire la facture des importations. Ces programmes d'intensification de la production laitière sous la tutelle du GIPLAIT par la création des exploitations de références plus de 250 têtes (**GIVAPRO, 2019**). Malheureusement des pertes des laits dus à la durée d'attente devant la salle dont le nombre de poste de traite insuffisant.

Le but de notre travail est de connaître les caractéristiques du système de traite rotative en élevage bovin laitier.

La thèse comporte une introduction qui permet de nous focaliser sur le sujet de recherche et de présenter le contenu de ce travail.

Ce mémoire a été structuré en trois chapitres :

Un premier chapitre : Situation de l'élevage bovin

Un deuxième chapitre : Anatomie et physiologie de la mamelle

Le troisième chapitre : la salle de traite rotative.

Synthèse bibliographique

Chapitre I

Situation de l'élevage bovin

I.1. Situation de l'élevage bovin dans le monde

Le secteur de l'élevage représente 40% de la production agricole mondiale et contribue aux moyens d'existence et à la sécurité alimentaire de près d'un milliard de personnes. Au sein de l'économie agricole, c'est un des segments qui connaît la croissance la plus rapide, alimentée par la hausse des revenus et des évolutions technologiques et structurelles (FAO, 2009).

Comme partout dans le monde, l'élevage bovin joue un rôle important dans l'économie agricole (FAO, 2012). Il contribue à la couverture des besoins nationaux en protéines animales mais aussi à la création d'emploi en milieu rural.

I.1.1. L'élevage dans le monde

Sur cette (Figure 01) de la répartition mondiale des bovins se dessinent les principaux bassins d'élevage, à mettre en lien avec le climat de chaque grande région .L'inde est de loin le premier pays sa population bovine (330 million de bovin et de buffles), suivi par le Bresil (219millions), la Chine, (137millions) et les Etats unies (89 millions) (Vissac 1993) et (JRE, 2018).

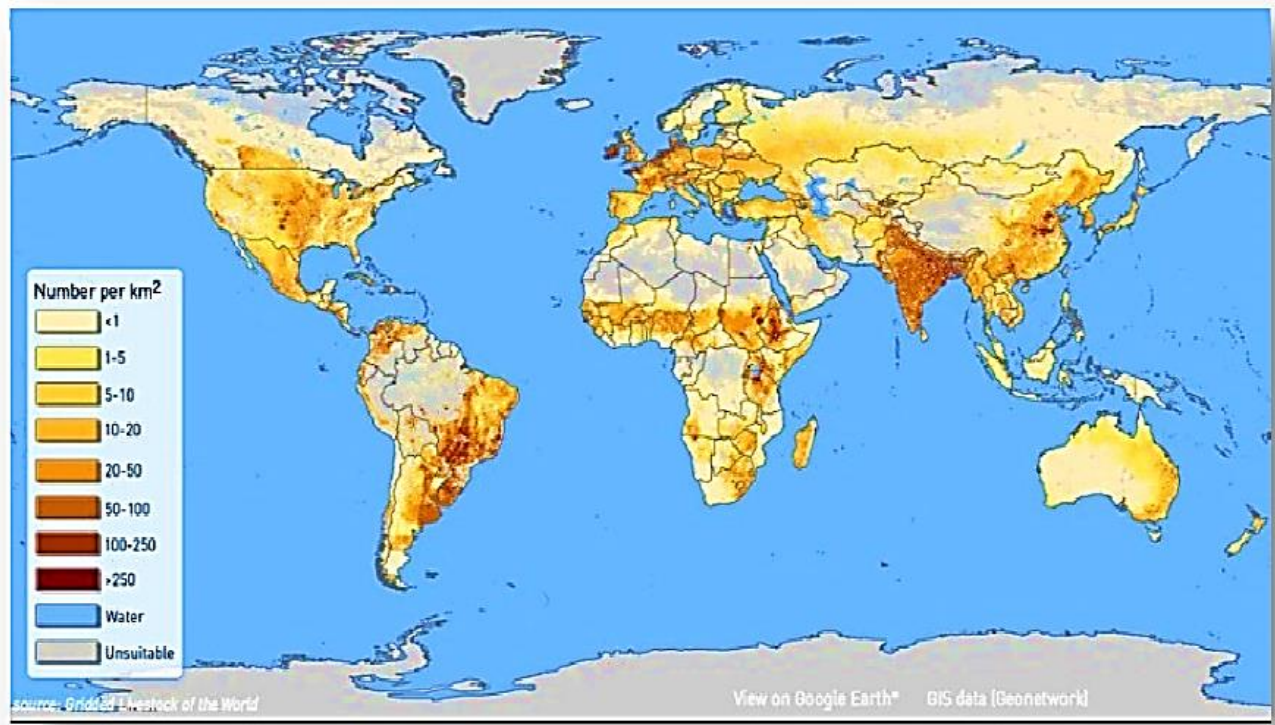


Figure 1 : La carte de la répartition mondiale des bovins (JRE, 2018).

La répartition des bovins en Asie. Le Bangladesh à lui seul 26 millions de bovins et buffles buffles. (VERITE R, et al.1978).

En 2013, l'Europe comptait 122millions de bovins, dont 19millions en France, 12,6millions en Allemagne et 9,8 millions au Royaume uni. Les Pays – bas (4 millions bovins) et l'Irlande (6 ,9 millions). En Italie (6 ,6millions) présentent des populations bovines très denses, souvent supérieures à 200 têtes par km2.

I.1.2. Situation du marché du lait dans le monde

La production mondiale de lait (lait de vache : 81 %, lait de bufflonne : 15 %, autres types de lait (chèvre, brebis et chamelle) : 4 %) a augmenté de 1.3 % en 2019 pour s'établir à 852 Mt environ (Tableau 01). En Inde, premier producteur mondial, elle a progressé de 4.2 % pour atteindre 192 Mt, avec toutefois des retombées minimales sur le marché laitier mondial car l'Inde ne participe que de façon marginale aux échanges de lait et de produits laitiers (RICARDO VARGAS, 2020).

Tableau 01 : Production mondiale de lait par espèce animale de 2005 à 2018 (MT)

(MAPAQ 2020)

Lait	2005	2015	2017	2018	TCAM* 2005-2018
Vache	549	670	689	704	1,9 %
Bufflonne	80	109	121	126	3,6 %
Chèvre, brebis et autres	28	32	34	34	1,5 %
Total	657	811	844	864	2,1 %

* TCAM : Taux de croissance annuel moyen. Source : Fédération internationale du lait; compilation du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ).

La production de lait des trois principaux exportateurs de lait et de produits laitiers – la Nouvelle-Zélande, l’Union européenne et les États-Unis – n’a que faiblement augmenté. La consommation intérieure de produits laitiers est stable dans ces pays, et les disponibilités de produits laitiers frais et transformés pour l’exportation ont donc été plus importantes. En République populaire de Chine (ci-après la « Chine »), premier importateur mondial de produits laitiers, la production de lait a progressé de 3.6 % en 2019. Ses importations, en particulier de poudres de lait entier et écrémé, ont néanmoins augmenté en 2019 en réponse à une demande croissante. La matière grasse et les autres constituants solides représentent environ 13 % du poids du lait, le reste étant constitué d’eau. (FAO 2020).

Lorsqu’on compare ces résultats à ceux de 2005, on constate que le lait de bufflonne a affiché la croissance annuelle moyenne la plus forte, soit près de 4 %, par rapport à 2 % pour le lait de vache. Deux pays ont fourni 95 % de la production mondiale de lait de bufflonne, à savoir l’Inde et le Pakistan. Ces derniers en ont produit respectivement 91 Mt et 29 Mt en 2018.

I.1.3. La consommation du lait par personne

La tendance générale observée en matière de production laitière parmi les régions du monde traduit aussi l’évolution qui s’opère sur le plan de la consommation. Autrement dit, les régions qui enregistrent les plus fortes croissances au chapitre de la production connaissent aussi une plus forte progression en ce qui a trait à la consommation. En matière de consommation par personne, les plus importants marchés que sont l’Europe et l’Amérique du nord montrent un plafonnement. La consommation par personne de beurre ou de fromage ne s’y accroît que peu ou pas quant au volume, alors que celle du lait liquide diminue.

Par rapport aux autres animaux laitiers, les bovins présentent de nombreux avantages en termes de facilité de traite, de taille de la mamelle, de capacité de stockage du lait et de rendement laitier. En fait, le lait de vache constitue la plus grande part de la production mondiale de lait

(Tableau 02). Consommation par habitant (kg) de lait liquide, de fromage et de beurre en Inde, en Chine, dans l’Union européenne (EU 28), aux États-Unis et au Canada, en 2005 et en 2018 (MAPAQ, 2020).

	2005	2018	TCAM* 2005-2018
Inde			
Lait liquide	41,1**	49,4	2,1 %
Fromage	—	—	—
Beurre	3,3**	4,1	2,5 %
Chine			
Lait liquide	8,8	21,4	7,1 %
Fromage	0,1	0,1	—
Beurre	0,1	0,1	—
EU 28			
Lait liquide	93,2***	59,4	-3,4 %
Fromage	18,1	18,9	0,3 %
Beurre	4,2	3,9	-0,6 %
États-Unis			
Lait liquide	83,7	65,3	-1,9 %
Fromage	14,5	17,3	1,4 %
Beurre	2,1	2,6	1,8 %
Canada			
Lait liquide	84,0	66,0	-1,8 %
Fromage	12,1	14,1	1,2 %
Beurre	3,2	3,3	0,3 %

* TCAM : Taux de croissance annuel moyen. ** Consommation de 2009.

*** Union européenne à 25 pays.

Source : Fédération internationale du lait; Agriculture et Agroalimentaire Canada; compilation du MAPAQ

Situation de l'élevage Bovin en Algérie

1. Le cheptel bovin en Algérie

Selon **MEHDI (2016)** la population bovine locale représente environ 78 % du cheptel alors que les races importées et celles issues de croisements avec le bovin local sont évaluées à environ 22 % dont 59 % sont localisés au Nord-Est.

A partir de 2006, le cheptel bovin a progresser pour atteindre 1 909 455 têtes en 2013. Après 2013 le cheptel Bovin va dépasser les 2 millions de têtes.

En 2019, 1 200 000 vaches laitières et 2 000 000 d'autres bovins pour un total de 3 200 000 têtes. Cette évolution est due au procéder à l'importation de 240 000 vaches laitières.

Tableau 03 : Evolution du cheptel bovin en Algérie entre 2006 et 2019 (MADR, 2018)

Année	Vaches laitières	Autres bovins	Total
2006	847 640	760 250	1607 890
2007	859 970	773 840	1633 810
2008	853 523	787 207	1640 730
2009	882 282	800 151	1682 433
2010	915 400	832 300	1747 700
2011	940 690	849 450	1790 140
2012	966 097	887 833	1843 930
2013	1008 575	900 880	1909 455
2014	1051 052	998 600	2049 652
2015	1107 000	1000 000	2107 000
2016	1000 000	1100 000	2100 000
2017	971 633	1200 000	2171 633
2019*	1200 000	2000 000	3200 000

Unité : tête

2. Production laitière en Algérie

La production laitière constitue un secteur stratégique de la politique agricole algérienne, notamment pour son rôle de fournisseur de protéines animales face à une croissance démographique galopante, ainsi que pour son rôle de créateur d'emploi et de richesse (**OUAKLI et YAKHLEF, 2003**).

En amont de la filière, la production laitière est assurée en grande partie pour environ 80,00 % par le cheptel bovin, le reste par le lait le lait de chèvre. La production laitière cameline est marginale.

La production laitière en Algérie n'a pas réussi à suivre l'évolution de la consommation laitière par habitant et surtout les rythmes rapides de la demande engendrés par des taux démographiques élevés. (KACIMI EI HASSANI, 2013).

Les programmes d'intensification des différentes productions animales et notamment, celle de la production laitière par l'importation de génisses à haut potentiel de production, n'ont pas permis de satisfaire les besoins nationaux (MANSOUR, 2015 ; DAIRY HERD MANAGEMENT, 2015).

En effet, l'Algérie est considérée comme l'un des grands pays consommateurs de lait et de dérivés, cela est dû aux traditions alimentaires, à la valeur nutritive du lait, à sa substitution aux viandes relativement chères et le soutien de l'Etat à de cette denrée qui sont autant de paramètres dopant la demande accrue. Une demande toujours en croissance. En effet elle est passée de 3,14 milliards en 2012 (ITELV, 2015) pour atteindre environ 3,52 milliards de litres en 2017 (ANONYME, 2019). Les indicateurs prévisionnels montrent que l'Algérie continuera d'être un grand importateur de produits laitiers au moins dans les cinq années qui viennent, malgré les efforts fournis par l'Etat pour structurer cette filière (BARRETT, 2011).

Tableau 04 : Evolution de la production laitière bovine et de la collecte de lait de 2006 à 2019 (MADR, 2019).

Année	Production annuelle 10 ⁶ litres	Collecte annuelle 10 ⁶ litres
2006	2244	220
2007	2184	197
2008	2219	218
2009	2394	390
2010	2632	414
2011	2923	536
2012	3088	756
2013	3368	850
2014	3549	964
2015	3465	945
2016	3000	960
2017	2580	950
2019*	5000	2000

En 2019 (**Tableau 04 et Figure 02**) la production nationale annuelle de lait s'élevant à 5 milliard de litres avec une collecte de 2 milliards de litres, cette augmentation va nous permettre de ce rapproche au « *zéro importation* » de poudre de lait destiné aux produits laitiers.

Comme nous l'avons souligné au paravent, les besoins actuels de la population en lait et sous-produits sont de 4,5 à 5,5 milliards de litres /an.

La consommation de lait a connu une augmentation rapide, elle passe successivement de 112 litre/hab/an de 1990 pour atteindre les 120 litres en 2015 (**MANSOUR, 2015 ; DAIRY HERD MANAGEMENT, 2015**). Dans le secteur agroalimentaire, l'Algérie a opté pour le développement agricole au moyen de la création de pôles agricoles intégrés (**BENCHARIF et BELKAHIA, 2009 ; ABIS et al, 2009**). Dans cette optique, l'Etat investit dans le développement de la filière lait dans certaines régions surtout celles dites « bassins laitiers ».

Certains pays d'Afrique du Nord encouragent la production laitière pour satisfaire la demande intérieure ; l'Algérie, qui reste un gros importateur de lait en poudre, avec 17 % des importations mondiales, s'achemine ainsi vers l'autosuffisance (**ECO-ALGERIE, 2014; FAO/OCDE, 2016**). L'Etat continue à soutenir le secteur laitier par des subventions pour le fourrage, les semences fourragères et la production d'ensilage pour améliorer les performances d'élevage et de la production.

La filière lait algérienne fonctionne principalement sur la base de matières premières importées (**KHARZAT, 2006 ; MAKHLOUF, 2017**). Il s'agit de poudre de lait (Cette poudre de lait qui figure parmi les contraintes majeures au développement de la production laitière nationale) et de matière grasse de lait anhydre qu'il faut ajouter à de l'eau potable pour « reconstituer » le lait. Ce dernier servira de base à la fabrication de divers produits laitiers (yaourt, crème dessert, fromages...).

L'Algérie importe en moyenne 350 000 tonnes de poudre de lait par an dont 50 % sont importés par l'ONIL (Office National Interprofessionnel du Lait et des Produits Laitiers). Ces quantités sont redistribuées aux laiteries sous forme de quotas subventionnés pour produire du lait pasteurisé en sachet, ceci vise ainsi à développer une stratégie de substitution aux importations dans le domaine du lait et à encourager la production nationale (**ANONYME, 2017**).

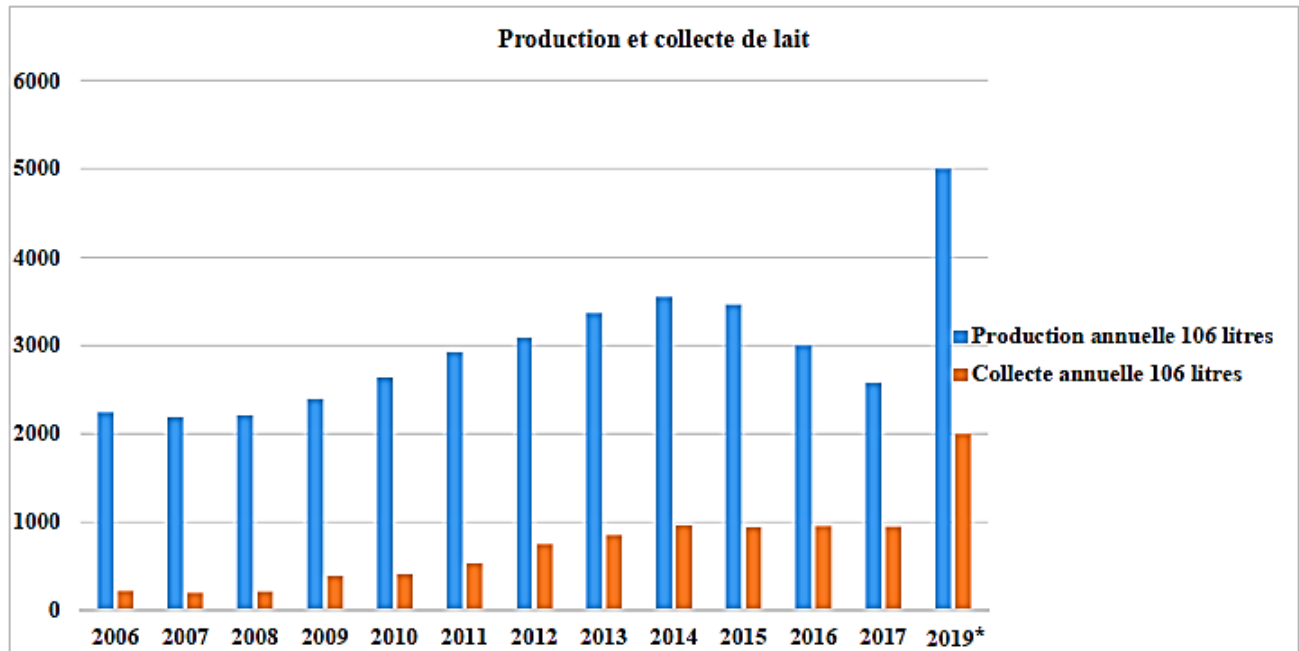


Figure 02. Evolution de la production laitière et de la collecte du lait de 2006 à 2019 (MADR, 2019).

3. Situation de l'élevage Bovin dans la wilaya da Ain-defla

Comme partout dans l'Algérie, l'élevage bovin joue un rôle important dans l'économie agricole, Il contribue à la couverture des besoins nationaux en protéines animales mais aussi à la création d'emploi en milieu rural.

Il compte près de 44000 têtes en 2021 dont 23600 vaches réparties en trois catégories, Bovin laitiers moderne (BLM), Bovin laitier amélioré (BLA) et Bovin laitier local (BLL). (DSA, 2022)

On retrouve le cheptel bovin concentré dans les communes de Djelida, Ain Sultan et Oued el Djemaa respectivement (2320 têtes), (1898 têtes) et (1498 têtes) (Figure 03)

La concentration de l'élevage bovin moderne se trouve dans les communes suivantes Ain Sultan, Djelida et Bir Oueld Khelifa (Figure 04).

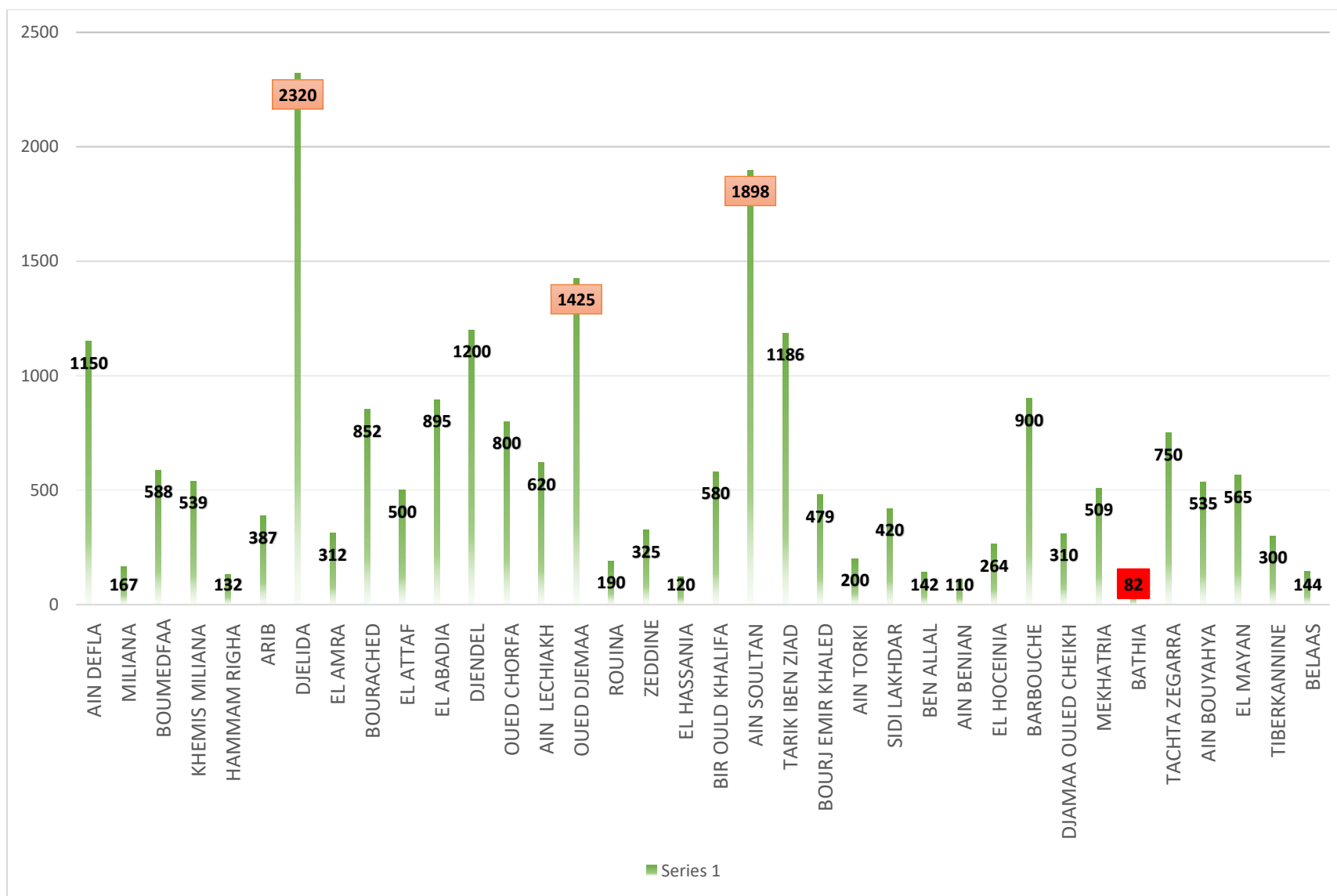


Figure 03 : Effectifs bovins par communes dans la wilaya d'Ain Defla (DSA,2021)

Situation de l'effectif bovin compagne 2021-2022

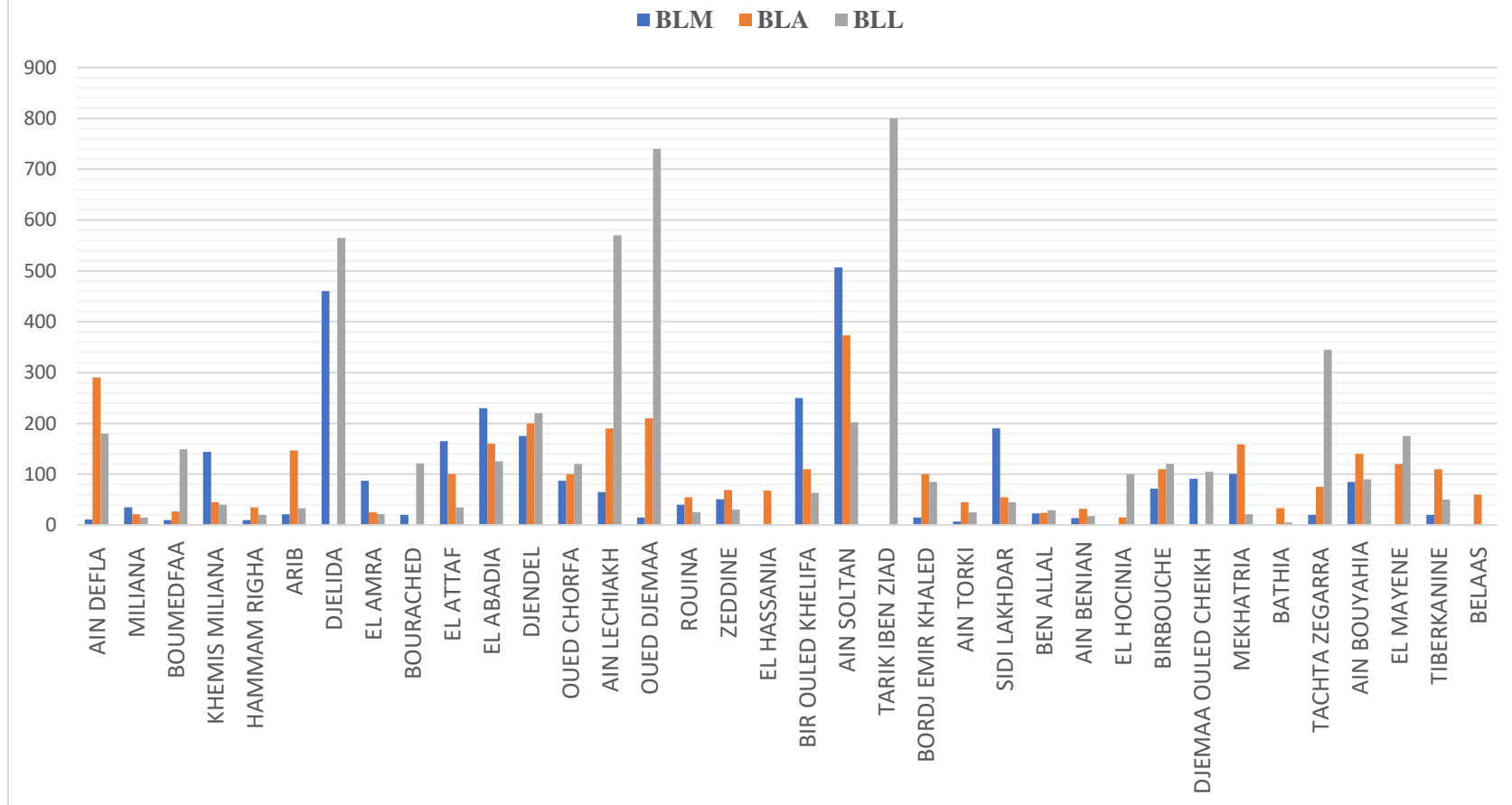


Figure 04 : situation de l'effectif bovine compagne 2021_2022 (DSA,2022)

Chapitre II

La glande mamelle

II.1. Définition de la glande mamelle

La mamelle est une glande extérieure, séparée de l'organisme par la paroi abdominale, mais en relation avec lui par le système sanguin et le tissu nerveux. (DEILLON, 2005).

La mamelle est l'organe qui caractérise tous les mammifères. Appareil glandulaire, ses produits de sécrétion sont le colostrum et le lait le premier fournit les substances permettant la défense passive de l'organe de nouveau-né et le seconde apporte les éléments nutritifs nécessaires à la croissance du jeune. (BILLON *et al*, 2009).

La mamelle est un organe très lourd, 50 kg en moyenne chez une vache en lactation, pouvant parfois atteindre les 100 kg. (REMY, 2010)

II.2. Anatomie de la glande mamelle

La glande mammaire est un organe dynamique dédié à la production de lait dont les cellules sont renouvelées à 50% au cours lactation. (CAPUCO *et al*, 2001). La mamelle de la vache est une glande exocrine tubulo-alvéolaire composée de quatre quartiers indépendants située sur la face ventrale de l'animal. (FRANDSON *et al*, 2009) Les quartiers de droit et de gauche sont séparés par un ligament de suspension de central composé de tissu élastique. La morphologie de la mamelle est importante à prendre en compte puisque si le ligament médian est trop faible cela aura pour conséquence une mamelle qui pend important à des difficultés à la fois pour la traite et une exposition plus importante à des agents pathogènes due à la proximité des trayons avec le sol. (BOUCHARD, 2013).

II.3. Taille de la mamelle

La mamelle des vaches laitières adulte pèse, à vide, entre 14 et 32 kg mais elle peut dépasser 50, voire 60 kg chez des vaches fortes productrices il n'existe pas de relation directe forte entre le volume de la mamelle et le niveau de production laitière plus que le volume du pis, c'est la capacité qu'à la mamelle à supporter le poids de lait produit qui est importante. Certaines mamelles sont ainsi capables de stocker et soutenir jusqu'à 150% de leur propre poids (MARGUET, 2009). Selon (HANZEN, 2008) Le poids de mamelle, 50 Kg (selon âge) AG et AD = 2/3 (Figure O5).

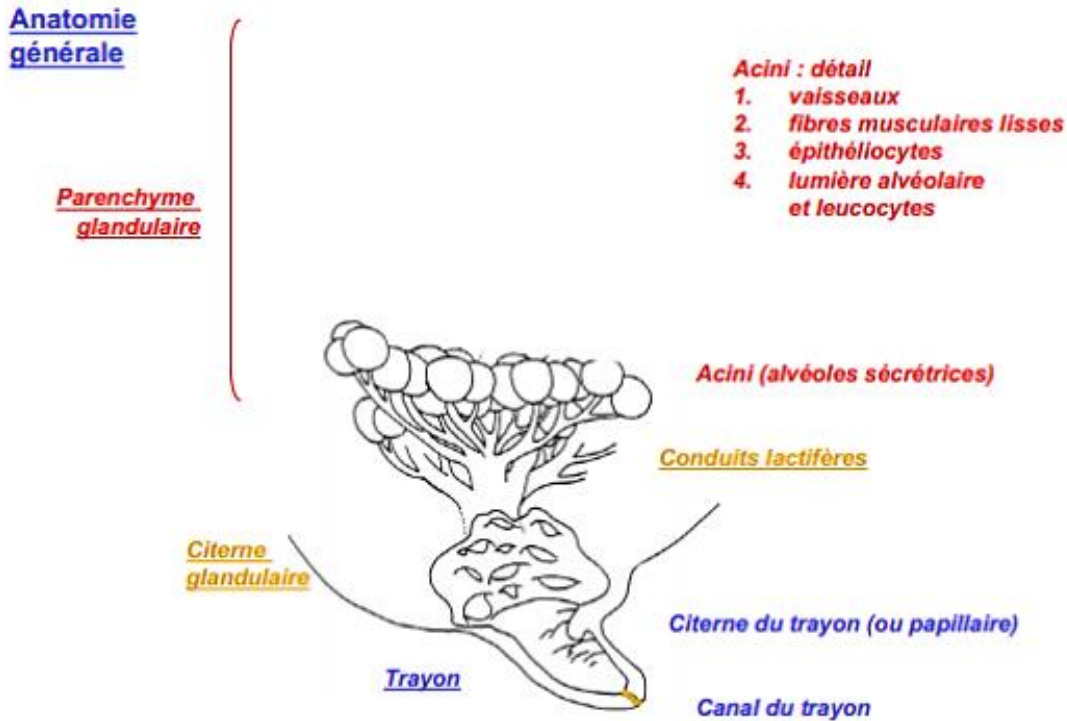


Figure 05 : Anatomie général (CHARTON, 2017).

II.4. Equilibre entre les quartiers

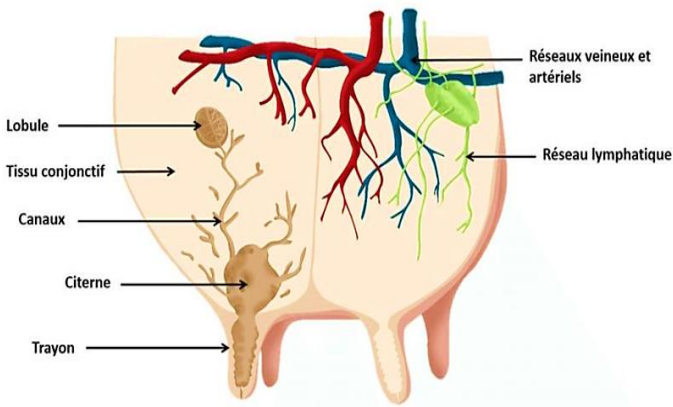
Pour que la traite soit pratiquement identique pour l'un et l'autre des quartiers (avant ou arrière droit ou gauche), la mamelle doit être bien équilibrée. Pour apprécier l'équilibre de mamelle, on dispose de deux indices (**Figure 06**).

« L'équilibre antéro-postérieure » qui se définit comme le pourcentage de la production des quartiers avant par rapport à la production totale de lait.

L'équilibre gauche-droit qui se définit comme le pourcentage de la production de la moitié gauche de la mamelle par rapport à la production totale de lait.

Quelle que soit la race laitière considérée il y a très peu ou pas de différence entre la production des moitiés droit et gauche des mamelles de sorte que l'équilibre gauche-droit est pratiquement égale à 50%.

En revanche, les quartiers antérieurs produisent presque toujours moins de lait que les quartiers postérieurs : antéro-postérieure atteint 30% chez les espèces peu sélectionnées comme les bufflons et zébus, et jusqu'à 45-47% pour les races à forte potentiel laitier. (**MARGUET, 2009**).



Vue interne de



Vue externe

Figure 06 : Glande mammaire de la vache (Gayrard, 2017)

II.5. Les principaux constituants de la mamelle

II.5.1. Les canaux galactophores

Les petits canaux galactophores qui drainent chaque alvéole se rejoignent pour former des canaux tertiaires. Ces derniers se rassemblent en canaux secondaire puis primaires qui aboutissent à la citerne de la glande. Des cellules myoépithéliales entourent l'épithélium des canaux et des alvéoles et se contractent sous l'action de l'ocytocine, provoquant l'éjection du lait. **(BOUCHARD, 2013)**.

II.5.2. La citerne de la glande mammaire

Chaque quartier comprend à sa base une citerne qui renferme un litre de lait environ. La citerne correspond à une dilatation des canaux galactophores en sinus et en poches. Au moment de la traite, 60% du lait se trouve dans les alvéoles, 20% dans les canaux et 20% dans la citerne. La citerne du pis est séparée du sinus du trayon par un repli annulaire renfermant un tissu érectile veineux avec des lymphocytes (plexus veineux proximal ou anneau veineux de Fustemberg). Ce dernier peut surtout en fin de traite constituer un obstacle au passage du lait **(BELMAMOUN, 2016)**. Chez la vache, le volume de la citerne est de 400à500ml, mais le volume est variable en fonction de la race. **(BOUCHARD, 2013)**.

II.5.3. Les tissus mammaires

Selon (BILLON *et al* 2009), La composition tissulaire de la mamelle est variée chacun ayant une fonction spécifique et les 3 principaux tissus sont :

Le tissu glandulaire

Le tissu conjonctif, plus ou moins adipeux

Les vaisseaux et les nerfs

II.6.Développement de la mamelle

Selon (JAMMES *et DJIANE*, 1988 ; BOUICHOU, 2009) pour la grande majorité des espèces de mammifère, le développement de la glande mammaire se déroule progressivement. Ce développement débute au niveau du fœtus. Chez la vache, dès le deuxième mois de la gestation la formation des trayons commence et de développement continu jusqu'au sixième mois de gestation. Lorsque le fœtus est à six mois, la mamelle est presque totalement développée. De la naissance au début de la première gestation, ce processus se déroule lentement, il concerne le tissu adipeux et le tissu conjonctif ce qui permet à la mamelle d'atteindre sa forme définitive à l'approche de la puberté. Puis connaît une phase explosive au cours du dernier tiers de la gestation (CAUTY *et PERREAU*, 2003).

Selon (LAURIENNE, 2015) la taille et le nombre des cellules continuent d'augmenter pendant les cinq premières lactations, la capacité de production du lait augmente d'une façon similaire.

II.7. Le trayon

II.7.1.Définition du trayon

Selon (BILLON, 2009) le trayon est l'appendice final de la mamelle par lequel le lait est extrait soit par -suction (tétée du veau) soit par un mécanisme de traite par compressions successives du corps : c'est la traite manuelle par explication d'un vide partiel (pression inférieure à la pression atmosphérique) c'est la traite à la machine.

Ainsi, la conformation du trayon joue un rôle important dans l'opération de traite, ce qui facilite et rend efficace sa réalisation manuelle, mais surtout dans le cas de son mode mécanique, par le maintien du trayeur et l'efficacité des cycles de massage et d'aspiration. Ce qui nous conduira

donc, à recherche le maximum d'homogénéités dans la conformation des trayons d'une même vache, mais aussi entre les vaches d'un même troupeau. (**FRANCEAGRICOLE, 2008**).

II.7.2. Anatomie du trayon

II.7.2.1. Structure externe

La conformation du trayon joue un rôle très important lors de la traite car elle conditionne le maintien du manchon trayeur et l'efficacité des cycles de massage et d'aspiration. Le critère recherché est l'homogénéité dans la conformation des trayons d'une même vache mais aussi entre les vaches d'un même troupeau (**CAPON, 2010**).

1/La peau de trayon

Structure fragile, ne possède ni poile ni glande sébacée, très sensible aux variations de température, d'hygrométrie et de luminosité (**BROUILLET et al, 2003 et GILIBERT, 2008**)

L'épiderme est constitué de plusieurs couches de cellules qui subissent la kératinisation. La couche la plus superficielle ou stratum corneum est hydratée à partir du derme. A sa surface, un réseau compact de lipides et de kératine orienté parallèlement forme une barrière physique très efficace (**CAPON et al, 2010**).

Selon (**DUMAS, 2004**) L'état d'hydratation de l'épiderme est régulé par les échanges d'eau avec le derme sous-jacent contenant 70% d'eau et avec l'atmosphère. La couche superficielle (stratum corneum) contient 10-20% d'eau.

2/La cellule épithéliale mammaire

La cellule épithéliale (**Figure 09**) est une cellule sécrétrice constituant la plus petite unité des alvéoles ou acini. En lactation, les cellules épithéliales mammaires sont polarisées avec la face basale située du côté de la lumière alvéolaire. Ces cellules synthétisent les composants du lait par exocytose pour les globules gras et par pinocytose inverse pour les protéines et les sucres, mécanisme par lequel la cellule libérant leur contenu dans le milieu extracellulaire. Ces composants rejoignent les canaux galactophores puis la citerne (**MATHER KEENAN, 1998, BAUMAN, et al, 2006**).

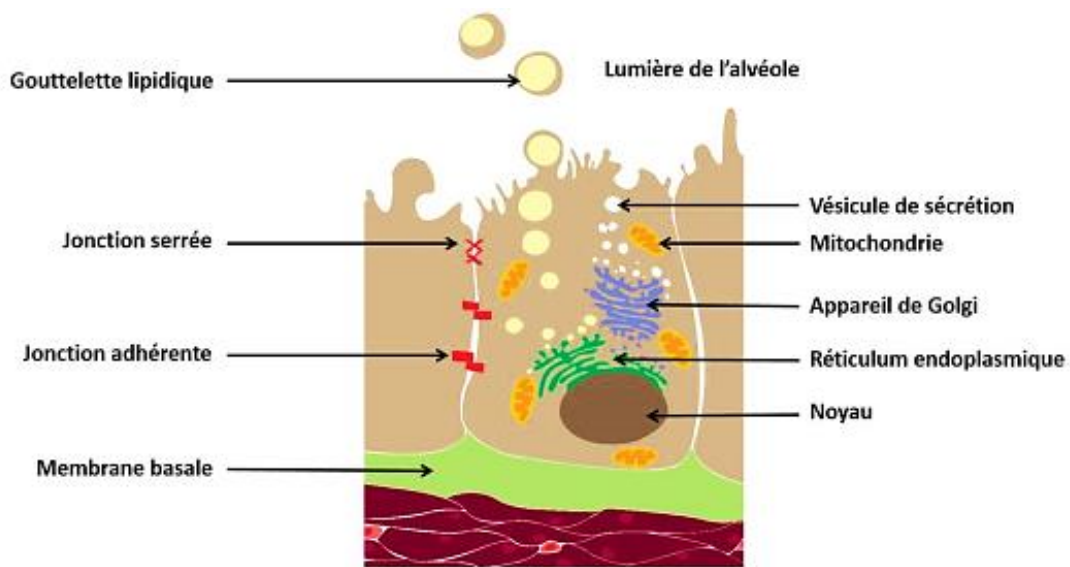


Figure 07: représentation schématique d'une cellule épithéliale mammaire (BAUMAN et al, 2006)

3/Le canal du trayon

Le canal du trayon (**Figure 10**) est la structure fondamentale qui assure l'intégrité de la mamelle : il est le carrefour entre le milieu intérieur de l'organisme qui doit être préservé et le milieu extérieur où le lait est évacué et d'où proviennent les germes. En dehors de la traite, il assure une excellente fermeture du trayon, par l'intermédiaire de la resette de Fürstenberg, les longs plis muqueux longitudinaux et spiralés et le sphincter musculaire qui l'entoure distalement. Cela permet à la fois de contenir le lait dans les sinus mais surtout de protéger de la mamelle des invasions bactériennes à l'origine de mammites. Donald observe en 1975 que la fréquence des affections mammaires est, en effet, en relation directe avec le diamètre du canal du trayon, d'où l'importance de la fermeture du canal du trayon. (**CAPON, 2010**)

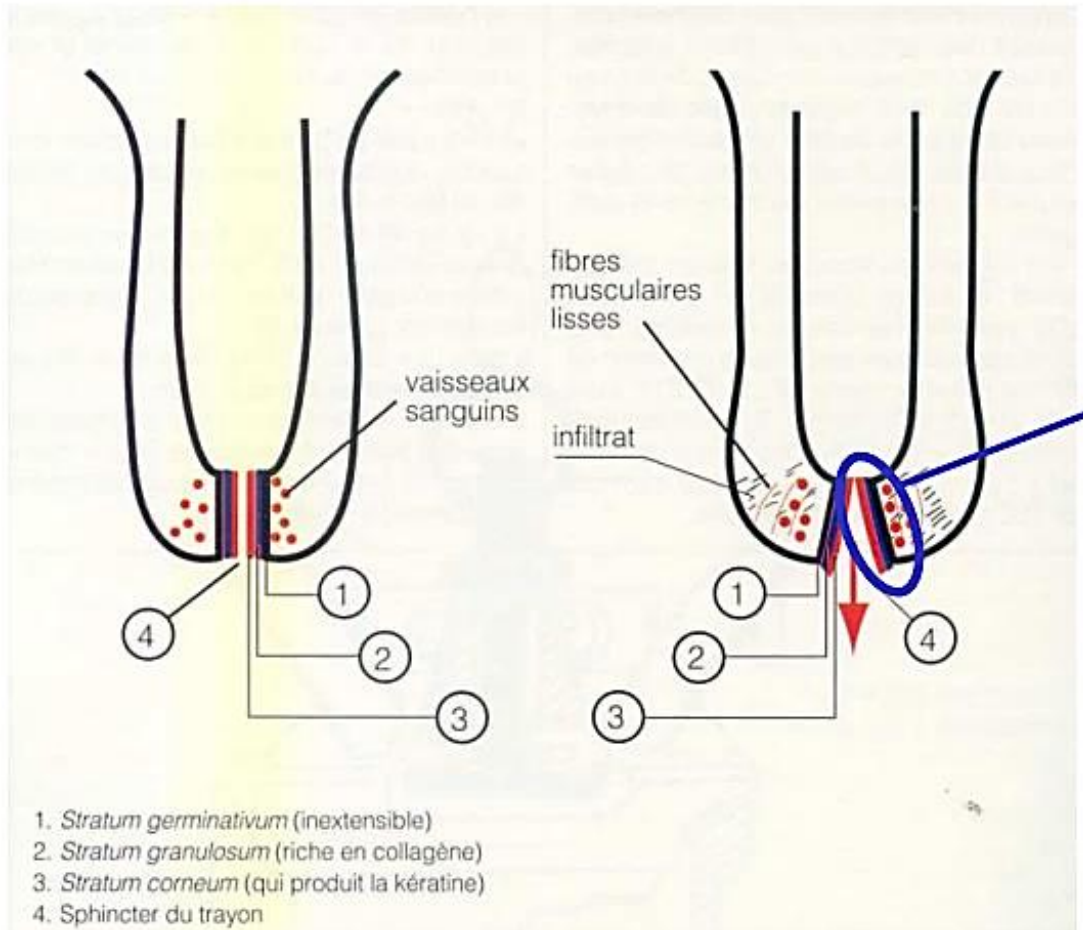


Figure 08: Le canal du trayon (CAPON, 2010)

II.7.2.2. Structure interne

Le trayon est occupé en grande partie par la partie papillaire du sinus lactifère. Celle-ci est longue de 5 à 6 cm et pourvue de plis longitudinaux effaçables par distension. Ce sinus communique avec l'extérieure par un conduit papillaire : le canal du trayon. Celui-ci est long de 8 à 10 mm, sa paroi appliquée contre elle-même au repos est extensible jusqu'à 6-7 mm (DUMAS, 2004)

Le trayon constitue la dernière partie de la glande mammaire avec une citerne et un canal. La longueur du trayon est entre 3 à 14 cm et son diamètre varié 2 à 4 cm cette longueur du trayon augmente du 1^{er} à 3eme lactation puis demeure constante. Le canal du trayon obstrué par la kératine pour éviter l'entrée des mammites. A la période de tarissement, la morphologie et l'histologie de canal du trayon se modifie, avec la diminution de sa longueur sous l'effet de la pression de lait,

la pénétration des micro-organismes est facile au premier jour de tarissement puis sera plus difficile par l'accumulation de kératine dans la lumière de canal. (SERIEYS, 1997; GABLI, 2005).

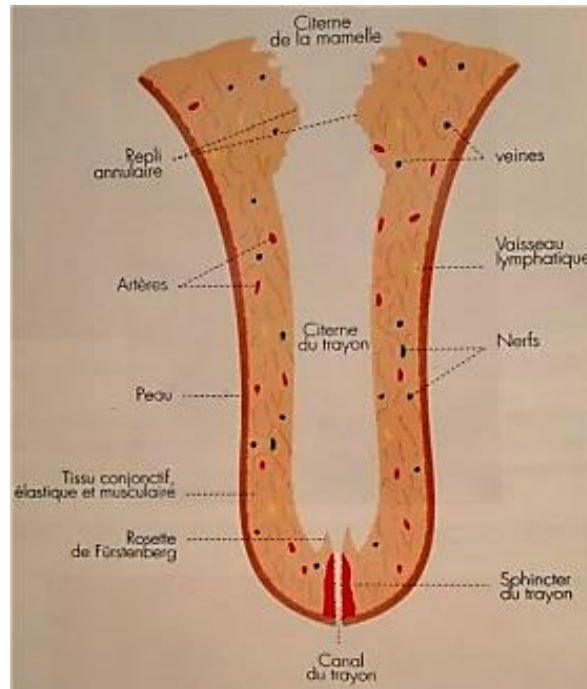


Figure 09: Coupe schématique d'un trayon de vache (BILLON, 2009).

II.8. Développement du trayon

Est intimement lié à celui de la mamelle. On distingue deux étapes successives dans son développement : la première eu cours de la vie fœtale (phase an hormonale) ou les ébauches mammaires se mettent en place la seconde au moment de la puberté puis de la gestation ou le pis acquiert tout son volume et sa fonction, sous influence hormonal (CAPON, 2010).

II.9. Physiologie de l'injection du lait

Toute stimulation tactile des trayons déclenche immédiatement un influx nerveux en direction du système nerveux central. Une fois stimulée, la posthypophyse libère l'hormone ocytocine. Cette hormone, transportée par voie sanguine, provoque la contraction des cellules myoépithéliales des acini mammaires et l'éjection du lait alvéolaire dans les canaux galactophores puis dans la citerne du pis. Un deuxième réflexe nerveux autonome local qui a pour effet une dilatation des canaux galactophores et du sphincter des trayons, avec augmentation du débit sanguin du pis. L'éjection

des premiers jets de lait représente la meilleure stimulation tactile des trayons avant la traite. La descente du lait peut également être déclenchée par des stimuli visuels ou auditifs (vue du veau). (AMSTALDEN *et al*, 2015)

Aussi la relation mère-veau a un rôle majeur sur la tétée et donc sur la production laitière de la mère (PEREZ *et al*, 1985). Des influx nerveux arrivent dans l'hypothalamus qui stimule l'hypophyse postérieure qui libère l'ocytocine. Le sang transporte cette hormone jusqu'à la cellule myoépithéliale qui entourent les alvéoles du pis. La contraction des cellules myoépithéliales éjecte le lait de la cavité alvéolaire dans les canaux lactifères et la citerne de la glande. La souffrance ou le beurrage peut inhiber le réflexe d'éjection du lait. (MICHEL, 2018).

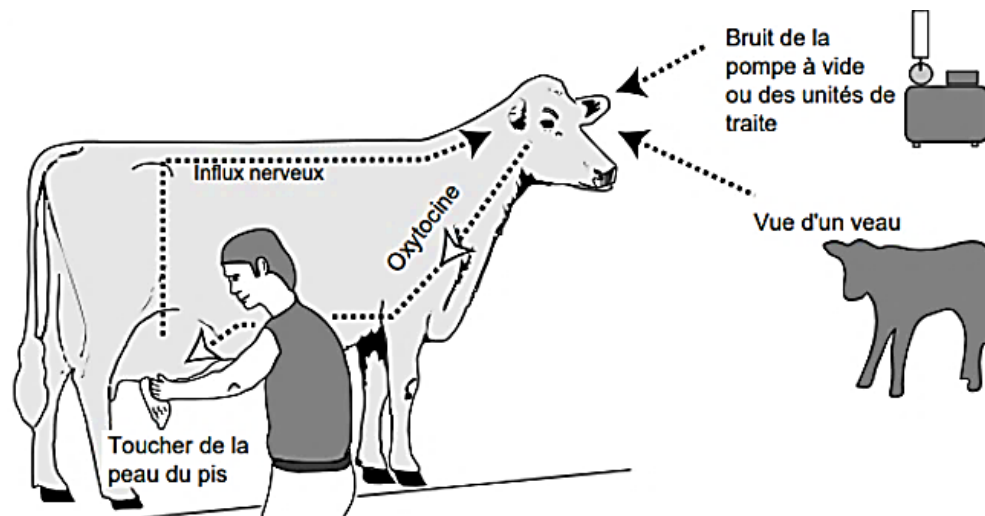


Figure 10: réflexe d'éjection du lait (Michel, 2018)

II.10. Les différentes fractions de lait

L'ouverture simple du sphincter permet de recueillir le lait contenu dans les citernes de la mamelle et du trayon, soit 20 à 30 % du lait contenu dans le pis (DERNIS, 2015). Il n'en est pas de même pour le lait alvéolaire qui chez la vache, représente 70 à 80% de la production. La descente de cette fraction du lait des acini vers les citernes se fait par la mise en œuvre de plusieurs mécanismes, au moment de la traite. (BILLON *et al*, 2009).

II.11. Le réflexe neuroendocrinien d'éjection du lait

La stimulation des terminaisons nerveuses situées au niveau de la mamelle et du trayon (BILLON *et al*, 2010) donne naissance à des influx nerveux qui atteignent l'hypothalamus puis la post hypophyse. Celle-ci libère l'ocytocine qui par la voie sanguine va provoquer la contraction des cellules myoépithéliales des alvéoles.

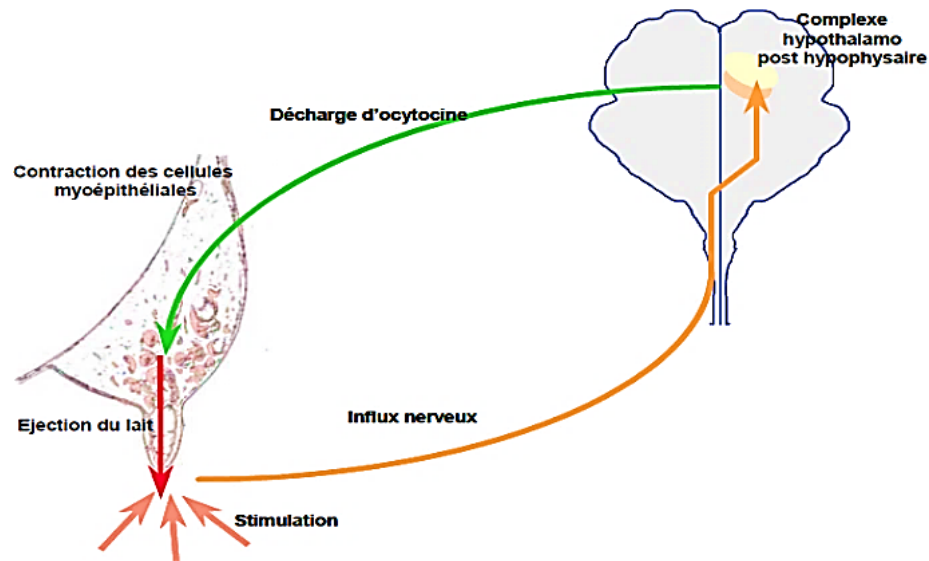


Figure 11: le réflexe neuroendocrinien d'éjection du lait chez la vache laitière (CORBET, BILLON, ALLAIN, 2010)

II.12. Le lait

La première définition du lait apparaît en 1909, au Congrès international de la répression des fraudes à Paris, où le mot lait destiné à l'alimentation humaine a été défini comme le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit aussi être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum

(BOURGEOIS *et al*, 1996).

Le décret du 24 mars 1924 précise que la dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservée au lait de vache. Tout lait issu d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination « lait » suivi de l'indication de l'espèce dont il provient exemple lait de chèvre, lait de brebis etc.

- Le lait est un liquide opaque blanc mat plus ou moins jaunâtre de saveur légèrement sucré (ABOUTAYEB, 2009) selon la teneur de matière grasse en β carotène. Il a une odeur peu marquée mais caractéristique. Son goût variable avec les espèces animales est agréable et douceâtre (ALAIS, 1984).

Le lait est un fluide biologique complexe, sécrété par les mammifères. La composition du lait varie selon l'espèce de vache laitière, mais sa valeur nutritive reste élevée. Le lait est un bon milieu de croissance pour les microorganismes en raison de sa teneur en eau élevée, de son pH proche de la neutralité et de sa composition en nutriments (**AMIOT et al, 2002, CHYE et al, 2004**). **Fil (1983) HANZEN (2004)** définit le lait comme le produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction.

D'après (**AGABRIEL et al, 2001**), le lait est un édifice physico-chimique extrêmement complexe qui contient des trésors de richesses nutritionnelles, celles-ci sont constituées principalement de quatre nutriments et qui sont : les protéines, les glucides, les lipides et les sels minéraux.

L'arrêté interministériel (N° JORA 069 du 27/10/1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation, dans ses articles 2 et 3 stipules que :

La dénomination « lait » est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites sans aucune addition ou soustraction et n'ayant subi aucun traitement thermique ou microfiltration et qui n'a pas été chauffé à plus de 40° C.

Le lait est un aliment complet, bon, pour la santé (**FRANKWORTH et MAINVILLE, 2010**).

Il renferme aussi des sels minéraux et des vitamines. Il est une importante source de nutriments pour l'homme et les animaux (**PANDEY et VOSKUIL, 2011 ; PAL, 2012**).

Il doit cependant être sain c'est à dire ne pas provoquer de maladie infectieuse, ni d'intoxication et son goût doit être doux et agréable. Malheureusement c'est un produit facilement altérable. Chaque stade depuis la traite jusqu'au réfrigérateur de la ménagère expose cette denrée périssable à différents points de contamination, d'où la protection de cet aliment est de rigueur (**BOURGEOIS et al, 1996**).

Le lait est un aliment biologique qui présente un intérêt nutritionnel évident, et dont la production organisée remonte à plus de dix mille ans (**SOUSTRE, 2008**). Depuis le 19ème siècle, la production ne cesse d'augmenter en raison des progrès réalisés en médecine vétérinaire, de la sélection de races performantes et des pratiques d'élevage. La vache laitière moyenne produit annuellement un rendement de 8588 kg en France (8980 kg en 2015) et au Pays-Bas 8154 kg (8399 kg en 2015). Elle donne un rendement de 10 330 kg (10 159 kg en 2015) aux Etats-Unis en 2016 (**LE BULLETIN DES AGRICULTEURS 2017 ; L'ECONOMIE LAITIERE EN CHIFFRES, 2018**).

D'importantes disparités sont à noter à travers les continents et il existe aussi une grande variabilité au sein des pays: les vaches les plus performantes produisent 10 à 12 000 litres par an et le record mondial se situe à 35 457 kg de lait (plus de 97 kg de lait par jour en moyenne) dont 1403 kg de matière grasse (4%) et 1083 kg de protéines (3,1%) (**FRANCE AGRICOLE, 2017 ; FAYE ET LOISEAU, 2002**).

Chapitre III

Les salles de traite

III.1. La traite

La traite est une opération biquotidienne, débute avec le démarrage de la lactation jusqu'au tarissement qui consiste d'extraire le lait de la mamelle ou bien du pis en lactation de sorte à obtenir le maximum de quantité de ce produit de bonne qualité sans pour autant nuire à la santé de l'animal et peuvent être manuelle ou automatique (**PIEL-DESRUISSEAU, 1966, CRAPLET et THIBIER 1973, BILLON et al, 2009, CAUTY & PERREAU, 2009, SIMON, 2011**).

La traite doit être rapide pour coïncider avec la décharge d'ocytocine responsable à l'éjection de lait, et elle doit être complète d'une part pour recueillir la totalité de la matière grasse, d'autre part pour éviter les mammites, et indolore pour que la vache ne soit pas amenée par réflexe de défense à retenir son lait. (**CAREPLET et THIBIER, 1973**).

Cette tâche constitue la part la plus importante du temps consacré au troupeau laitier, soit environ 35 à 40 %. Le caractère répétitif de cette activité est souvent une contrainte. Son intensité physique et nerveuse conduit le plus souvent à rechercher un temps de traite limité, c'est-à-dire rarement plus de 1h 30 auquel il faut ajouter le temps nécessaire pour la préparation de la machine et le temps de nettoyage après la traite. (**GAUDIN et al, 1998**).

III.1.1 La traite automatique

La traite automatique modifie de nombreux aspects de la ferme, la gestion et l'organisation du travail. C'est la source de l'augmentation de la production de lait grâce à des traites plus fréquentes ont été signalés comme des avantages importants du lait automatique (**GANSOW et al, 2013**).

Selon, (**HOGVEEN, 2001**) le robot de traite doit remplacer « les yeux et les mains » du producteur laitier. C'est un équipement programmable qui permet d'effectuer la traite des vaches laitières sans intervention directe de l'éleveur, car en effet, toutes les opérations sont entièrement automatisées, (**RUCKEBUSCH, 2019**).

C'est pourquoi le robot est muni de dispositifs électroniques d'identification des vaches, de nettoyage et de traite, ainsi que de systèmes de détection commandés par ordinateur pour déceler toute anomalie. Le robot de traite se compose de six modules principaux

Salle de traite

Système de détection des trayons

Bras robotisé pour le branchement de l'unité de traite

Système de nettoyage des trayons

Système de contrôle comprenant des capteurs et des logiciels

Matériel de traite

Par rapport à la salle de traite classique, le robot de traite peut influencer de bien des façons sur la qualité du lait. Premièrement, les vaches peuvent être traitées plus de deux fois par jour. **(HOGEVEEN, 2001).**

III.1.2 La traite mécanique

C'est une opération qui peut être réalisée par l'utilisation des équipements de traite dont leur choix dépend de la taille de l'exploitation, de la capacité, le niveau d'investissement souhaité par l'éleveur et la disponibilité de la main-d'œuvre qualifiée dans la région d'élevage **(FRANCE A, 2009)**. Ainsi que le bon fonctionnement et le réglage de l'équipement de traite, tels que le niveau de vide **(FAVIRDIN et al, 2013)** ou de pulsation **(POULET, 2015)**.

La traite mécanique est le mode le plus utilisé dans 92,86% exploitation par contre 07,14% exploitation utilisent la traite manuelle. **(MAMMERI et al, 2020)**.

III.2 Les salles de traite

Est le lieu où les vaches sont traitées. C'est l'installation la plus répandue : ce système permet de traire assez rapidement des grands troupeaux en limitant la pénibilité du travail. **(CAUTY ET PERREAU, 2009)**. Est le centre névralgique d'une exploitation. **(LABEL, 2015)**. Elle est généralement associée au mode de logement des vaches en stabulation libre. **(BILLON et al, 2009)**.

Le développement des salles de traite est étroitement lié à celui des techniques d'élevage en stabulation libre. Technique qui présente de nombreux avantages, notamment en facilitant la mécanisation de l'affouragement de la distribution des aliments à la récolte du lait. Les contraintes

économiques et l'organisation plus rationnelles du travail ces installations y ont largement contribué. **(Montalescot, J. B. 1986).**

Le type et le nombre de stalles dans la salle de traite dépendent du préposé, de la vitesse de traite et de la taille du troupeau.

III.2.1 Salle de traite en épi Herringbone

Les salles de traite en épi vont de double-4 à double-24, dans ce système les bras de dépose rigides automatisés facilitent l'installation de la griffe à lait et les vaches sont placées en arête de poisson de chaque côté de la fosse où se trouve le trayeur. **(House, 2018).** Cette installation peut être considérée comme un tunnel modifié dans lequel les vaches sont positionnées de façon oblique et la majorité des stalles épi sont des installations avec deux quais parallèles de part et d'autre de la fosse du trayeur **(BILLON et al, 2009).**

L'épi 30° : est le modèle le plus classique et le plus utilisé, les vaches sont positionnées à un certain angle par rapport à la fosse de traite. L'épi classique est la salle à 30° dont la vache est reliée par le côté. A partir de 50° ou plus, les vaches sont reliées entre les pattes arrière). **(BELAGOUN et al, 2020).**

Dans les salles herringbone, les vaches se tiennent sur des plates-formes surélevées de chaque côté et à un angle d'environ 45° par rapport au bord de la zone de l'opérateur Cette orientation permet à l'opérateur d'accéder au côté du pis pour la préparation de la vache et pièce jointe de l'unité. **(REINEMANN, 2019).**

III.2.1.1 Dimensions de la salle de traite en EPI

Tableau 05 : principales dimensions des salles de traite en Epi (BILLON, 2009)

Paramètre	Dimension conseillée (m)
Pas	1,10 à 1,20
Longueur de la fosse du trayeur	$(n \times \text{pas}) + 2,00$
Longueur de la salle traite	$(n \times \text{pas}) + 3,20$
Largeur de quai	1,50
Distance entre la barre avant et la barre arrière	0,95 à 1,00
Largeur de la salle de traite sans couloir de retour	5,00 à 5,20 *
Largeur de la salle avec le couloir de retour	5,90 à 6,20 *

* : selon la largeur de la fosse du trayeur Ou n = nombre de postes sur un quai

III.2.1.2 La productivité horaire

La productivité horaire globale des salles de traite diminue lorsque le nombre de poste augmente

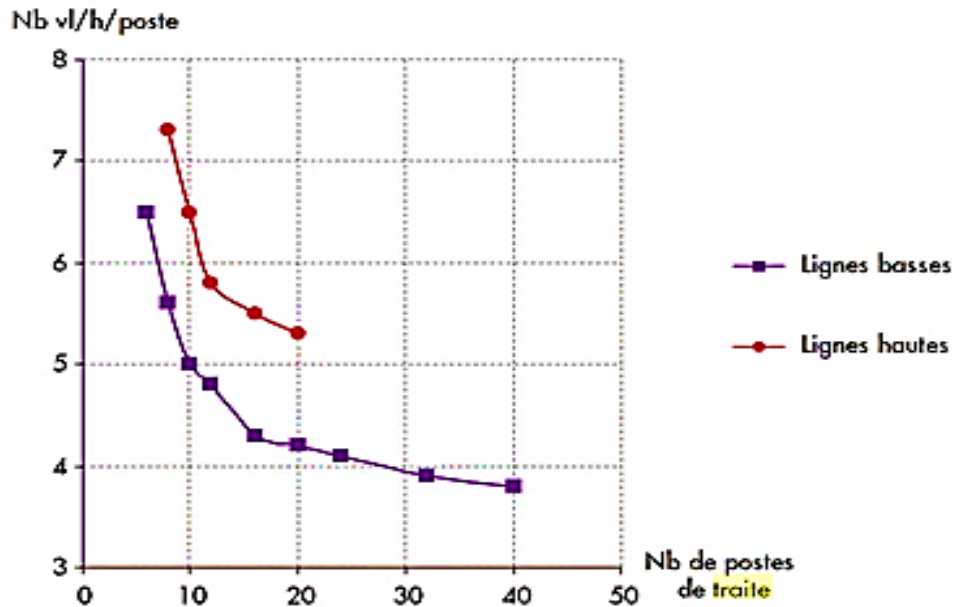


Figure 12 : Evolution de la productivité horaire des salles de traite en epi selon le nombre de poste de traite, (BILLON,2009).

la figure 12 : montre que le nombre de vaches traites par heure diminue de 6,5 à 3,8 quand on passe de 6 à 40 postes n ligne basse, double équipement et de 7,3 à 5,3 quand en passe de 8 à 20 postes en lignes haute, simple équipement (BILLON,2009)

III.2.2 La salle de traite Tandem

Appelé aussi « Tandem automatisé ». Dans ce système Chaque stalle est indépendante et possède une porte d'entrée et une porte de sortie ; mais l'ouverture et la fermeture des porte de chaque stalle pour chaque vache étaient manuelles, ce qui présente un risque de troubles musculo-squelettiques (TMS) chez les trayeurs. (SAUVEE et al, 2009).

III.2.2.1 Dimension de la salle Tandem

Tableau 06 : principales dimensions de salle de traite tandem

Paramètre	Dimension conseillée (m)
Pas	2,50
Longueur de fosse du trayeur	$(n \times \text{pas}) + 0,60$
Longueur de la salle de traite	$(n \times \text{pas}) + 1,80$ (ou 1.20)**
Largeur de quai	1,80
Largeur de salle de traite	5,60 à 5,80**

** : selon la largeur de la fosse du trayeur * : si sortie directe

III.2.2.2 La productivité horaire

Tableau 07 : la productivité horaire possible de salle de traite Tandem.

Nombre de poste	Productivité horaire possible (vaches traites/heure)
2×2,4 postes	24-32
2×3, 6 postes	36-48
2×4, 8 postes	48-56
2×5,10 potes	60-70

Malgré sa bonne productivité horaire, la salle de traite tandem se révéla limitée lorsque l'effectif de troupeaux dépasse 70 vaches.

III.2.3 Salle de traite en parallèle

Les salles de traite en parallèle varient de double-6 à double-50. Les vaches se tiennent en parallèle à un angle de 90° par rapport à la fosse de traite. Les gobelets-trayeurs doivent être fixés de l'arrière en passant entre les pattes postérieures. La distance entre les vaches est de 69 à 76 cm (27 à 30 po). (House, 2018).

III.2.4 Salle de traite alternée (swing-over)

Les salles de traite alternées sont utilisées pour minimiser les investissements. Des stalles en épi, parallèles et de simples stalles construites sur mesure sont utilisées comme plate-forme pour les vaches. Les unités de traites sont utilisées sur deux stalles et passent d'un côté de la fosse à l'autre. Des bras rotatifs peuvent être utilisés pour écarter les boyaux du milieu de la fosse de traite (House, 2018).

III.2.5 La salle de traite rotative ou carrousel

Ces installations montées depuis la fin d'années 1990, Est une alternative technique aux équipements de traite classique (EPI et TPA) ou aux rebots (SEITE et al, 2011). Pour la traite des grands troupeaux et équipées de déposes automatiques et l'aire d'attente sont presque toutes équipées du système d'aide à l'entrée des vaches. (BILLON et al, 2009).

Aux Etats Unis où l'échelle des troupeaux excède vite les 500 bovins, la firme DeLaval imaginera la première salle rotative dans la ferme Walker Gordon dès 1930. Equipée de 50 places, on peut alors y traire plus de 300 vaches par homme et par heure. Depuis, ces salles, de plus en plus automatisées et, pour une partie d'entre elles, de plus en plus grandes permettent de s'adapter à des troupeaux eux aussi devenu énormes mais elles restent coûteuses à l'achat et entretien. (SIEFAD ET DJEBA, 2014).

C'est un système coûteux qui convient à des effectifs élevés et permet des cadences de traite élevées, avec une bonne accessibilité des mamelles. Et elle existe sous deux modèles : rotative intérieure et rotative extérieure. (BELAGOUN et al, 2020).

Les salles de traite rotatives sont offertes soit pour traire par l'extérieur, soit par l'intérieur. Ces systèmes comportent jusqu'à 80 stalles et sont souvent utilisés pour les très grosses exploitations. Les salles de traite rotatives facilitent une certaine régularité, un peu comme sur une chaîne de montage, mais les préposés à la traite dans une telle salle doivent respecter une cadence rapide pour suivre le rythme de la plate-forme rotative.



Figure 13 : salle de traite rotative pour traire par l'extérieur (MSA, 2019)

Les préposés à la traite accèdent aux salles de traite par l'intérieur à partir d'un tunnel. S'assurer que l'accès est pourvu de rampes et qu'il est gardé le plus sec possible pour des questions de sécurité. Des robots sont adaptés aux salles de traite rotatives. **(House, 2018).**

Dans ces salles de traite les vaches marchent une par une sur une plate-forme de traite rotative **(FIGURE15)**. Les vaches passent devant un opérateur où la préparation des vaches. Un deuxième opérateur est positionné près de la sortie pour enlever unités de traite si les détacheurs ne sont pas utilisés et d'appliquer un désinfectant pour trayons après la traite. **(REINEMANN, 2019).**

La salle de traite rotative est une conception efficace car le mouvement des vaches est largement automatisé, où les vaches entrent et sortent de la plate-forme à un rythme constant, laissant peu de temps de repos à l'opérateur entre vaches. **(Figure 16) (DOUPHRATE et al. 2009).**

Dans ce type de salle de traite, la circulation des vaches est un point important pour le bon déroulement de la traite : elle influence la cadence de travail des trayeurs **(BILLON et al, 2009).**

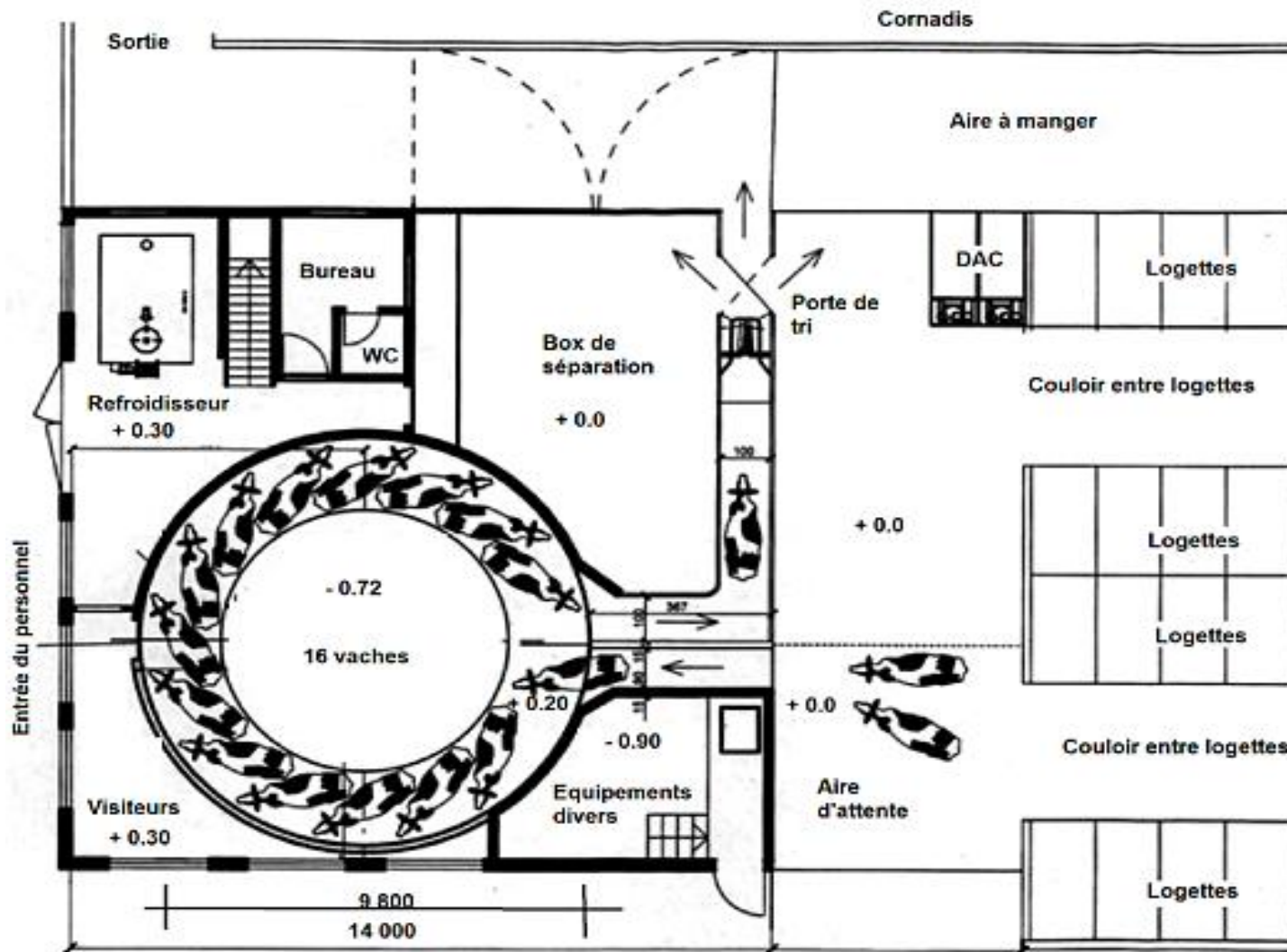


Figure 14 : Exemple d'un carrousel sur lequel les vaches occupent une position en épi. (Cattle ,2014)

III.2.5.1 Dimension de la salle de traite rotative

Tableau 08 : Les dimensions des salles de traite rotative dépendent de leur nombre de places. (BILLON *et al*, 2009)

Type d'installation	Roto Herringbone		Roto radial	
Nmbr de postes	20	24	20	24
Largeur de la plate-forme(m)	1,6	1,5	2,2	2,4
Diamètre externe de la plate-forme (m)	10,1	11,7	6,5	7,3
Longueur de la salle de traite(m)	14,6	15,4	13,0	13,9
Largeur de la salle de traite (m)	12,7	14,1	13,0	13,5
Surface de la salle de traite (m2)	185	217	169	188

Si la plate-forme d'un roto-radial présente un diamètre inférieur à celle d'un roto-herringbone, à même nombre de postes, l'écart entre deux modèles diminue lorsqu'on prend en compte l'emplacement de la zone de travail en périphérie de la plate-forme (on compte en effet 1,50m autour de la plate-forme du modèle roto-radial) (BILLON *et al*, 2009).

III.2.5.2 La productivité horaire

Le travail en salle de traite rotative génère peu de temp morts. Les cadences par poste de traite oscillent entre 3,6 et 4,6 vaches/poste, soit une très faible productivité par poste de traite. (BILLON *et al*, 2009).

Nombre de poste	20	24	28	32
Cadence potentielles (vaches laitière traites/h) *	80-95	90-110	100-125	120-150

* : ces cadences s'entendent pour une traite à deux trayeurs et avec de bonnes pratiques d'hygiène. Une conduite à un seul trayeur est possible mais le respect de conditions optimales de traite fait chuter la cadence d'au moins 20 %. Il est possible aussi de réaliser des cadences pratiquement identiques avec un seul trayeur, mais en simplifiant l'hygiène de la traite, aux risques et périls de l'élevage.

III.3 Modèles de salle de traite rotative

Il existe deux modèles de salle de traite rotative ; la salle roto intérieur ou « roto herringbone » figure17 et la salle roto extérieur ou « roto-radial » figure18. Elles offrent des solutions intéressantes pour la maîtrise du temps consacré à la traite des vaches laitières. (SEITE *et al*, 2011).



Figure 15 : (a) modèle roto-herringbone.
(BILLON, 2009).



Figure 16 : (b) modèle roto-radial.
(BILLON, 2009).

III.3.1. Roto intérieur (Roto-herringbone)

En salle roto intérieur appelé aussi « roto-herringbone », le trayeur est situé à l'intérieur de l'installation (figure 19). Ce sont des rotos de type herringbone, les vaches sont positionnées en épi et les faisceaux trayeur se branchent par le côté comme une salle de traite épi classique (figure 20) (SEITE *et al*, 2011). Avec une plate-forme dont le sol soit en métal, soit en béton. et la tête de l'animale vers l'extérieur. Elles peuvent être équipées d'un système de surveillance vidéo de l'aire d'attente, avec écran de contrôle à proximité du poste de traite qui aide le bien avancement des animaux. (BILLON *et al*, 2009).

La position en épi : lorsqu'elle veut prendre place sur le carrousel, la vache doit pivoter pour se positionner selon le mode épi. Les trayeurs se trouvent du côté intérieur du carrousel (CATTLE, 2014).

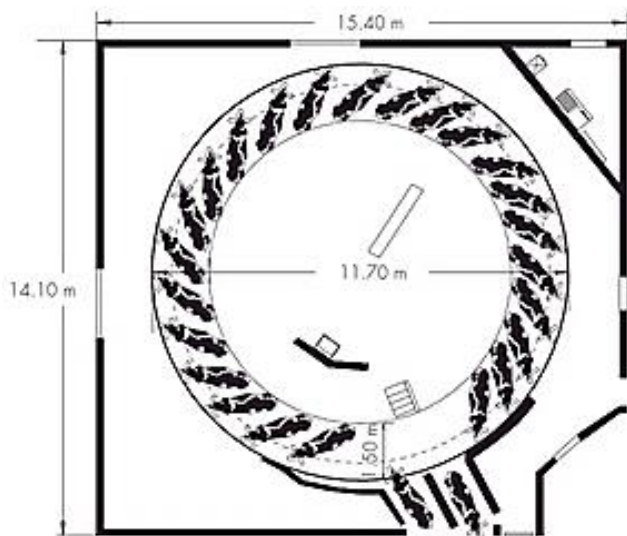


Figure 17 : position épi des vaches en salle de traite Roto-herringbone, (BILLON ,2009).

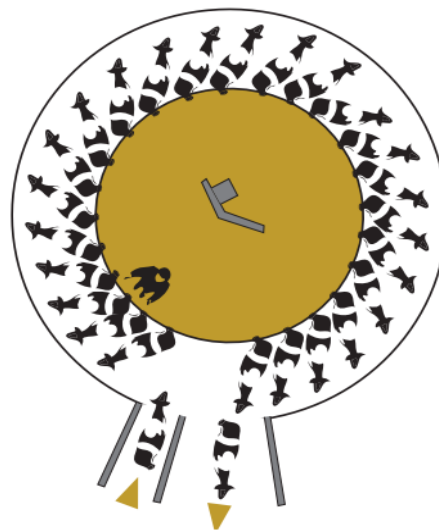


Figure 18 : Position du trayeur en Modèle roto-herringbone, (MSA, 2017).

III.3.2. Roto extérieur-(Roto-radial)

En salle de traite extérieur ou bien « roto-radial » le trayeur est situé à l'extérieur de l'installation (**figure 21**). Les vaches sont positionnées perpendiculairement aux quais et la tête vers le centre de la plate-forme (**figure 22**), la pose des faisceaux se fait entre la patte arrière comme en salle de traite (TPA). (SEITE, et al, 2011). Donc les vaches sont en position radiale sur la plate-forme, et la tête dirigée vers le centre. (BILLON et al, 2009).

La position radiale : les vaches prennent place avec la tête orientée vers le centre du carrousel. Les opérateurs se trouvent à l'extérieur du carrousel cette configuration facilite l'entrée des animaux et cela se traduit par des cadences un peu plus élevées (CATTLE, 2014).

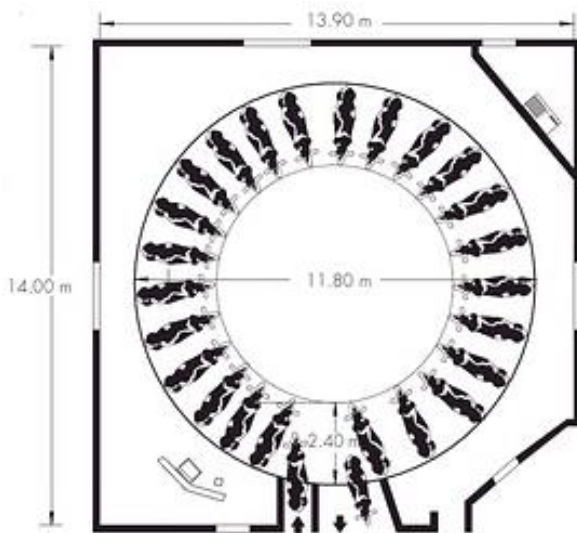


Figure 19 : position des vaches en salle de traite Roto-radial (Billon, 2009).

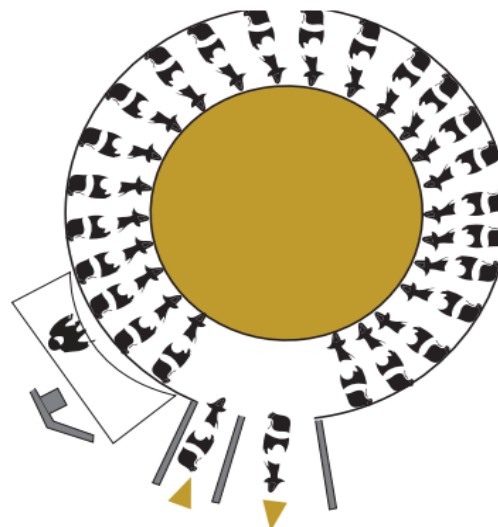


Figure 20: Position de trayeur Modèle roto-radial (MSA, 2017).

III.4 Avantage et les inconvénients de salle de traite rotative :

Le tableau. : récapitule les avantages et les inconvénients de la salle de traite rotative

Tableau 09 : principales avantages et inconvénient de salle de traite rotative (BILLON et al 2009)

<i>Type de salle de traite rotative</i>	<i>Avantage</i>	<i>Inconvénients</i>
<u>Roto-Herringbone</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de productivité élevée - Bonne vue d'ensemble des animaux - Bonne accessibilité des mamelles - Bonne visibilité des mamelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de coups de pied - Pas ou peu de protection contre les bouses - Sortie souvent difficile du trayeur de la salle de traite pendant la traite - Rythme de travail très soutenu - Investissement élevé - Nécessite une très bonne circulation des vaches
<u>Roto-Radial</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilité de productivité élevée - Sécurité du trayeur (coup de pied) - Accès aisé du trayeur à la salle de traite et aux locaux annexes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Accès et visibilité plus difficiles des quartiers avant - Risque de souillures des avant-bras et des faisceaux trayeur entre les pattes arrière - Peu ou pas de protection contre les bouses - Absence de vue d'ensemble des animaux - Rythme de travail très soutenu - Investissement élevé

III.5 Implantation d'un bloc de traite pour un équipement circulaire

Du fait de son encombrement important, le bloc traite roto constitue un espace bâtiment en tant que tel, intégré ou non sous la stabulation. Comme pour les autres salles de traite, l'implantation du bloc traite roto doit être réfléchi en fonction de la configuration du terrain, de l'orientation du bâtiment et de l'accès du laitier, du respect des circulations. Elle ne doit pas gêner un agrandissement éventuel du bâtiment. Quel que soit le roto (traite intérieure ou extérieure), le bloc traite peut être positionné en pignon, en long pan ou séparé (GAUTIER, 2011)

III.5.1 Implantation en pignon

La salle de traite rotative est positionnée dans le prolongement du couchage. Cette disposition est aussi bien adaptée aux logettes qu'aux aires paillées. **(Figure 23)** L'implantation en pignon permet de positionner des boxes avec accès à la table d'alimentation, facilitant la surveillance des animaux. Cette configuration est facilement réalisable dans un bâtiment existant. Elle permet le plus souvent une bonne vision du troupeau dans la stabulation à partir de la salle de traite. **(SEITE et al ,2011).**

III.5.2 Implantation en long pan

La salle de traite rotative est positionnée perpendiculairement au couchage, sur le côté du bâtiment. Le bloc traite est constitué par un bâtiment spécifique adapté à l'équipement (diamètre de la plateforme, hauteur de la canne à lait, etc.) **(Figure24)**

Cette configuration permet la mécanisation et la gestion commune du nettoyage du parc d'attente et de l'aire d'exercice. Le bâtiment reste évolutif et il est possible de travailler en plusieurs lots. Par contre, il est rarement possible de positionner les boxes d'isolement près de la table d'alimentation. La stabulation n'est pas visible depuis le poste de traite. **(SEITE et al ,2011).**

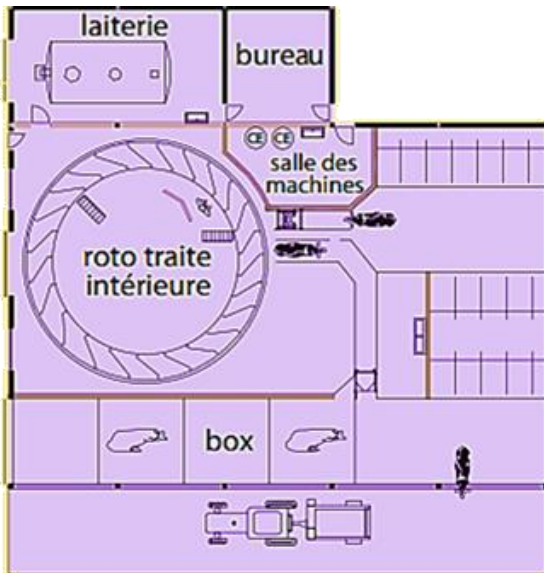


Figure 21 : Logettes roto intérieur en pignon (SEITE et al ,2011).

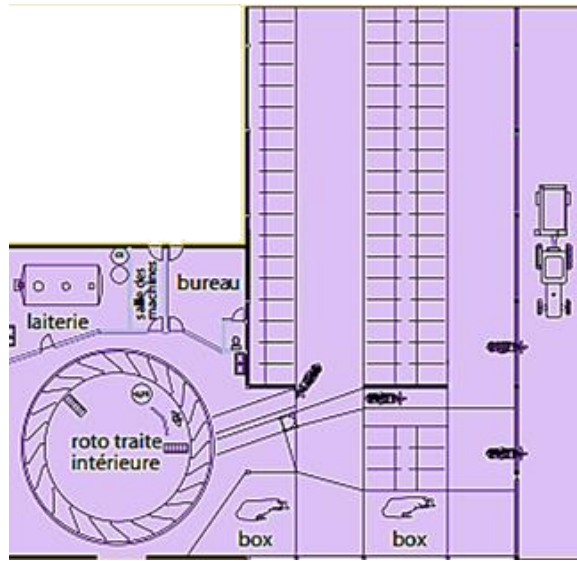


Figure 22 : Logettes roto intérieur en long pan (SEITE et al ,2011).

III.6 Conception et construction générale de la roto

À l'inverse d'une salle de traite classique (Epi ou TPA), une salle de traite rotative ne peut pas du tout être agrandie après construction. Elle nécessite une infra-structure imposante en maçonnerie et en charpente. Il est donc important de bien réfléchir à sa dimension et éventuellement d'anticiper sur l'évolution de la taille du troupeau.

III.6.1 Plate-forme pour les vaches

La plate-forme pour les vaches est une autre composante pour laquelle il est avantageux d'utiliser du caoutchouc. En effet, les vaches doivent non seulement s'y tenir debout, mais elles ont souvent à effectuer des virages serrés à la sortie. Quand les vaches doivent faire un virage, il est préférable qu'elles aient à franchir deux virages à 90° plutôt qu'un seul à 180°. La plate-forme devrait être en pente à partir de la fosse de traite vers le mur pour faciliter le nettoyage et l'écoulement. (House, 2018).

III.6.2 La fosse de traite

III.6.2.1 Dans La roto intérieure

Il existe trois conceptions différentes

1/ La fosse de traite est enterrée

Les vaches circulent de plain-pied et le trayeur accède à la Fosse soit par-dessus, soit par-dessous la plate-forme (passage Souterrain).

C'est la conception la plus courante, mais elle nécessite d'importants travaux et une fosse de traite circulaire. Sur le pourtour il est prévu un couloir de circulation plus ou moins large suivant son utilisation : 1,50 m s'il faut y passer avec des bidons de lait, 0,50 à 0,70 m pour un simple passage d'homme. Ce couloir doit être adapté à l'usage des locaux situés autour du roto. (SEITE et al, 2011).

2/ Simple plate-forme sur laquelle est posée la roto

Les vaches y accèdent soit par différence de niveau entre l'aire d'attente et le bloc traite, soit en aménageant une rampe d'accès à l'entrée et à la sortie. C'est Une conception plus simple et moins coûteuse, mais qu'il faut adapter au terrain. (SEITE et al, 2011)

3/ Un local circulaire qui s'adapte directement à la machine

La construction circulaire n'est pas simple à réaliser, mais l'ensemble de l'espace y est bien valorisé. (SEITE et al, 2011)

III.6.2.2 La roto extérieure

Il est toujours conçu de plain-pied pour le trayeur. Cependant, il faut tenir compte des poteaux d'ancrage de la lisse arrière positionnés entre 1 m et 1,50 m du bord extérieur de la plate-forme. Cet espace permet le passage du trayeur (chemin de ronde). Les vaches peuvent être de plain-pied ou emprunter une rampe. (SEITE et al ,2011)

III.6.3 Profondeur de la fosse de traite

La profondeur recommandée pour la fosse de traite dépend de la grandeur du préposé à la traite et de la conception de la salle. Les préposés ne devraient pas avoir à se pencher ou à se courber durant la traite. Les fosses plus profondes permettent de mieux voir le pis et en facilitent l'accès. La zone de travail idéale se situe entre le coude et l'épaule, soit sur une longueur d'environ 30,5 cm (12 po). Le bas du pis devrait être situé entre ces deux points quand le préposé est en position confortable. Les coudes du préposé à la traite ne devraient pas être en contact avec la plate-forme où se trouve la vache (**House, 2018**).

Certaines fosses sont pourvues de planchers à hauteur réglable. Ce mécanisme est utile aux endroits où des préposés de grandeur différente utilisent la salle de traite. Les préposés qui utilisent des planchers à hauteur réglable signalent que le fait de monter la hauteur du plancher au milieu de la traite contribue à réduire la fatigue. (**House, 2018**).

III.6.4 La hauteur du quai

Pour que la traite se fasse en sécurité et de façon ergonomique. Dans le cas de trayeurs avec de grands écarts de taille il peut être intéressant d'installer un plancher mobile répondant aux besoins des différents intervenants sur le poste traite (**MSA.2017**)

III.6.5 La largeur du plancher

Il est souhaitable de prévoir un plancher d'au moins 1.50 m de large pour un espace de travail suffisamment confortable, seul ou à 2. En effet la présence d'un 2ème trayeur entraîne un besoin d'espace pour se croiser (mise en place des faisceaux, lavage, traite sur pot...) (**MSA, 2017**).

Lorsque le trayeur alterne selon la traite (par exemple l'homme le matin et la femme le soir) et il est possible d'équiper la fosse de traite d'un plancher mobile qui se règle à la hauteur du trayeur présent. (**BILLON et al, 2009**).

III.6.6 La longueur du plancher

La longueur du plancher mobile doit prendre en compte le déplacement du trayeur dans son activité. L'organisation de la traite (lavage des trayons et branchement, par exemple) va déterminer la dimension du plancher à prévoir. Exemple : la longueur du plancher doit permettre le

déplacement du trayeur sur une longueur d'au moins 4 postes pour le lavage et le branchement, soit environ 5 m de longueur. (MSA, 2017).

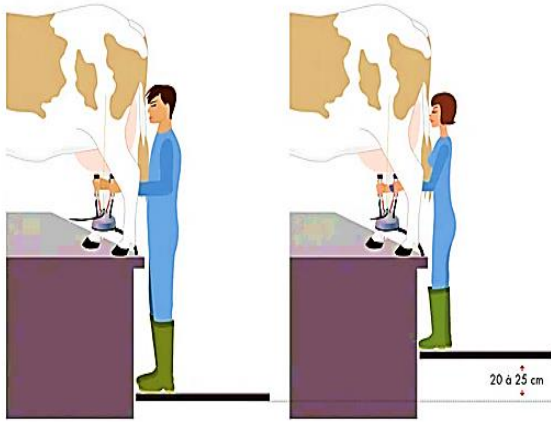


Figure 23 : fond de Foss amovible permettant une bonne position de travail pour deux trayeurs de taille différents. (BILLON *et al*, 2009).

Figure 24 : fond de Foss amovible réglable en fonction de la taille de chaque trayeur (BILLON *et al*, 2009).

III.6.6.1 Plage et hauteur de réglage du plancher

Une plage de variation d'environ +/- 15 cm permet une adaptation optimale du trayeur par rapport à la hauteur du manège et des mamelles. (MSA, 2017).

En roto extérieur il est possible de placer un plancher mobile sur l'espace de travail du trayeur (SEITE *et al*, 2011).

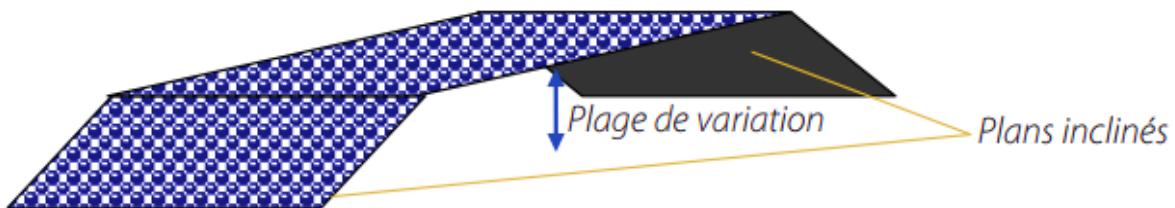


Figure 25 : Plage de réglage du plancher (MSA,2019)

III.7 Circulation des animaux

III.7.1 Accès à la salle de traite

La pose d'une rampe à l'extrémité de la fosse de traite facilite l'entrée dans l'aire d'attente. Toutefois, les vaches ont l'impression que la taille du préposé augmente à mesure qu'elles gravissent la rampe, ce qui peut les effrayer. Certains producteurs estiment par ailleurs que ce n'est pas une bonne idée d'entrer trop souvent dans l'aire d'attente ; ils préfèrent donc que l'accès s'y fasse par une échelle ou des marches, au lieu d'une rampe, pour ne pas inciter les préposés à y entrer. Les vaches vont « entraîner » les préposés à venir les chercher. (House, 2018).

III.7.2 L'entrée des vaches

La circulation des vaches est un élément important pour un bon déroulement de la traite en roto. Elle influence le temps de traite et le confort de travail et doit se faire en continu. (SEITE, 2011).

Pour limiter les interventions de l'éleveur pendant la traite il faut :

Une aire attente plutôt en longueur avec un effet entonnoir vers l'entrée de la roto.

Un couloir spécifique avec une paroi de séparation ajoutée de 15 cm en partie basse pour visualiser les animaux : 3,00 à 3,50m en roto intérieur et 2m en roto extérieur.

Une barrière poussante

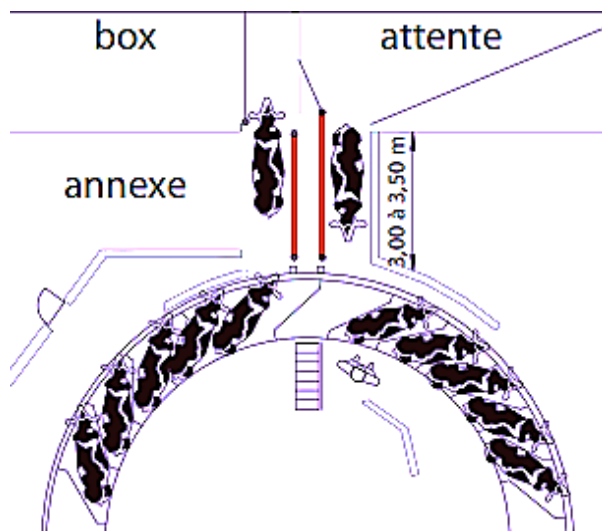


Figure 26 : Circulation en roto intérieur (SEITE, 2011).

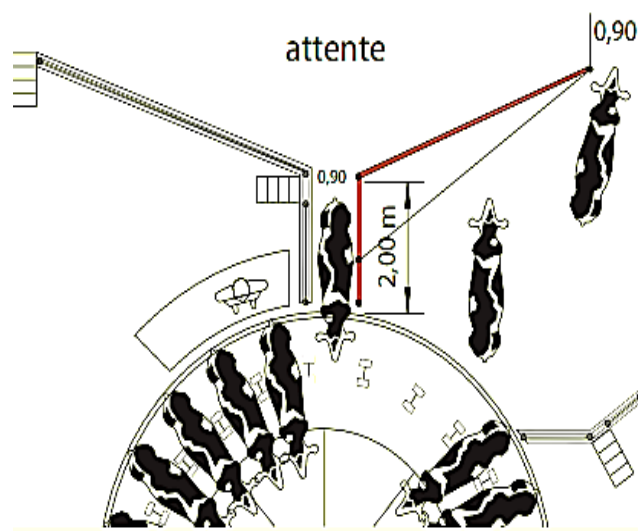


Figure 27 : Circulation en roto extérieur (SEITE, 2011)

III.7.3 Sortie des vaches et couloir de retour

La sortie des vaches de la salle de traite représente un élément essentiel pour la conception d'un bloc de traite. La circulation des vaches doit être optimale jusqu'à leur retour dans la stabulation **(BILLON et al, 2009)**.

Selon **(CATTLE, 2014)** L'éclairage du couloir de retour doit être suffisant et uniforme. En effet, les vaches n'apprécient pas le contraste entre des quais de traite bien éclairés et la pénombre du couloir de retour. L'éclairage dans l'aires d'attente et couloirs : 200 lux **(MARCEL et STEVE ,2021)**

Une largeur du couloir de retour de 2.40 m est requise pour permettre aux vaches de s'avancer et ensuite de pivoter pour rejoindre les zones de repos. Si le couloir est trop étroit, l'espace est trop exigü pour que les vaches puissent quitter rapidement la salle de traite. Par contre, si l'espace est trop spacieux, il donne aux vaches la possibilité de s'y attarder plutôt que de quitter la salle de traite **(CATTLE, 2014)**.

En roto intérieur, la sortie pose peu de problèmes. Il faut éviter un angle trop aigu (inférieur à 50°). En roto extérieur, la vache doit reculer et exécuter un demi-tour, ce qui nécessite un espace équivalent à 3 à 4 places sur la roto.

Selon **(SEITE, 2011)**. La sortie est située à l'opposé du trayeur, il ne peut donc intervenir et Pour faciliter cette sortie, la plupart des installateurs positionnent un ou plusieurs mécanismes : (Jet d'eau, tapis suspendu...) qui obligent l'animal à reculer.

Il est également possible de jouer sur les pentes en sortie de roto pour favoriser le dégagement de la vache : à plat (faible pente 1 à 2 %) juste derrière le quai et ensuite une pente plus importante (3 à 5 %) pour que la vache sorte rapidement.

III.8 Circulation des personnes

III.8.1 En roto intérieur

Les accès entre la laiterie et l'espace de traite ou avec l'aire d'attente sont souvent compliqués.

Il faut prévoir entre le couloir d'entrée et le couloir de sortie des vaches, un passage pour la circulation des personnes (largeur : 50 cm minimum). **(SEITE, 2011)**.

En roto-herringbone, la configuration des accès entre la laiterie et de salle de traite et de l'aire d'attente peut poser problème. Elle oblige le trayeur à faire beaucoup d'efforts. On conséquences, certains éleveurs optent pour un tunnel passant sous la plate-forme qui permet un accès à

l'installation sans contrainte en cours de traite (figure 27). Cette solution implique plus de travaux de maçonnerie et est aussi plus onéreuse (BILLON *et al*, 2009).



Figure 28 : L'accès à l'intérieur d'un roto-herringbone par un tunnel. (BILLON *et al*, 2009)

Dans de nombreuses situations, un simple aménagement au niveau des stalles permet le passage en montant sur la plate-forme et en descendant par un escalier ou un marchepied, mais ce passage est condamné pendant la traite figure. (BILLON *et al*, 2009)



Figure 29 : l'accès à l'extérieur d'un toto-herringbone par un escalier

III.8.2 En roto extérieur

L'éleveur travaille de plain-pied. Il a accès directement à la laiterie et aux annexes. Par contre L'accès au parc d'attente se fait par un escalier. Il faut prévoir des passages d'homme pour l'accès aux boxes d'isolement. (SEITE, 2011).

Plus que pour les autres modèles, l'installation d'un lactoduc secondaire pour le tri du lait (ou tout autre dispositif) (FIGURE 29) se justifie pour les salles de traite rotative, notamment les modèles herringbone car elle permet d'éviter de transporter de charge en passant par des escaliers. (BILLON et al ,2009).



Figure 30: un lactoduc secondaire dans un Roto-radial (BILLON et al, 2009)

III.9 Système rotatif et impact sur la santé du trayeur

Le système rotatif est utilisé avec une cadence de traite plus importante qu'en salle de traite classique, avec environ 100 à 120 vaches à l'heure. Néanmoins, l'éleveur a toujours la possibilité de diminuer la vitesse de rotation du manège. Il est important de trouver un compromis acceptable entre la capacité de l'homme, la vitesse et la durée de traite. (MSA, 2017)

III.9 .1 Ergonomie du poste de travail

1/ Accès et accessibilité aux mamelles

La zone de travail optimale est définie par la morphologie du trayeur, par la conception de la salle de traite et par le montage des éléments de contention (figure30) (BILLON et al, 2009).

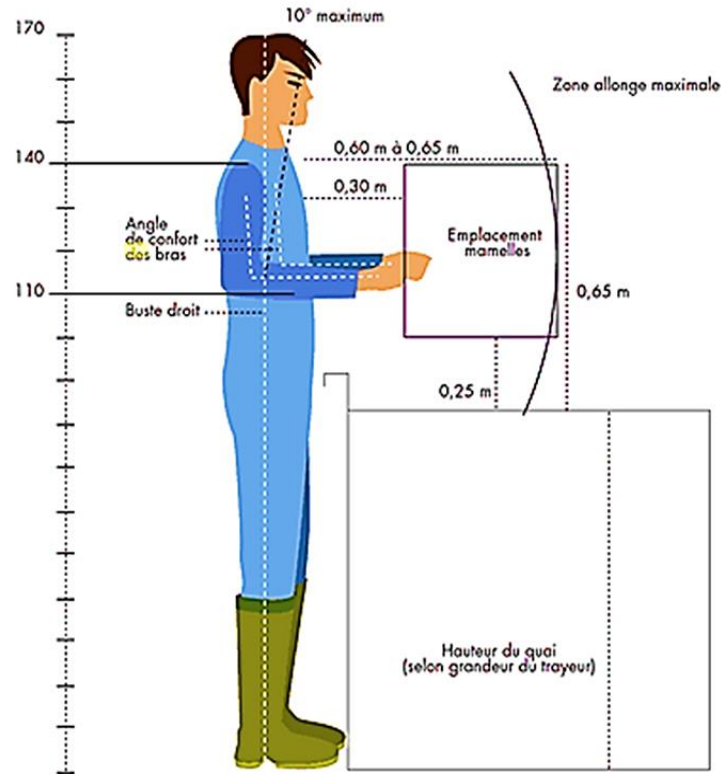


Figure 31 : distance d'accès des mamelles par le trayeur.

L'espace de travail confortable pour un trayeur appuyé sur la bordure de quai se situe face à lui à une distance mesurant, en moyenne selon les sujets entre 0,25 et 0,60 m. en tolérant une déviation maximale de l'axe de la corp de 10° (le trayeur peut se pencher un peu en avant en restant dans une position confortable à condition que cela ne soit que passager) celle distance d'accès peut aller jusqu'à 0,75 m. (BILLON et al,2009).

2/ Posture de travail

Lors de la traite, évitez de positionner les bras au-dessus du cœur. Respectez le plus possible les zones de confort définies ci-dessous, car il y a un risque accru de troubles musculo squelettiques, d'augmentation du rythme cardiaque, de fatigabilité supplémentaire. (MSA.2019)

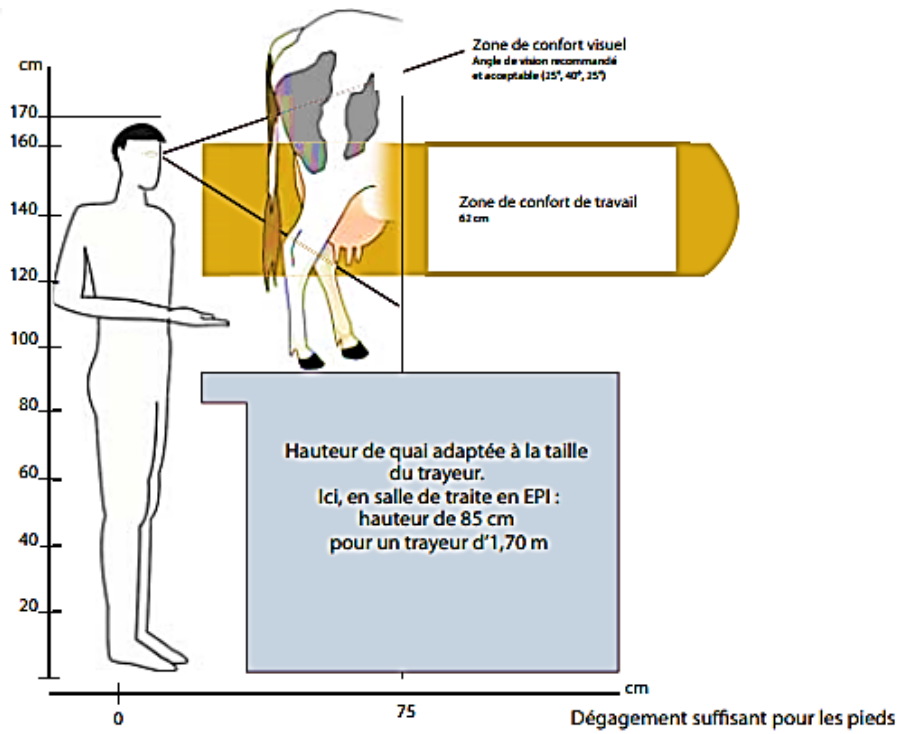


Figure 32 : la position du bras des trayeurs lors la traite

Conclusion

La mécanisation de la traite apparait donc comme un des principaux leviers d'aide au développement de la production laitière durant l'histoire et encore aujourd'hui dans le monde où certaines races ne sont que peu à pas exploitées en dehors d'un élevage familial vivrier (Yack, Rennes, petits camélidés sud-américains...). Bien évidemment elle doit s'accompagner de conduites de traites adaptées et d'un minimum de sélection des animaux pour leur meilleure aptitude à ces conduites et outils de traite, mais il s'agit d'un levier majeur. La contribution à un travail moins pénible, moins long et contraignant, plus valorisant aussi et surtout à la production d'un lait de meilleure et homogène qualité est tout aussi évidente et témoigne de l'effet de levier positif de cette mécanisation. On peut aussi voir que, jusqu'à l'instauration de la traite robotisée, la mécanisation fut facteur de développement et/ou de maintien voire de survie de l'activité de producteur laitier mais n'a pas réellement détruit d'emploi car la base d'élevage reste demandeuse. Avec l'accroissement de la demande alimentaire mondiale son avenir est donc assuré.

Aujourd'hui la traite, bien que pas la seule en cause dans ces problèmes, reste encore un facteur limitant pour la qualité du lait produit qui n'est toujours pas optimale pour la sécurité alimentaire et la santé animale (laits contaminés, mammites et résidus d'antibiotiques ou bactéries résistantes...). Mais heureusement car grâce à ces nouvelles barrières à franchir, la traite continue à évoluer aujourd'hui grâce aux nouvelles technologies. Ses progrès serviront les futurs développements grâce à plus d'adaptabilité des matériels, plus de portabilité, d'efficacités, de contrôles en lignes, d'aides à l'éleveur pour la conduite de son élevage mais aussi grâce à des coûts maîtrisés d'accès à ces technologies.

Le nombre d'exploitations équipées d'une salle de traite rotative En Algérie a commencé au cours des dernières années (une salle à Ghardaïa non opérationnelle). L'introduction de ce type de salle de traite a d'importantes répercussions sur la ferme et influe sur tous les aspects de la production laitière. Parmi les aspects importants à considérer, notons la qualité du lait, la gestion, l'aménagement de l'étable et le pâturage et Le nombre élevé de vaches traitées à l'heure.

Depuis, ces salles, de plus en plus automatisées et, pour une partie d'entre elles, de plus en plus grandes permettent de s'adapter à des troupeaux eux aussi devenu énormes mais elles restent coûteuses à l'achat et entretien.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

A

ABIS, A., BLANC, P, LERIN, F., MEZOUAGHI, M. (coords.). 2009. *Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord.* Paris: CIHEAM, 238 p. (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 64).

ABOUTAYEB, R., 2009. Technologie du lait et dérivés laitiers. http://www.azaquar.com/iaa/index.php cible la laiterie_01).

AGABRIEL, C., COULON, J.B., JOURNAL, C., DE RANCOURT, B. 2001. Evolution de la composition chimique de troupeaux de cinq systèmes de production du Massif Central. INRA. Prod. anim. 14, 119-128.p

ALAIS, C. 1984. Science du lait: Principes des techniques laitières. IVème édition. Paris, Ed. SEPAIC.814 p

ALAIS, C., (1984). Science du lait. Principes de techniques laitière. 3ème édition, Ed publicité France. Pp 431 sl paris.

AMIOT, J., FOURNER, S., LEBEUF Y., PAQUIN P., SIMPSON, R., ET TURGEON, H., 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait Transformation du lait, Ecole polytechnique de Montréal, ISBN:3 -25-29

ANONYME1, 2017. Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (BNEDER) Ministère d'Agriculture et de Développement Rural (MADR). DATA non publié.

ANONYME, 2019. SIAG Forum Algérien de la filière Lait du 27 à 30 mars 2019 Oran <https://www.algerie360.com/un-forum-dedie-a-lunivers-du-lait-et-ses-derives-le-27-mars-2019-a-oran/> http://www.siagonline.com/?page_id=2477

AMSTALDEN, M., & Williams, G. L. 2015. Neuroendocrine Control of Estrus and Ovulation. Bovine Reproduction: 203-218 archive ouverte des publications du cirade production animal ; 2019

B

BARRETT, D. 2011. DAIRY: Outlook to 2015-16. *Australian commodities*, vol. 18, n. 1, March quarter 2011, pp. 88-96.

BARONE, R., 2001. Anatomie comparée des mammifères domestiques, tome 4, 3ème édition

Ed. Vigot

BELHADIA M A, KOUACHE B , YKHLEF H, BOURBOUZE, DJERMOUN A 2007:

Caractérisation de l'élevage bovin laitier des plaines du haut chellif. Etude du fonctionnement de quelques exploitations laitières. Séminaire : filere lait en Algérie, technologie et commercialisation UHB CHLEF 2007.

BELHADIA, M. 2016. Stratégie des producteurs laitiers et redéploiement de la filière lait, dans les plaines du Haut Chellif: formaliser l'informel. Thèse de doctorat Es-Sciences Ecole Nationale Supérieure Agronomique, ENSA.Alger .282 p.

BELMAMOUN AHMED REDA Étude microbiologique, épidémiologique et antibiorésistance du *Staphylococcus aureus* dans le lait de vache atteinte de mammite. 2016

BENCHARIF, A., BELKAHIA, K. 2009. Les technopôles agroalimentaires dans les pays du Maghreb: opportunités et spécificités. In: Abis, S., Blanc, P., Lerin, F., Mezouaghi, M. (Coords). *Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord*. Paris: CIHEAM, p. 233- 238 (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 64).

BILLON, SAUVEE., CORBET, LECLERC., MENARD, et TROBOA., 2009. La traite des vaches laitières matérielles installations entretien, institut de l'élevage édition : France agricole

BOUCHARD. DAMIEN, 2013, Préparée à l'unité de recherche UMR 1253 STLO

BELAGOUN Khadidja ,MAALLEM Norelhouda, GHOUL Abir,(2021), La Traite et son Impact sur la Production Laitière chez la Vache

Bruno GAUTIER, (28 janvier 2011) ; La salle de traite rotative est particulièrement adaptée pour les grands troupeaux .

<https://www.agriculteur-normand.com/la-salle-de-traite-rotative-est-particulierement-adaptee-pour-les-grands-troupeaux>

BOURGEOIS, C. M., MESCLE, J.F., ZUCCA, J. 1996. Microbiologie alimentaire, Lavoisier Tec et Doc, Paris.672 p.

BOUSQUET JEAN DJIANE, 2000, Biosynthèse du lait : régulations hormonales, INRA Unité de Biologie cellulaire et Moléculaire 78352 Jouy-enJosas Cedex.

BROUILLET, P., FEDERICI, C., DUREL, L., 2003. L'examen des trayons : les lésions liées à la traite Proceeding GTV Nantes, 333-338.

C

CAPON SYLVAIN Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I (Médecine - Pharmacie) et soutenue publiquement le 2010 pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

CAUTY.I. ET PERREAU.J.M., 2003. La conduite du troupeau laitier. ED. France Agricole, Paris.

Cauty, I., & Perreau, J. M. (2009). La conduite du troupeau bovin laitier. France Agricole Editions.

CAMILLE CRAPLET ,MICHEL THIBIER (1973). Traite d'élevage moderne c.craplet tomeV. La vache laitier vigot frareg paris. Reproduction – Génétique alimentation habitat grandes maladies. Editions vigot frères 23 rue de l'école de medcine Paris VI 1973

CHARTON.CLEMENTINE, 2017, Caractérisation de l'adaptation de la glande mammaire

Cattle Housing, josi FLABA, heiko GEORD, robert E.GRAVES , joop LESINK , jim LOYNES tom RYAN Ludo VAN CAENEGEM (2014), « Recommandation internationales pour le logement de la vaches laitière et de la génisse de remplacement » groupe de travail n14 (deuxième section).

CONSTANT (2014). Les mammites : introduction, immunité et germes pathogènes, Cours magistral. Ecole Nationale Veterinaire d'Alfort, Unitepedagogique de production laitiere, p 39.

D

DAIRY HERD MANAGEMENT. 2015. GAIN reports 2015: Algeria's dairy growth a priority, November 2, 2015. <https://www.dairyherd.com/article/gain-reports-2015-algerias-dairy-growthpriority>

DSA, 2021 - 2022

DUMAS EMMANUEL Présentée à l'UNIVERSITE CLAUDE-BERNARD - LYON I (Médecine - Pharmacie) et soutenue publiquement le 2004 pour obtenir le grade de Docteur Vétérinaire

Dahdouh, Amira, GUETTOUCHE, Amira(2020), Contribution a l'étude de l'élevage bovin laitier dans la wilaya de M'sila

Douphrate, D. I., Nonnenmann, M. W., & Rosecrance, J. C. (2009). Ergonomics in industrialized dairy operations. *Journal of agromedicine*, 14(4), 406-412.

E

ECO-ALGERIE, 2014.<https://www.algerie360.com/lalgerie-importe-17-du-marche-mondial-dulait-en-poudre/>

ERIN, F., MEZOUAGHI, M. (coords.). 2009. *Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord*. Paris: CIHEAM, 238 p. (Options Méditerranéennes: Série B.Etudes et Recherches; n. 64).

F

FAO/ OCDE, 2016. Milk and Milk Products. July 2016, Weekly Newsletter.

FAYE, B., LOISEAU, G. 2002. Sources de contamination dans les filières laitières et exemples de démarches qualité. Actes atelier international. Gestion de la sécurité des aliments dans les pays en développement, Montpellier, France, 11-13 déc. 2000. Montpellier, France, Cirad.5 p

France Agricole, 2017. 35 457 kg de lait... en 365 jours.
<https://www.lafranceagricole.fr/actualites/elevage/record-35457kg-de-lait-en-365-jours-1,2,2227236397.html>

FRANDSON, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. 2009. Anatomy and physiology of farm animals: John Wiley & Sons

FRANWORTHE, E., MAINVILLE, I. 2010. Les produits laitiers fermentés et leur potentiel thérapeutique, Centre de recherche et de développement sur les aliments, Saint-Hyacinthe.
<http://www.dos.transf.edwa.pdf>

G

GABLI .A. 2005. Etude cinétique des cellules somatiques dans le lait des vaches atteintes de mammites et de vaches saines. Thèse Doctorat. Université Constantine.

GAYRARD V., 2007. Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole nationale vétérinaire, France, 198p

GAUDIN, V., BILLON, P., et SAUVEE, O. 1998 ; Choisir une salle de traite efficace et confortable. Rencontres auteur des recherches sur les ruminants, 1998, p. 321-326.

Gansow, M., Kauke, M., Savary, P., Hoehne-Hückstädt, U., & Schick, M. (2013). Analyse und Bewertung von Arbeitsbelastungen während Melkroutinen in verschiedenen Melkstandtypen. *4. Täglicher Melktechniktagung*, 49.

GHOZLANE, F., YEKHLEF, H., YAICI, S. 2003. Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitiers en Algérie. Anale de l'institut national agronomique. ELHarrach, Vol. 24. N1 et 2, 2003.

GIVAPRO, 2019 ; les investissements dans le secteur agricole .MADR

H

HANZEN Ch (2008). Physiologie de la glande mammaire et du trayon de la vache laitière, faculté de médecine vétérinaire Service de Thériogenologie des animaux de production Année

HANZEN. Ch. 2010. Lait et production laitière. Maroc

HANZEN, C. 2015.Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire .Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites.

House.H, Juin 2015 ; conception et construction d'un centre de traite en fonction de la salle de traite. Dernière révision Novembre,2018

<http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/15-022.htm>

Hogeveen, H., van der Vorst, Y., de Koning, C., & Slaghuis, B. (2001, October). Concepts et implications de la traite automatisée. In *Symposium sur les bovines laitiers* (pp. 104-120).

I

ITELV, 2015. Institut Technique des Elevages. Baba Ali. Alger. Bulletin infos élevage n°6, publié 29 avril 2015.

J

JAMMES H., DJIANE J., 1988. Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. Rv : INRA Prod Anim. 1988,

K

KACIMI, EL HASSANI. 2013. La dépendance alimentaire en Algérie: importation de lait en poudre versus production locale, quelle évolution? Mediterranean Journal Of Social Sciences Vol 4, N°11, 152-158.

KHARZAT, B. 2006. Essai d'évaluation de la politique laitière en perspective de l'adhésion de l'Algérie à l'organisation mondiale du commerce et à la zone de libre-échange avec l'union européenne. Mémoire de magister I.N.A., Alger, 114 p.

L

LAURIANNE F, 2015. Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière ?. Thèse Doctorat. Université Claude-Bernard - Lyon I.

LE BULLETIN DES AGRICULTEURS, 2017. Production laitière record aux États-Unis par Marie-josée Parent. Publié 28 juillet 2017.

L'ECONOMIE LAITIERE EN CHIFFRES, 2018. 197 p.

M

MADR, 2018. Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Statistiques agricoles 2018 <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>

Marcel Thiboutot Steve Adam, agronome (Février 2021) Aménagement et Conception d'un bon système de traite (étable existante)

MAKHLOUF, M., 2017. Performance de la filière laitière locale par le renforcement de la coordination contractuelle entre les acteurs: Cas de la Wilaya de Tizi-Ouzou-Algérie. Thèse de Doctorat. Option: Economie Rurale. Université Mouloud Mammeri –Tizi-Ouzou. 345 p.

MANSOUR, L. M. 2015. Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse de doctorat Es Sciences Option : production animale. Université Ferhat Abbas Sétif. 190 p.

MARGUET.MARTIAL , 2009, traite des vaches laitières : matériel, installation, entretien

MATHIEU J, 1998. Initiation à la physico-chimie de lait. Paris

MEHDID.B. 2016. Caractérisation morphométrique de deux races bovines locales, biothèque d'ADN et typologie de l'élevage bovin local au niveau de la Wilaya de Tlemcen. Mémoire de Master En Génétique : Gestion et amélioration et ressources biologiques. Université de Tlemcen. 80 p.

MICHEL, (2018). Institut Babcock, pour la recherche et le développement international de secteur laitier, université Wisconsin à Madison

MOUBUCHON, 2015. impacts des microARNs sur la lactation et la régulation nutritionnelle de leur expression dans la glande mammaire. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, Français.

O

OUAKLI, T., YAKHLEF, H. 2003. Performances et modalités de production laitière dans la Mitidja. Annales de la recherche agronomique INRAA; N°6, 32 p.

P

PAL, M. 2012. Hygienic aspects of various milk products. Ph.D. Lecture Notes. Faculty of Veterinary Medicine, Addis Ababa University, Debre Zeit, Ethiopia. Pp.1-7

PANDEY, G.S, VOSKUIL, G.C.J. 2011. Manuel on Milk safety, for dairy extension workers and dairy farmers. 52 p

PIEL-DESRUISSEAU, Jean. "L'organisation du travail de traite des vaches." *Annales de la nutrition et de l'alimentation*. CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE, 1966

Philippe Favardin, Christine Leroux, René Baumont. (2013). la vache et le lait : numéro spécial intra

Poulet, J., louis, R., 2015. fonctionnement d'une installation de traite en 3 notions et en 20 termes normé, 2-3 p.

R

Remy, D, 2010 .les mammites guide France agricole. Sciences et Technologies du Lait et l'oeuf INRA-AGROCAMPUS OUEST, ecole doctorat vas , THÈSE / UNIVERSITÉ DE RENNES 1

Reinemann, D. J. (2019). Milking machines and milking parlors. In *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* (pp. 225-243). Academic Press.

RUCKEBUSCH, Pierre. LE ROBOT LAITIER : Dossier d'Agriculture de Précision. 2019.
Thèse de doctorat. UniLaSalle, Chaire Agro-Machinisme et Nouvelles Technologies.

S

SIEFAD ,At: Djeba (December 2014) , TUNISIE ,La traite mécanique et le développement de la production laitière (machine milking and milk production development

SENGER, P. L. 2005. The parturition and lactation : Pathways to Pregnancy and Parturition, 2nd revised edition, Current Conceptions, Inc., Washington:343.

SERIEYS F., 1997. Le tarissement des vaches laitières. ED. France Agricole. ; 224p

SIMON BULTERY IDEWE2011. La salle de traite arrière Bonne pratique agricole : prévention des troubles musculo squelettiques, en collaboration avec les partenaires sociaux

SEITE, Y., HUNEAU, T., GAUTIER, B., FOISNON, O., COUTANT, S, & CHARLERY, J. (2011). Concevoir et installer une salle de traite rotative. *Rencontres autour des recherches sur les ruminants*, (18).

SOLTNER, (1993). La reproduction des animaux d'élevages, bovins –chevaux-ovins-caprins-porcins-volailles-poissons, collections sciences et techniques agricoles, zootechnie générale tome 1 édition N°=2

SOLTNER D, 1993. Zootechnie générale, 2eme édition. Paris : Alfos

SOUSTRE, Y. 2008. Histoire, sociologie et image du lait. [En ligne], site du Centre National Interprofessionnel de l'Economie Laitière (CNIEL), Septembre 2008, Hors-série n°2, http://www.cniel.com/publicat/Questions_sur/pdf/QS_HS2.pdf

ANNEXES

Type d'installation	Avantage du système	Limites du système
La traite par l'arrière (TPA)	Meilleure contention des vaches, peu de coups de pattes, meilleure sécurité Sortie rapide des animaux Moins de longueur de tuyaux pour les griffes.	Surface à nettoyer importante. Difficulté d'identification des animaux Moins de visibilité de la mamelle (accès étroit entre les pattes).la barre de fesse et pare-bouse réduisent la visibilité.
Salle de traite en Epi 30° (classique)	Quais et stalles sinusoïdales : bonne alternative aux mauvaises postures : moins de torsion du bassin, bon accès et bonne visibilité de la mamelle.	Dans un système classique (quais et stalles droites), les torsions du dos sont nombreuses et le risque de coup de pattes importants
Salle de traite en Epi 50°	Système simple, nécessitant peu d'entretien Salle de traite moins longue d'où une réduction des déplacements et une vitesse de nettoyage plus élevée.	Faible accès à la mamelle Utilisation de protection (peu appréciées en été) Torsion du bassin pour accéder à la mamelle
Salle de traite tandem	Approche individuelle, accessibilité et visibilité du pis	Plus d'espace nécessaire et approche latérale des vaches
Salle de traite rotative	Capacité la plus importante, Parcours optimal Les vaches peuvent être orientées vers l'intérieur ou l'extérieur.	Prend beaucoup de place.

Nmbr de postes en Salle de traite classique	Cadences horaires (Vaches traité/h)	Nmbr de postes dans Un carrousel	Cadences horaires (Vaches traité/h)
2 × 6 p	55	18	83
2 × 8 p	70	24	110
2 × 10 p	80	28	129
2 × 12 p	85	32	147
Moyenne	<u>72</u>		<u>117</u>
Déférence	45 vaches /heur		

Un aperçu du système de traite rotative

