

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques département  
d'Agronomie.



## Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Production Animale

## SUJET

**Impact de l'alimentation sur les performances  
de reproduction chez les ruminants (Bovins,  
Ovins, Caprins) « Synthèse bibliographique ».**

Présenté par :

M<sup>lle</sup> BOULKHIR Kahina

Soutenu le : 21/12/2020

**Jury :**

Présidente : Mlle CHOUGAR S.

MCCB

UMM.T.O

Encadreur : M<sup>r</sup> REZZIK H.

MACB

UMM.T.O

Examinatrice : Mme DJOUBERT F.

MACA

UMM.T.O

Promotion : 2019/2020

## REMERCIEMENT

*Je remercie tous premièrement Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience, qu'il m'a donné durant toute ces longues années. Pour arriver ce jour-là à accomplir mes études supérieures et pouvoir réaliser ce travail de fin d'étude.*

*Je tiens également à exprimer mes sincères remerciements à mon promoteur M<sup>R</sup> REZZIK Hocine, pour avoir accepté de diriger ce travail.*

*J'adresse mes vifs remerciements aux membres de jury :*

*M<sup>LLE</sup> CHOUGARS. présidente du jury et Mme DJOUBERT F.*

*Qui mon fait l'honneur d'accepter de juger ce travail.*

*Je remercie vivement toute personne qui m'a aidée à élaborer et réaliser ce mémoire ; ainsi à tous ceux qui m'ont aidés de près ou de loin pour réussir mon mémoire.*

*Je remercie également tous les enseignants et le chef du département des sciences agronomiques.*

*En fin je remercie tous mes amis et collègues pour le soutien moral.*

## *DEDICACE*

*Ce travail est dédié :*

*A mes parents,*

*Qui aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et mes sentiments.  
Pour l'amour, l'attention et les sacrifices consentis grand merci, longue vie et  
santé je vous aime « papa et maman »*

*A mes frères :*

*FARID, SLIMANE, SAMIR, ALI et mon petit frère YOUSEF.*

*A mes Sœurs :*

*OUARDIA et SAFIA et leurs enfants ; THINHINANE, INES ma petite  
SYLLA, MOUMOUH et JUGURIA.*

*« Que notre solidarité fraternelle et le respect mutuelle que nous cultivons depuis  
toujours ne disparaît jamais. »*

*Je le dédié également à mes beau-frère : KARIM et AREZZKI*

*A mes amies : SABRINA, THIZIRI, KATIA, YASMINE, THILELLI et  
KENZA merci d'être à mes côtés et de me soutenir.*

*Pour toute la famille BOULKHIR,*

*Ainsi toute la promotion de production animale UMMIO*

## Résumé :

Dans le but de déterminer l'impact de l'alimentation sur les performances de la reproduction chez les ruminants (bovins, ovins et caprins), nous avons effectué une recherche bibliographique dont nous synthétisons ce qui suit :

L'alimentation représente un facteur économique important dans les élevages Bovins, Ovins et Caprins, elle retient fortement sur les performances de reproduction chez les animaux. Elle est responsable à 60% des troubles de fertilité. La disponibilité alimentaire et les variations climatiques constituent un handicap majeur pour le développement de l'élevage. Le contrôle de la nutrition chez les ruminants se fait par différents outils tels que (note d'état corporel, le profil métabolique, la leptine et l'urée), la connaissance de ces outils permet à mieux gérer la nutrition des animaux en reproduction. Elle agit également sur toutes les étapes de la reproduction (puberté, cyclicité et chaleurs, saillie, gestation, tarissement, période peri-partum, post-partum et la lactation) ; alors que chez les mâles, l'alimentation affecte l'acquisition de l'âge à la puberté, la libido et la qualité du sperme. Une diminution des capacités reproductives des animaux fait recours au steaming et flushing à fin d'augmenter les apports énergétique chez les animaux en période de reproduction. L'impact de l'alimentation peut aussi être étudié à partir de ces composantes, l'énergie, les protéines, les minéraux majeurs, les oligo-éléments et vitamines. Il convient d'éviter les carences que les excès de chaque composante. L'alimentation est l'élément majeur qui détermine le niveau des performances de reproduction observé.

**Mots clés :** Alimentation, reproduction, Ruminants

## Abstract :

In order to determine the impact of diet on reproductive performance in ruminants (cattle, sheep and goats), we carried out a literature search from which we synthesized the following:

Feed is an important economic factor in Cattle, Sheep and Goat farms; it has a strong impact on reproductive performance in animals. It is responsible for 60% of fertility disorders. Food availability and climatic variations constitute a major handicap for the development of livestock farming. Various tools such as (body condition score, metabolic profile, leptin and urea) do the control of nutrition in ruminants; knowledge of these tools allows better management of the nutrition of breeding animals. It also acts on all stages of reproduction (puberty, cyclicity and heat, mating, gestation, dryness, peri-partum, post-partum and lactation); while in males, diet affects the development of age at puberty, libido and sperm quality. A decrease in the reproductive capacities of animals uses steaming and flushing to increase energy intake in animals during the breeding season. The impact of food can also be studied from these components, energy, proteins, major minerals, trace elements and vitamins. Both deficiencies and excesses of each component should be avoided. Diet is the major element that determines the level of reproductive performance observed.

**Keywords:** Food, reproduction, Ruminants

## ملخص:

من أجل تحديد تأثير النظام الغذائي على الاداء التناسلي للحيوانات المجترة (الابقار والاعنام والماعز)، اجرينا بحثا ادبيا استخله

:

يعتبر الغذاء عاملا اقتصاديا مهما في مزارع الابقار والاعنام والماعز، وله تأثير قوي على الاداء التناسلي للحيوانات. وهو مسؤول عن 60٪ من اضطرابات الخصوبة. يشكل توافر الغذاء والتغيرات المناخية عقبة رئيسية امام تنمية تربية الماشية. يتم التحكم في التغذية عند الحيوانات المجترة من خلال طرق مختلفة مثل (حالة سمنة الجسم، الملف الابيض، اللبتين واليوريا)، تتيح معرفة هذه الطرق تسيير افضل لتغذية حيوانات التربية. كما انه يعمل على جميع مراحل التكاثر (البلوغ، والدورة والتيسير، والتزاوج، والغرز، والفترة المحيطة بالولادة، وبعد الولادة، والإرضاع)؛ بينما عند الذكور، يؤثر النظام الغذائي على بداية سن البلوغ، والرغبة الجنسية ونوعية الحيوانات المنوية. انخفاض القدرة التناسلية للحيوانات يستخدم التبخير والشطف لزيادة كمية الطاقة التي تستهلكها الحيوانات خلال موسم التكاثر. يمكن ايضا دراسة تأثير التغذية من خلال هذه المكونات منها الطاقة والبروتينات والمعادن الرئيسية والعناصر النادرة والفيتامينات. يجب تجنب كل من اوجه القصور والزيادة في كل مكون. النظام الغذائي هو العامل الرئيسي الذي يحدد مستوى الاداء الإنجابي الملاحظ.

**الكلمات المفتاحية:** الغذاء، التناسل، المجترات.

**Liste des abréviations :**

**NEC** : Note d'état corporel.

**g/l** : Gramme par litre.

**Mmole/l** : Mili mole par litre.

**GnRH**: Gonadotropin Releasing Hormone.

**LH**: Luteining Hormone.

**IGFs**: Insulin like-Growth Factor.

**DG** : Désoxy-glucose.

**GMQ** : Gain Moyen Quotidien.

**PV** : Poids Vif.

**V-IA** : Vêlage-Insémination Artificielle.

**IF** : Insémination fécondante.

**Iaf** : Insémination Artificielle fécondante.

**IV-C<sub>1</sub>** : Intervalle vêlage-première chaleur.

**IV-IA<sub>1</sub>** : Intervalle vêlage-Première Insémination Artificielle.

**TRIA<sub>1</sub>** : Taux de réussite à la première insémination artificielle.

**PAG(PSPB)** : Serum Pregnancy-Associated Glycoprotéine (Serum pregnancy specific protein B).

**eCG (PMSG)** : équine Chorionique Gonadotropin(Pregnancy Mare Serum Gonadotropin)

**EP F**: Early Pregnancy Factor.

**UFL** : Unité Fourragère Lait.

**PDI** : Protéines digestibles au niveau intestinal.

**BBB** : Blanc Bleu Belge.

**INRA** : Institut National De Recherche Agronomique.

**MS/J** : Matière Sèche par Jour.

**CAR** : Coefficient d'Absorption Réelle.

**Se** : Sélénium.

**PR** : Petit Ruminant.

**UGB** : Unité Gros Bétail.

**PgF<sub>2</sub> $\alpha$**  : Prostaglandine F2 Alpha.

**$\beta$ -HBA** : béta Hydroxy butyrate.

**mEq/l** : milliéquivalent par litre.

**μmol/l** : micromole par litre.

**AGNE** : Acide Gras Non Estérifier.

**ANP** : Azote Non Protéique.

**PDIA** : Protéine Digestible au niveau Intestinal d'Origine Alimentaire.

**PDIM** : Protéine Digestible au niveau Intestinal d'Origine Microbienne.

**SCN** : Staphylocoque coagulase négative.

**Kg/J** : Kilogramme par jour.

**DCG** : Déplacement de la caillette à gauche.

**BACA** : Balance alimentaire cation anion.

**NPY** : Neuropeptide Y.

**Mg/kg MS** : milligramme par kilogramme de matière sèche.

**Cm** : centimètre.

**L/J** : litre par Jour.

**Kg MS/J** : Kilogramme de matière sèche par jour.

**ABP** : Androgen Binding Protein.

**T-ABP** : Testostérone- Androgen Binding Protein.

**TP** : Taux protéique.

**TB** : Taux butyreux.

## Liste des figures.

**Figure N° 01:** Les quatre étapes de l'attribution d'une NEC par maniement de la région lombaire de la brebis.

**Figure N°02 :** La leptine, une hormone sécrétée par le tissu adipeux.

**Figure N°03 :** Cycle de l'azote dans l'organisme des ruminants.

**Figure N°04 :** Représentation Schématique des régulations hormonales de l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien chez la femelle.

**Figure N°05 :** Relations nutrition – reproduction: effet du déficit énergétique sur les métabolites et hormones impliquées dans la régulation de la fonction de reproduction.

**Figure N°06 :** La régulation photopériodique du cycle annuel de reproduction chez la brebis.

**Figure N°07 :** Action directe de la photopériode sur le cycle hormonal sexuel des brebis.

**Figure N°08 :** Changements hormonaux et ovariens durant le cycle œstral de la vache.

**Figure N°09 :** comportements sexuels du bélier.

**Figure N°10 :** Schéma représentatif du cycle œstral chez les brebis.

**Figure N°11 :** Notions de fertilité et de fécondité appliquées en élevage bovin laitier.

**Figure N°12 :** Mécanisme de maintien de la gestation.

**Figure N°13 :** Les méthodes de diagnostic de gestation chez la vache.

**Figure N°14 :** les phases du vêlage.

**Figure N°15 :** Illustration de quelques facteurs de risque des troubles métaboliques du post-partum.

**Figure N°16 :** Reprise du développement folliculaire chez le vache laitier postpartum.

**Figure N°17 :** courbe de lactation.

**Figure N°18 :** Evolution de l'équilibre énergétique, de la production laitière de l'ingestion et du poids vif durant les phases du cycle de lactation de la vache laitière.

**Figure N°19 :** Contrôle neuroendocrinien de l'appareil génital masculin.

**Figure N°20 :** Evolution de la circonférence scrotale (en cm) en fonction de l'âge des agneaux des deux lots.

**Figure N°21 :** (de gauche à droite) : Compositions en éléments nutritifs du corps d'un mouton et du lait de vache une fois l'eau enlevée.

**Figure N°22 :** Les facteurs de variations des besoins alimentaires.

## Liste des Tableaux :

**Tableau N°01** : Grilles d'évaluation simplifiées.

**Tableau N°02** : Grilles simplifié.

**Tableau N°04** : l'âge de la puberté chez les différentes espèces d'animaux domestiques.

**Tableau N°03** : synthèse des âges et poids à atteindre à la puberté en fonction des races.

**Tableau N°05** : Objectifs de fertilité.

**Tableau N°06** : variation de la durée de gestation en fonction des espèces.

**Tableau N°07** : Les recommandations en minéraux pour les vaches en période de tarissement et en périodes de transition.

**Tableau N°08** : Besoins en différents nutriments 4 jours après le vêlage par rapport à la période de fin de tarissement.

**Tableau N°09** : Liste des principales modifications métaboliques associées au début de lactation chez les ruminants.

**Tableau N°10** : Les recommandations pour les pertes d'état corporel en post-partum.

**Tableau N°11** : Les besoins en eau du bétail.

**Tableau N°12** : Besoins énergétiques quotidiens d'une vache laitière de 600 kg en fonction de son stade physiologique.

**Tableau N°13** : Besoins azotés quotidiens d'une vache laitière de 600 kg en fonction de son stade physiologique.

**Tableau N°14** : Besoins en phosphore, calcium et magnésium absorbables pour une vache laitière.

**Tableau N°15** : Apports recommandés en phosphores, calcium et magnésium chez la chèvre en lactation (poids vif : 60Kg production de lait : 4L/J et ingestion : 2,5Kg MS/J).

**Tableau N°16** : Apports recommandés en oligo-éléments et seuil de carence et de toxicité (en mg/Kg MS ration).

**Tableau N°17** : Rôles principaux des minéraux et oligo-éléments et effets d'un apport déséquilibré.

**Tableau N°18** : Rôles principaux oligo-éléments et effet d'un apport déséquilibré.

**Tableau N°20** : Les apports journaliers recommandés et limite de toxicité des vitamines.

**Tableau N°21** : Tableau récapitulatif des signes cliniques provoqués par les plantes à l'étude.

# Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction ..... 2

## **Chapitre 1 : Les outils de contrôle de la nutrition chez les ruminants**

1- Le climat et la disponibilité alimentaire .....	4
2- Les outils de contrôle de la nutrition .....	6
2-1- La notation d'état corporel chez les ruminants .....	6
2-2 -La leptine .....	8
2-3-Le profil métabolique.....	10
2-4- L'urée.....	10
2-5- Les hormones de la reproduction.....	12

## **Chapitre 2 : Les étapes de reproduction chez les ruminants**

2-1-Chez les femelles .....	17
2-1-1-La puberté.....	17
2-1-2- Cyclicité et chaleurs. ....	18
2-1-3-Service (saillie ou insémination), alimentation et fertilité.....	23
2-1-4- La gestation .....	25
2-1-5- Le tarissement.....	28
2-1-6-La mise-bas.....	31
2-1-7- Péri-partum .....	32
2-1-8-Le post-partum.....	36
2-1-9-La lactation .....	39
2-2-Le mâle .....	42
2-2-1- La régulation de la fonction sexuelle male.....	42
2-2-2-La puberté.....	43
2-2-3- La libido.....	45

2-2-4-Le spermato gramme (qualité/quantité).....	46
2-3-Bilan : Nutrition et productivité.....	47

### **Chapitre 3 : La couverture des besoins alimentaires**

3-1- Les besoins en eau .....	50
3-2- Les besoins en énergie .....	51
3-3- Les besoins en matière azotée.....	52
3-4- Les besoins en éléments minéraux dont (oligo-éléments) .....	54
3-5- Les besoins en vitamines .....	57
3-6- Les facteurs toxiques et antinutritionnels .....	58
3-7- La conduite générale de l'alimentation.....	60
Conclusion .....	63
Recommandations .....	65
Références bibliographiques .....	67

# **Introduction**

L'alimentation et la nutrition des ruminants est la plus grande dépense de fonctionnement dans les exploitations. L'alimentation est d'une façon générale l'un des principaux facteurs conditionnant la production animale, sa maîtrise aura une influence sur les résultats économiques mais aussi sur les performances de reproduction et de production (croissance, développement, état d'engraissement). Elle est une source d'élément nutritif nécessaire pour satisfaire les besoins des animaux, elle représente également le facteur principal sur lequel est basé tout élevage **ALLOAU (2004)**.

Alors que selon **MAKHELOUFE (2017)**, la reproduction constitue la pierre angulaire à l'origine de la pérennité de l'élevage. L'élevage des ruminants exige une attention particulière cependant une mauvaise gestion de celui-ci constitue un facteur limitant les performances de reproduction et de production des troupeaux. Les performances de reproduction des animaux (bovins, ovins, caprins) constituent un point critique dans le suivi d'élevage, dans le but et de mesurer les résultats obtenus et de les analyser par rapport à des objectifs de fertilité et de fécondité. Ces performances sont en dégradation qui se traduit par des troubles d'infertilité et d'infécondité.

Cette altération des performances des animaux entraîne des pertes économiques majeures.

Les principaux effets d'une restriction d'un niveau d'alimentation sur l'aptitude des animaux à se reproduire, concernent l'âge à la puberté, la fertilité, la mortalité embryonnaire précoce, le développement fœtal à la fin de la gestation et la viabilité périnatale du jeune affectant entre autres, les fonctions ovarienne, folliculaire et lutéale, et contribue à allonger la durée de l'anœstrus après vêlage. Dont 60% des troubles de fertilité sont dues à un problème alimentaire, Tout excès ou déficit en énergie, en azote, en minéraux et en oligo-élément est préjudiciable aux performances de reproduction : tout déséquilibre aggrave la dégradation de la fertilité. Alors que les vaches qui ont un statut nutritionnel adéquat ne présentent aucune diminution de fertilité selon, **PONCET (2002)**.

Dans ce contexte, une interrogation importante se pose concernant l'effet ou l'impact de l'alimentation sur les performances de reproduction chez les ruminants. L'objectif de notre étude est d'effectuer une recherche bibliographique afin de pouvoir étudier la relation étroite entre l'alimentation et son effet sur la reproduction.

Dans un premier temps nous nous intéressons aux outils de contrôle de la nutrition chez les ruminants, afin de pouvoir la maîtriser pour le bon déroulement de la reproduction, par la suite nous établirons les étapes de reproduction chez les ruminants pour le sexe mâle et femelle est importants pour comprendre leur fonctionnement physiologique, et nous finirons notre recherche par l'étude de la couverture des besoins alimentaires de ceux-ci.

# **Chapitre 1 :**

## **Les outils de contrôle de la nutrition chez les ruminants**

## 1- Le climat et la disponibilité alimentaire.

Au nord de l'Algérie, le climat est typiquement méditerranéen. Les étés sont chauds et secs, les hivers doux et humides (400mm à 1000mm de pluie par an). Les températures moyennes (25°C en août et 12°C en janvier à Alger) varient en fonction de l'altitude **BUCHOT (2019)**.

Les insuffisances en ressources fourragères constituent un obstacle au développement de l'élevage bovin en Algérie et par conséquent à la production laitière. L'Algérie est un pays essentiellement désertique, le Sahara occupe 5/6 de la superficie totale soit près de deux million d'hectares. L'analyse du potentiel productif agricole du pays laisse apparaître une faiblesse des superficies en terre cultivables, une structure marquée par des aptitudes agropédologiques défavorables, une jachère trop importante et un faible taux d'irrigation et de mobilisation des eaux. Ces contraintes ont comme conséquence la faiblesse des superficies et de la reproduction fourragère et pastorale, constituant ainsi un obstacle majeur au développement de l'élevage bovin en Algérie. En effet en terme de bilan fourrager, la situation est marquée par un déficit estimé à 58% en zones littorale, 32% en zone steppique et 29% au Sahara **KHELILI (2012)**.

Selon **BENDIAB (2012)**, la faiblesse de la qualité des fourrages constitue un handicap majeur pour l'élevage, 70 % des fourrages sont composés par des espèces céréalières, orge et avoine, avec une diminution des surfaces cultivées en fourrages, elles sont passés entre 1992 à 2003 ; de 0,5 millions hectares à moins de 300000 hectares, dont la luzerne et le sorgho ne présentent que des faibles surfaces.

Pour les petits ruminants (PR), la production de fourrage est malheureusement sujette aux aléas climatiques. En période de disette les années où la pluviométrie est faible, à partir du mois d'août, les petits ruminants étaient maintenus en stabulation libre et nourris de foin, de paille, de feuilles d'arbustes fourragers (frêne, chêne-liège, orme, oléastre). Laisser les ruminants profiter de la végétation naturelle constitue un atout majeur dans le contexte actuel d'augmentation du coût des matières premières, notamment des céréales **KHELAF et al (2019)**.

La disponibilité alimentaire, varie en qualité et en quantité au cours de l'année, en suivant les variations climatiques. C'est un élément très important pour le succès de la reproduction, Ainsi la saison joue un rôle sur la cyclicité des ruminants en fonction du disponible alimentaire.

En périodes chaudes les animaux réduisent leur ingestion ce qui donne des résultats de reproduction moins bons, car les animaux perdent du poids ce qui affecte le paramètre fertilité des animaux. Par contre en saisons humides ou en début des pluies les animaux augmentent leur ingestion en raison de la bonne disponibilité alimentaire en qualité et en quantité, on constate une reprise du poids des animaux, meilleur fertilité des troupeaux conduisant à de meilleures performances reproductive des animaux **Meyer (2009)**.

En conclusion, le climat Algérien est un climat méditerranéen, le climat représente un problème écologique affectant la disponibilité du couvert végétale constituant l'alimentation des animaux herbivores ainsi le manque de ressource en eau constitue un handicap majeur pour le développement de l'élevage bovin en Algérie. L'alimentation est le premier pilier pour réussir l'élevage de bovin, à son tour les déficits en alimentation causent des problèmes pour la santé animale ainsi pour un bon déroulement de sa reproduction. La disponibilité de l'alimentation pour bétail varie en quantité et en qualité en fonction du climat, ces variations de l'alimentation affectent la fonction reproductive des animaux, leur cyclicité et leur fertilité. Conduisant à de mauvais résultat de reproduction lors d'une disponibilité d'alimentation médiocre alors que une bonne disponibilité en quantité et en qualité ; de meilleures performances de reproduction sont attendues.

## 2- Les outils de contrôle de la nutrition

L'alimentation des ruminants ne peut plus être raisonnée uniquement comme la satisfaction des besoins nutritionnels, mais doit tenir compte d'autres réponses en lien avec la santé animale, environnement ou la qualité des produits **MAXIN et al (2018)**. Des outils de contrôle de la nutrition tels que : la notation d'état corporel, la leptine, le profile métabolique, l'urée et les hormones de reproduction, aident à mieux contrôler l'état nutritionnels des animaux.

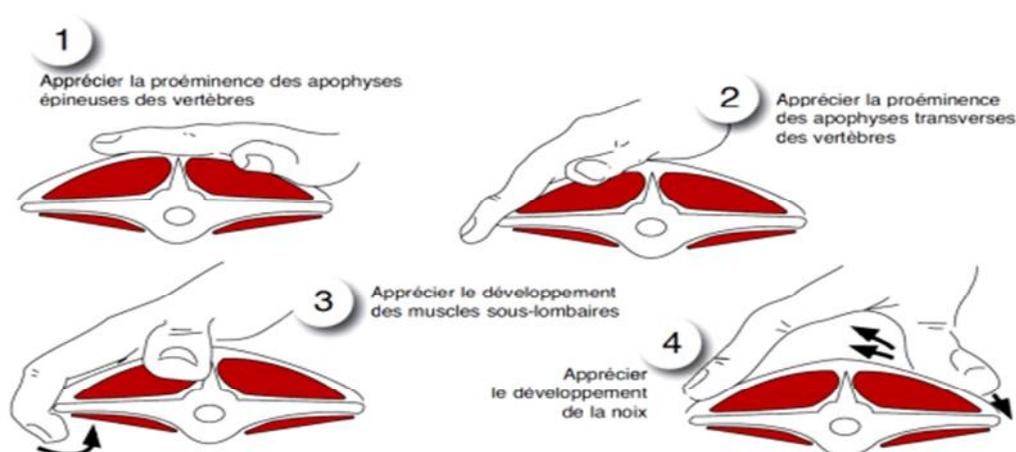
### 2-1- La notation d'état corporel chez les ruminants.

La note d'état corporel est utilisée en complément des autres notes de conformation pour estimer globalement l'équilibre nutritionnel des animaux .Elle reflète bien le niveau des réserves corporelles **MEYER (2009)**.

D'après **RUSSEL et al (1969)**, la notation d'état corporel constitue un véritable baromètre de l'état alimentaire du troupeau tout au long de l'année, pour fournir aux éleveurs et aux partenaires de l'élevage un outil pratique d'usage et fiable, permettant d'estimer les réserves énergétiques.

Il est bien admis qu'un rationnement alimentaire des bovins ou des ovins ne peut être précis qu'en connaissant les variations de leur état corporel, que ce soit en système intensif ou extensif puisque le niveau d'ingestion, les performances de reproduction ou de lactation et l'état sanitaire des animaux en dépendent **MORAND-FEHR et al (1992)**.

Selon le même auteur, l'état corporel des caprins est plus difficiles à estimer par des méthodes simples (notes à partir de l'appréciation visuelle ou palpation). Que chez les bovins et les ovins on raison du très faibles développement de leurs tissus adipeux sous-cutané. Toutefois, des méthodes reposant sur des palpations dans les zones sternales et lombaires ont été mise au point sur des caprins. La figure 01 représente les étapes d'attribution d'une note corporelle par maniement de la région lombaire de la brebis.



**Figure N°01 : Les quatre étapes de l'attribution d'une NEC par maniement de la région lombaire de la brebis DEMARQUE et al (2010) citée par MEREDDEF (2017).**

Plusieurs grilles de notation en étés proposées ; la pratique de notation de l'état corporel se répand à travers le monde : une échelle à 8points se développe en Australie ; puis

une échelle à 10 points en nouvelle Zélande et aussi une échelle à 5 points en Irlande FROMENT (2007). Les tableaux 1 et 2 représentent les grilles d'évaluation simplifiée de la NEC.

Tableau N° 01 : Grilles simplifié selon ENDJALBERT (1995) cité par FROMENT (2007).

	note arrière			note de flanc		
	pointe des fesses	ligament sacro-tubéral	détroit caudal	épine dorsale	pointe de la hanche	apophyses
4		peu visible	presque comblé	à peine visible		épineuses repérables
3	couverte	bien visible	limites planes	visible couverte		épineuses visibles
2	non couverte		profond	ligne marquée	crête invisible	transverses angle vif
1		en lame			crête visible	transverses séparées

Tableau N°02 : Grilles d'évaluation simplifiées selon MEISONNIER (1994) cité par FROMENT (2007).

note	état	zone lombaire	zone caudale
5	très gras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apophyses transverses et hanches invisibles</li> <li>• ligne transversale convexe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• queue enfouie, parfois entourée de bourrelets</li> </ul>
4	gras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apophyses transverses invisibles mais hanches perceptibles</li> <li>• ligne transversale plate ou légèrement convexe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• queue entourée de graisse mais proéminente</li> <li>• détroit caudal comblé</li> </ul>
3	normal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apophyses transverses discernables à la palpation</li> <li>• ligne transversale légèrement concave</li> <li>• hanches arrondies et lisses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• queue saillante</li> <li>• ligne queue-pointe de la fesse lisse ou légèrement concave</li> <li>• détroit caudal effacé</li> </ul>
2	maigre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apophyses transverses visibles mais non proéminentes</li> <li>• ligne transversale concave</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• queue saillante</li> <li>• détroit caudal creux</li> <li>• pointe de la fesse arrondie</li> </ul>
1	très maigre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apophyses transverses très saillante ; vertèbres visibles, couverture musculaire limitée, la peau "suit" les apophyses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• queue très saillante</li> <li>• détroit caudal profond</li> <li>• pointe de la fesse saillante</li> </ul>
0	cachectique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• apophyses épineuses et transverses visibles ; vertèbres très visibles ; la peau "rentre" sous les apophyses</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• queue et pointes ischiales très saillantes</li> <li>• détroit caudal très profond</li> <li>• fesse pointue ; la peau colle et "rentre" dans le squelette</li> </ul>

La notation de l'état corporel peut constituer un outil diagnostique intéressant dans l'évaluation de l'équation entre les apports et les besoins d'énergie. L'observation et le suivi de l'état corporel d'un troupeau au cours de la lactation permettent une meilleure gestion de la conduite alimentaire, notamment par une correction de la ration si nécessaire.

D'autre part, la note d'état elle-même ou ses variations sont associées à des troubles sanitaires nombreux comme des boiteries, des troubles métaboliques (cétose, fièvre de lait) et de nombreux troubles de la reproduction : métrites, kystes ovariens, dystocies, rétentions placentaires et baisse de la fertilité... . **BOSIO (2006)**.

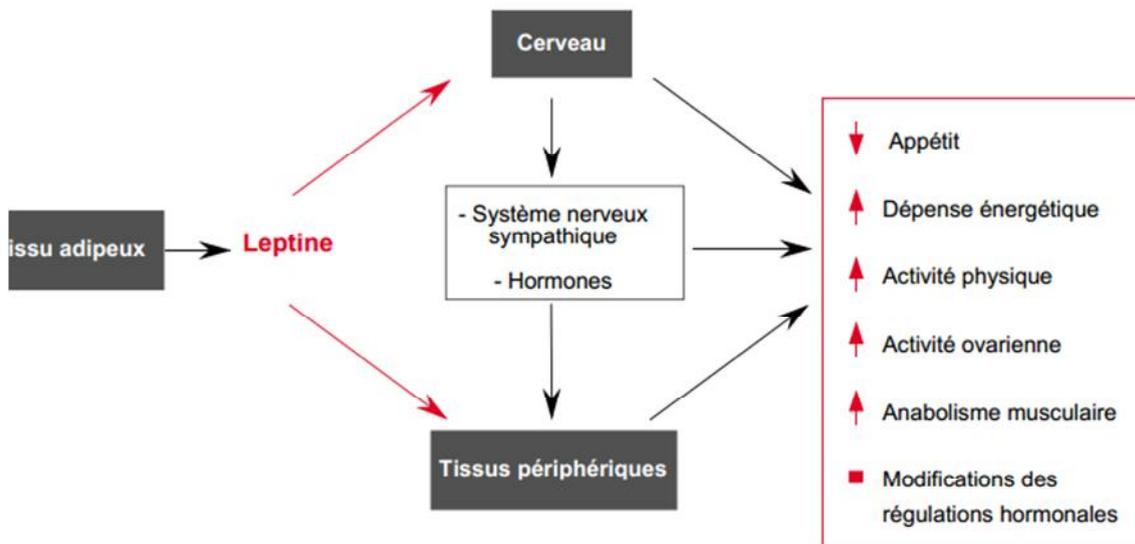
En somme, la notation de l'état corporel constitue un paramètre fiable, efficace et rapide qui permet l'estimation de la quantité d'énergie métabolisable, stockée dans la graisse et les muscles et de la mobilisation des réserves tissulaires. Représente également un bon indicateur de la balance énergétique des femelles reproductrices. La note d'état corporel est attribuée à l'animal sur la base de l'apparence des tissus recouvrant des proéminences osseuses des régions lombaires et caudale, ainsi des échelles permettant l'évaluation simplifiée de NEC en été proposés à travers le monde. Des troubles de reproduction sont associées à la perte d'état corporel après le vêlage liés à une balance énergétique négative.

## 2-2 -La leptine.

Découverte en 1994, la leptine est une hormone synthétisée par le tissu adipeux **BENEDICTE (2000)**.

C'est une protéine apparentée à la famille des cytokines, la leptine (du grec leptos : mince) est synthétisée et sécrétée principalement par les adipocytes mais aussi par les tissus placentaires, mammaires et hépatique, l'expression du récepteur de la leptine a été identifiée dans de nombreux tissus cérébraux ou périphériques renfermant des adipocytes : ovaire, utérus, pancréas, testicule, rate, prostate. Sa concentration sanguine est corrélée avec la quantité d'adipocytes et l'importance des réserves corporelles en graisse **HANZEN (2016a)**.

Egalement **CHILLIARD et al (2020)**, la leptine est une hormone produite par le tissu adipeux. Un de ses rôles essentiels est d'informer l'organisme sur le niveau de ses réserves lipidiques. Le gène spécifiant la leptine est exprimé dans différents tissus adipeux chez les bovins et ovins. Les résultats récents sur les concentrations plasmatiques de leptine et/ou d'ARN messager de cette hormone dans le tissu adipeux montrent des effets positifs de l'adiposité corporelle et du niveau alimentaire, et un effet bêta-adrénergique négatif chez les bovins. Chez les ovins, on observe les effets similaires de l'adiposité et du niveau alimentaire, ainsi qu'un effet positif de la durée quotidienne d'éclaircissement. Par ailleurs, la production de leptine est stimulée in vitro par les glucocorticoïdes et l'insuline, dont les effets sont inhibés par hormone de croissance. Le progrès des connaissances sur la leptine permettra de mieux comprendre et maîtriser les adaptations du métabolisme énergétique et de l'activité reproductrice des ruminants aux variations de l'adiposité de carcasses chez les ruminants en croissance. La figure 02 explique comment la leptine est sécrétée par le tissu adipeux.



**Figure N°02 : La leptine, une hormone sécrétée par le tissu adipeux CHILLIARD et al (1999).**

Chez les ovins, comme chez les autres espèces de mammifères des récepteurs spécifiques de leptine existent dans l'hypothalamus et l'hypophyse ou elle interviendrait dans la régulation de la sécrétion de FSH et LH. **CHIMINEAU et al (1999)**.

D'après **BENEDICTE (2000)**, la synthèse des récepteurs à la leptine pourrait être modulée par les concentrations plasmatiques d'œstrogène.

Les taux plasmatique de leptine ne dépend pas seulement de la masse adipeuse mais sont aussi contrôlés par des facteurs hormonaux **CAPRIO (2004)**, comme il a été dit par **BLOCK et al (2004)**, chez la vache laitière l'insuline régule le taux plasmatique de leptine.

La leptine pourrait être un signal métabolique à long terme dont la diminution stimulerait l'appétit et diminuerait la dépense énergétique, tout en inhibant la reproduction lorsque le niveau des réserves corporelles est insuffisant pour enclencher une gestation et une lactation **CHILLIARD et al (1996)**.

L'ensemble des actions connues de la leptine entraîne une diminution de l'appétit et des accroissements de la dépense énergétique, de l'activité physique, de l'activité ovarienne (elle serait notamment un signal impliqué dans le déclenchement de la puberté) et de l'anabolisme musculaire **BOSIO (2006)**.

Elle permet à l'organisme d'estimer le niveau de ses réserves en lipides et elle régule l'appétit, et donc la prise de nourriture et le poids corporel **MEYER (2009)**.

Au finale, la leptine constitue un facteur important dans la régulation de la sécrétion des hormones hypophysaires FSH et LH. L'augmentation du taux de leptine favorise la diminution de l'appétit des animaux et leurs dépenses énergétiques augmentent, ceci affecte la fonction de reproduction suite à une diminution des réserves corporelles qui sont insuffisantes pour déclencher une gestation puis une lactation, elle participe également à une augmentation de l'activité physique, ovarienne et l'anabolisme musculaire.

### 2-3-Le profil métabolique.

- Le profil métabolique ou biochimique est un outil de diagnostic dont se sont dotés les médecins vétérinaires pour mieux identifier les causes des problèmes nutritionnelles ou métaboliques observés chez les bovins laitier. Il constitue réellement une mesure de l'équilibre des différents paramètres au niveau sanguin, c'est à dire une mesure de ce qu'absorbe et utilise l'animal. Les résultats et les valeurs de référence sont présents pour deux groupes de paramètres **MARTINEAU (2001)**.
  - Les paramètres relatifs à l'équilibre de la ration et à l'activité de la biomasse ruminale ;
  - Les paramètres relatifs à l'état général.

Pour les ovins, selon **DEGHNOUCHE et al (2013)**, la connaissance du profil métabolique des brebis est important pour préciser le statut nutritionnel ainsi que pour prévenir les troubles métaboliques qui conduisent à la perturbation de la production et de la reproduction.

Lorsque l'alimentation est mal gérée, des déséquilibres métaboliques liés à des déficits ou excès énergétiques, azotés ou en minéraux peuvent survenir au sein du troupeau. La productivité et notamment la fertilité peuvent alors être affectée. Les profils métaboliques s'avèrent pertinents dans l'élaboration d'un diagnostic et dans la recherche de causes notamment alimentaires. La réalisation de profils métaboliques s'est largement développée en élevage laitier ces dernières années mais reste marginale en élevage allaitant. La restriction alimentaire et l'insuffisance d'apport en minéraux sont souvent à l'origine de déséquilibres métaboliques affectant la croissance, la fertilité, la santé et la productivité en générale **CROCCO (2017)**.

En déduit, que le but du profil biochimique est de révéler de façon précoce un trouble biochimique de l'organisme, la biochimie du sang peut être un outil de détection précoce d'erreur alimentaire. Sur le plan zootechnique il est utile également pour évaluer la conduite alimentaire d'un troupeau ou l'efficacité d'une ration. Il permet de prévenir de toute trouble d'alimentation afin d'éviter toute trouble de reproduction et pouvoir maîtriser les apports alimentaires donnés aux animaux.

### 2-4- L'urée.

L'urée, principale déchet du métabolisme azoté, est un candidat possible pour permettre de juger de l'équilibre de l'alimentation azotée. Facile à doser et à collecter, en particulier dans le lait, il constitue un indicateur très pratique.

**ALLAOA (2004)**, signale que des régimes riches en protéines sont donnés pour stimuler une production laitière élevée : de ce fait ces régimes sont associés avec une réduction des performances de la reproduction.

**SOUAMES (2019)**, rapporte que les excès azotés : ont des effets défavorables sur les performances de reproduction des vaches laitières, en particulier lorsque ces excès ont lieu dans les périodes d'IA. Ainsi, on a pu observer une :

- Augmentation du nombre de jours ouverts (VIF)
- -Diminution des sécrétions de LH

- Hypo-progestéronémie.

Il a signalé aussi ces différents modes d'action :

- ✓ L'urée et l'ammoniac sont des substances toxiques pour l'animal, elles altèrent les fonctions endocrines et le fonctionnement du corps jaune responsable d'une hypo-progestéronémie. Même des régimes hyperprotéiques peuvent favoriser des métrites dans la mesure où l'ammoniac diminue l'action des macrophages.
- ✓ L'urée est toxique pour le sperme, l'ovocyte, et en plus elle est abortive lorsqu'elle est injectée dans le liquide amniotique. Ceci pourrait expliquer la baisse du taux de réussite à l'IA et les mortalités embryonnaires.

Selon la même source, on parle de déficit protéique lorsque les apports en matière azote totale sont <13%. Ces derniers entraînent une baisse de la digestibilité des fourrages et donc une baisse de l'apport énergétique disponible. Les déficits azotés en début de gestation peuvent favoriser des mortalités embryonnaires alors qu'en fin de gestation, ils augmentent le risque de rétention placentaire, il a été constaté qu'une restriction sévère du niveau alimentaire en azote allonge la durée an-œstrale en réduisant la sensibilité à la GnRH et en réduisant la libération de LH.

D'après, **PONCET (2002)**, plus l'azote est dégradable, plus la concentration ammoniacale ruminale et sanguine augmente, plus la fertilité est altérée. D'autres travaux confirment l'impact de la dérivabilité de l'azote sur l'évolution des concentrations d'urée et d'ammoniac, mais avec un effet inverse sur les paramètres de reproduction. La fertilité est atteinte des que l'urémie dépasse le seuil de 0,4g/l (6,67mmol /l).

Les vaches avec un taux protéique (TP) élevé ou un rapport TP/TB élevé en début de lactation ont plus de chances d'être inséminées dès le début de la mise à la reproduction. Un apport TP/TB supérieure ou égal à 0,7 à 30 jours de lactation a été associé à un faible taux de réforme pour infécondité comparé à un rapport strictement inférieur à 0,7(6,9% contre 18,2%) **COURTHEIX (2016)**. La figure 03 illustre le cycle de l'azote dans l'organisme des ruminants.

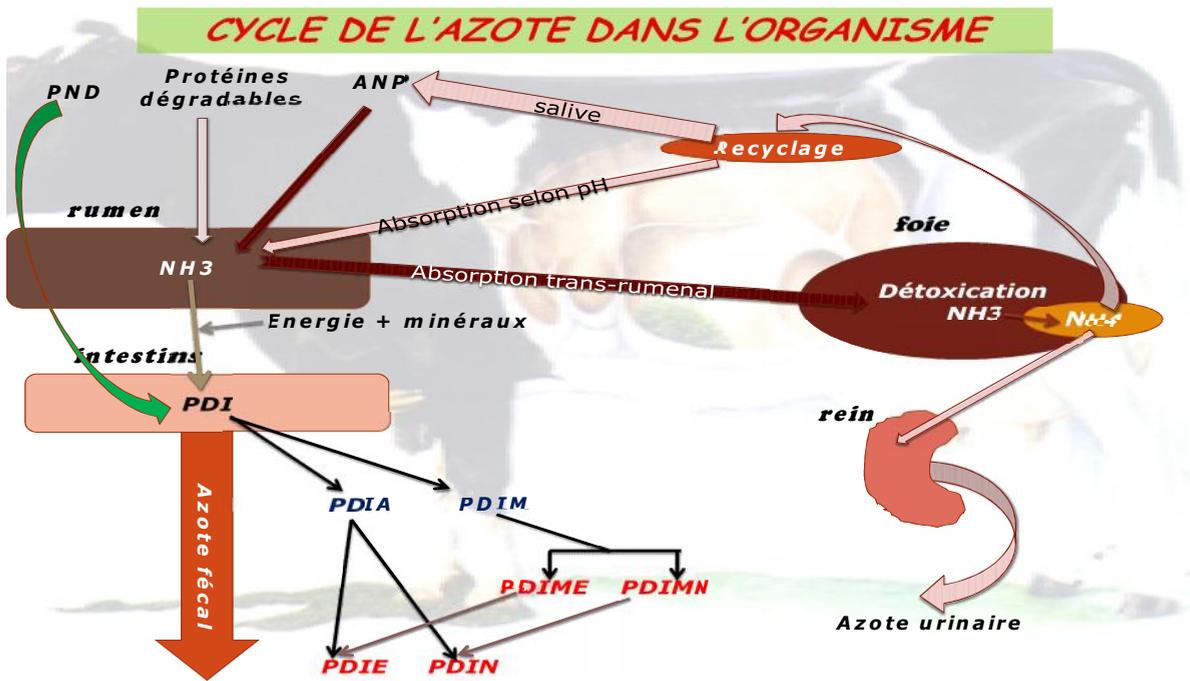


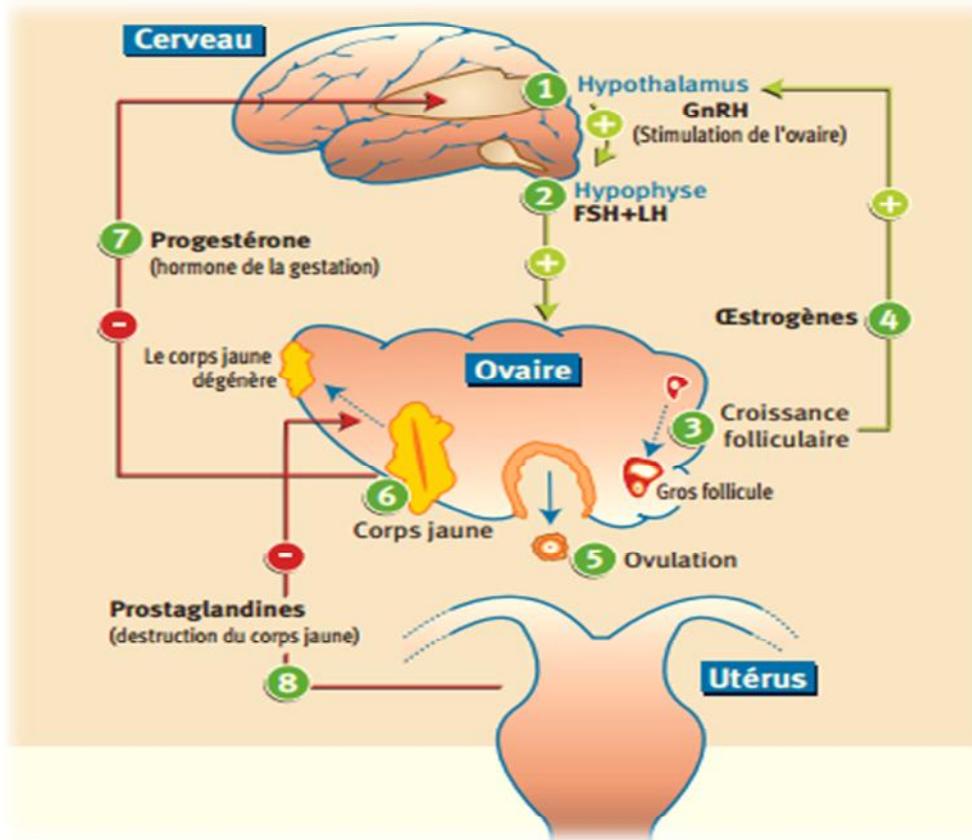
Figure N°03 : Cycle de l'azote dans l'organisme des ruminants REZZIK (2011).

Au final, l'urée est le déchet issue du métabolisme azoté, il est important dans l'alimentation azotée est donnée aux vaches laitières à fin de stimuler une production intense en lait mais en revanche toute excès en azote entraine des perturbations de la fonction de reproduction, en augmentant le nombre de jours ouvert, chute de la sécrétion de LH, hypo-progestéronémie.

La toxicité de l'urée et l'ammoniac favorise des métrites, elle est à l'origine de la diminution du taux de réussite à l'insémination et de mortalité embryonnaire. La dégradabilité de l'azote augmente les concentrations ammoniacales, ruminale, et sanguine, plus la fertilité est altérée. L'alimentation azotée est importante dans la ration des ruminants mais à des quantités variables selon le stade physiologique de l'animale.

## 2-5- Les hormones de la reproduction.

La figure 04 représente les principales hormones intervenant dans la régulation de la reproduction chez les ruminants.



**Figure N°04 : Représentation Schématique des régulations hormonales de l'axe hypothalamo-hypophysaire-ovarien chez la femelle Hansen (2005) cité par Baghdad (2013).**

La sous-nutrition énergétique, survenant souvent en hiver, retarde l'apparition de la première ovulation. Les effets de l'alimentation sur la reproduction peuvent s'expliquer par une action au niveau central (sensibilité de l'hypophyse à la GnRH, sécrétion de LH, sensibilité au rétrocontrôle des œstrogènes) et/ou au niveau périphérique (action sur la croissance folliculaire et la stéroïde-genèse). **GRIMARD et al (1996)**.

Une sous-nutrition, en particulier aiguë, aboutissant à une profonde perturbation du rétrocontrôle exercé par l'œstradiol sur la sécrétion de GnRH, aboutissant à une diminution de la sécrétion de LH, en partie responsable de la diminution de la vitesse de croissance des follicules et, à terme, à une ovulation **MONGET et al (2004)**.

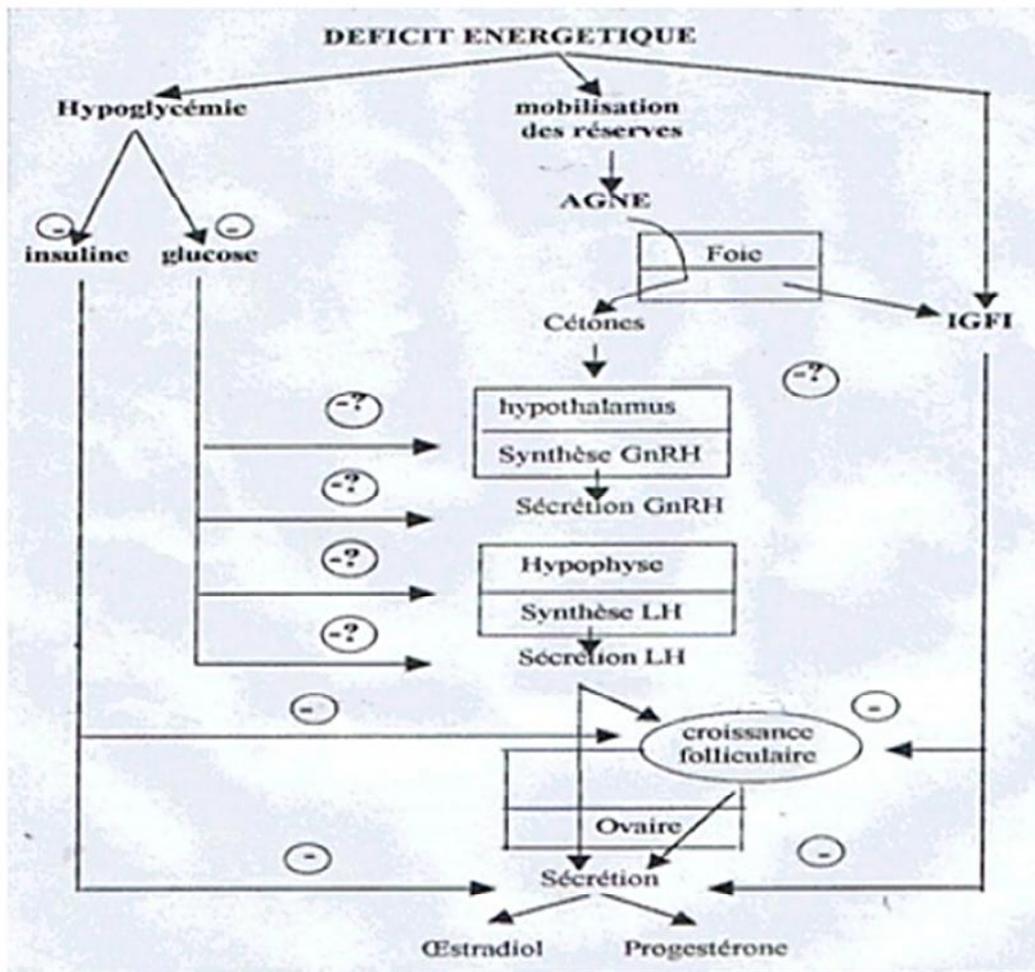
Cependant, une action directe de l'insuline et du système des IGFs pourrait intervenir pour expliquer les effets de l'alimentation sur la croissance folliculaire **GRIMARD et al (1996)**. En effet, une augmentation du taux d'insuline, corollaire de la qualité d'énergie disponible augmente la fréquence de pulsion de LH **MARTIN et al (1995)**.

**MONGET et al (2004)**, ont également signalés que la leptine exerce à son tour une action majeure dans la libération de la LH à partir d'explants de complexe hypothalamus-unfundibulaire, et l'action du neuropeptide Y (NPY) dans la stimulation de la prise alimentaire et son action également sur l'inhibition de la sécrétion du GnRH au niveau hypothalamique ;. Ont montrés aussi qu'une injection périphérique de 2-deoxy-glucose (2-

DG) induit une chute brutale de la sécrétion de LH chez la brebis malgré une augmentation de l'insulinémie périphérique.

**REKIK et al (2007)** et **ANDRIANARISOA (2013)**, ont rapportés que sur des brebis et chèvres le taux de progestérone dans le sang est en fonction croissante du bilan énergétique de la femelle.

La sécrétions de GnRH par l'hypothalamus semble baisser en cas de déficit énergétique entrainant des modifications de la sécrétion des hormones gonadotropes (FSH, LH) : L'amplitude et la fréquence des pics de LH restent à un niveau basal. Au niveau ovarien, ce déficit énergétique à une action sur la croissance folliculaire et la stéroïde-genèse empêchant la maturation puis l'ovulation de follicule dominant qui devient alors atrésique **HELIB et al (2018)**. La figure 05 démontre la relation entre la nutrition énergétique et la reproduction.



**Figure N°05 : Relations nutrition – reproduction: effet du déficit énergétique sur les métabolites et hormones impliquées dans la régulation de la fonction de reproduction MIALOT et al (1996)cité par HELIB et al (2018).**

Au total, La régulation de la fonction de reproduction est sous le contrôle hormonale hypothalamo-hypophyso-ovarien chez la femelle. L'alimentation à un effet important sur la

croissance folliculaire. Chez la femelle, l'axe hypothalamo-hypophysaire et particulièrement les sécrétions du GnRH et LH, semblent très sensibles à la variation du métabolisme énergétique, tout déficit en alimentation énergétique conduit à une perturbation du contrôle hormonal, diminution de la sécrétion de GnRH alors celle de LH responsable de la diminution de croissance folliculaire, qui à son tour retarde l'ovulation.

L'alimentation est en majeure partie responsable de la réussite du cycle de reproduction chez les ruminants, cependant une sous-alimentation conduit à des performances moins bonnes affectant la fertilité des animaux en reproduction.

# **Chapitre 2 :**

## **Les étapes de reproduction chez les ruminants**

**2-1-Chez les femelles.**

**2-1-1-La puberté.**

Elle se définit comme la mise en place de la fonction de reproduction. Elle apparaît à 14 mois chez la femelle baoulé et à 18 mois. Les poids sont respectivement de 120 à 155KG, soit 2/3 du poids adulte **CHICOTEAU et al (1990)**. Le poids plus que l'âge détermine l'apparition de la puberté chez la femelle bovine **HANZEN (1994)**. Pour les vaches laitières acquièrent leur puberté entre 9 et 12 mois, lorsqu'ils atteignent 40 à 45% de leur poids adulte, pour les vaches allaitantes, l'apparition de la puberté est plus tardive, entre 14 et 17 mois en moyenne lorsqu'elles ont atteint 50 à 55% de leur poids adulte **RINGUET (2019)**. Le tableau 03 synthétise l'âge et les poids à atteindre à la puberté.

**Tableau N°03 : synthèse des âges et poids à atteindre à la puberté en fonction des races d'après Le colzer (2009) cité par RINGUET (2019).**

	Salers	Charolaise	Limousine
Age de la puberté (mois)	12-15	13-16	15-17
Poids à la puberté (kg)	350-380	390-420	380-390

Chez les petits ruminants la puberté survient entre 4 et 6 mois d'âge plus tôt chez la chèvre que chez la brebis. Plusieurs facteurs peuvent influencer le développement sexuel, tel que : la génétique, le taux de croissance, l'alimentation, la race, la photopériode, et l'état de santé de l'animal **VAILLANCOURT et al (2003)**. Pour **ANDRIANARISOA (2013)** la puberté chez les chèvres commence de l'âge à la première ovulation soit vers le 5-7<sup>ème</sup> mois à la naissance. Le tableau 04 représente l'âge de la puberté chez les différentes espèces d'animaux domestique.

**Tableau N°04 :l'âge de la puberté chez les différentes espèces d'animaux domestiques Anonyme (2013).**

Age de puberté	femelle
Bovine	9-15 mois
Ovine	Naissance hiver : 6-8 mois Naissance automne : 15-17 mois
Caprine	8 mois saisonnier comme la brebis

Une ration déficitaire en énergie et plus globalement, un apport alimentaire insuffisant occasionnent des retards de croissance chez les génisses **PONCET (2002)**. Une puberté

précoce peut être induite chez une majorité de génisse grâce à un sevrage précoce et d'une ration à haut niveau en concentrés **LE COZLER et al (2009)**.

La puberté est déclenchée une fois que l'animal atteint un poids minimal lui permettant d'atteindre celle-ci. Les animaux qui ont une croissance plus rapide atteignent la puberté plus tôt que ceux qui croissent plus lentement **KIRKWOOD et al (1987)**. De même **CHICOTEAU et al (1990)**, rapporte que le poids à la puberté est un paramètre sans doute plus important que l'âge. **ALLOUA(2004)** ajoute qu'une croissance trop rapide (**GMQ>800g**) est très néfaste sur le développement du tissu sécrétoire de la mamelle à la puberté.

Si une sous-alimentation se prolonge de tel sorte que les pertes de **PV (poids vif)** dépassent **20 %** du poids initial, les animaux basculent dans un état d'ancêtre nutritionnel **BLANC et al (2004)**.

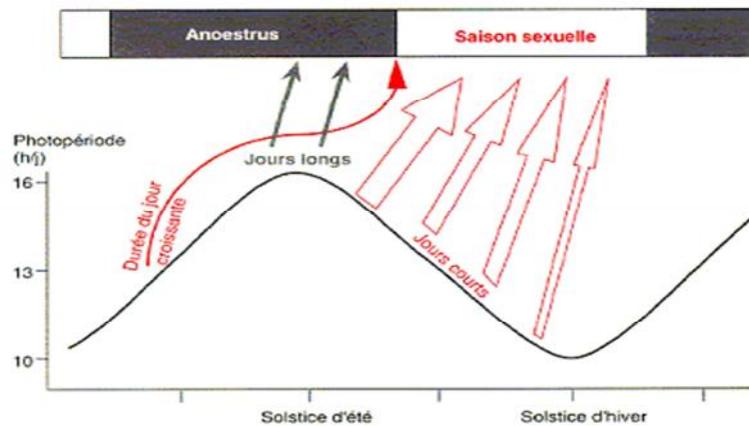
Au final, l'alimentation joue un rôle important dans la survenue de la puberté chez les ruminants. Le poids plus que l'âge est le paramètre le plus marqué pour l'apparition plus au moins précoce de la puberté. Le niveau alimentaire dont bénéficient les jeunes ruminants durant leur croissance joue aussi un rôle important dans le déclenchement précoce de la puberté. Nous pouvons conclure également qu'une suralimentation énergétique et des apports alimentaires suffisant aboutissent à une croissance trop rapide des génisses, qui est néfaste sur le développement du tissu sécrétoire de la mamelle à la puberté. Donc il convient de veiller à une alimentation adéquate pendant leur croissance pour ne pas retarder la puberté des ruminants.

### **2-1-2- Cyclicité et chaleurs.**

Le niveau alimentaire est un paramètre bien connu influençant l'intervalle entre le vêlage et le retour de la cyclicité chez les bovins allaitants **Crocco (2017)**.

Chez la vache, les cycles ovariens se succèdent en continu et l'ovulation se produit à chacun des cycles **KEVIN (2015)**, à la différence, de certaines races de brebis et de chèvres qui montrent une variation saisonnière de leur activité de reproduction durant l'année.

Chez les petits ruminants il est bien connu que cette saisonnalité est sous le contrôle photopériodique avec des jours croissants inhibiteurs et des jours décroissants stimulateurs de l'activité sexuelle. La figure 06 illustre la régulation photopériodique du cycle annuel de reproduction chez la brebis.

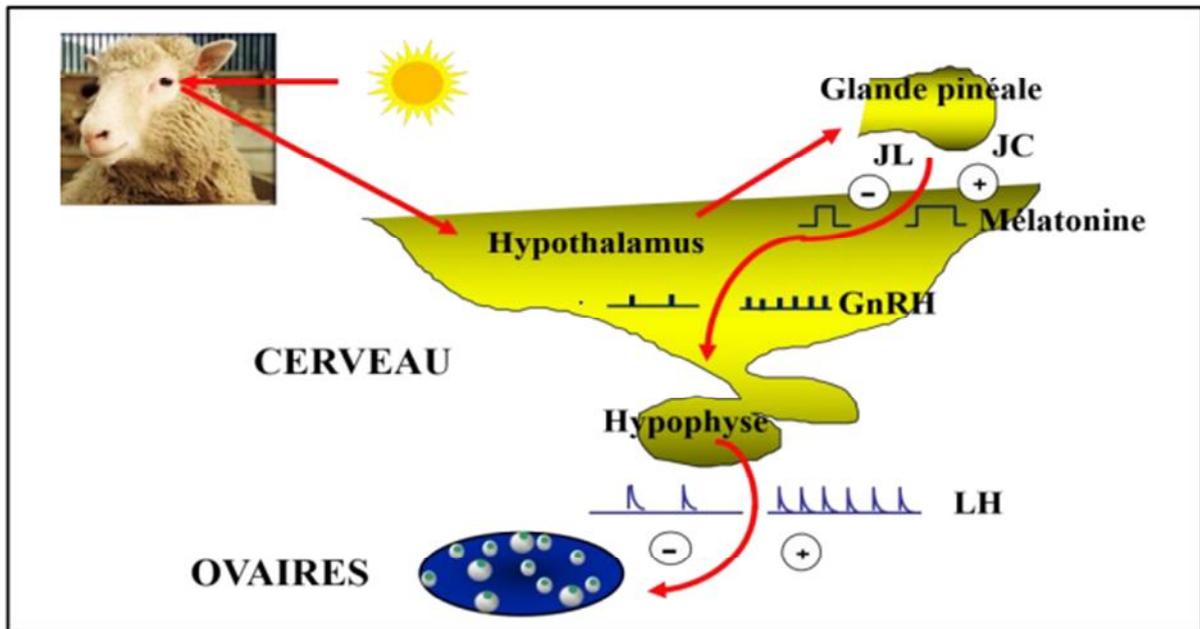


**Figure N°06 : La régulation photopériodique du cycle annuel de reproduction chez la brebis Malpaux et al (1996) cité par KHIATI (2013).**

Selon **ANDRIANARISOA (2013)**, les variations saisonnières de l'activité sexuelle sont liées à la sécrétion de la mélatonine, une substance naturellement sécrétée par la glande pinéale pendant la période obscure du nyctémère. L'information photopériodique (éclairage ou obscurité) est captée au niveau de la rétine. Elle est ensuite transmise par voie nerveuse jusqu'à la glande pinéale qui sécrète la mélatonine qui est le messager permettant au système nerveux central d'interpréter le signal photopériodique.

Son administration continue avec un implant sous-cutané permet de mimer les jours courts alors que les yeux des animaux perçoivent les jours longs naturels. L'utilisation de la mélatonine seule permet d'induire plus précocement l'activité sexuelle et augmente fortement la fertilité et la prolificité. Les jours courts sont stimulateurs de l'activité sexuelle et les jours longs sont inhibiteurs. La photopériode est le principal facteur qui entraîne les variations saisonnières de l'activité sexuelle de la reproduction.

Ainsi, lorsque la durée de la sécrétion de la mélatonine est longue, la brebis interprète ce message comme un jour court, ce qui stimule son activité sexuelle. La mélatonine est métabolisée dans le foie, les reins et le cerveau et est excrétée dans l'urine **CASTONGUAY (2018)**. La figure 07 explique l'action du photopériodisme sur la reproduction.

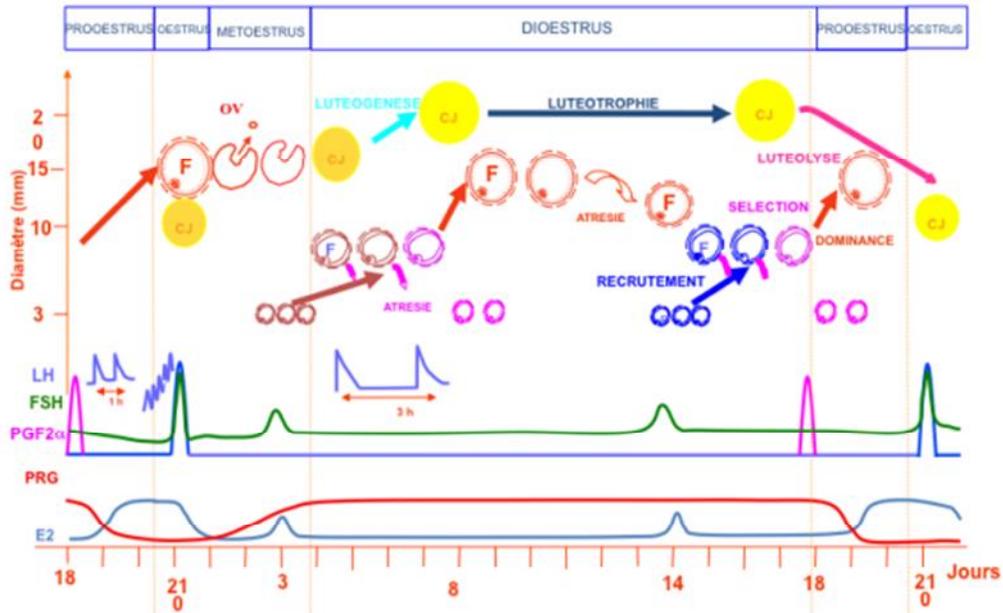


**Figure N°07 : Action directe de la photopériode sur le cycle hormonal sexuel des brebis**  
Castonguay (2018)

Cependant, d'autres paramètres environnementaux, tel que la disponibilité alimentaire et les interactions sociales seraient vraisemblablement des régulateurs potentiels de la saisonnalité de la reproduction **ARCHA et al (2009)**. Le comportement social correspond à l'effet mâle. Qui consiste à séparer le troupeau de femelles des mâles puis à réintroduire ceux-ci. La présence du bouc après une séparation pendant au moins trois semaines provoque un groupage des chaleurs en deux périodes, 7-8 et 13-14 jours après l'introduction du mâle. La première période est non fertile et la seconde est fertile. La supplémentation alimentaire ou **flushing**, l'un des moyens zootechniques, peut être envisagé. Ce travail teste l'efficacité de cette technique pour induire les chaleurs de petit ruminant dans le Sud-ouest malagasy en vue d'augmenter et grouper les naissances pour améliorer la production et analyser sa rentabilité potentielle. Consiste également à élever l'apport énergétique des reproducteurs pour dépasser les besoins quotidiens normaux pendant une période avant et après l'utilisation des mâles en vue d'améliorer la reproduction **ANDRIANARISOA (2013)**.

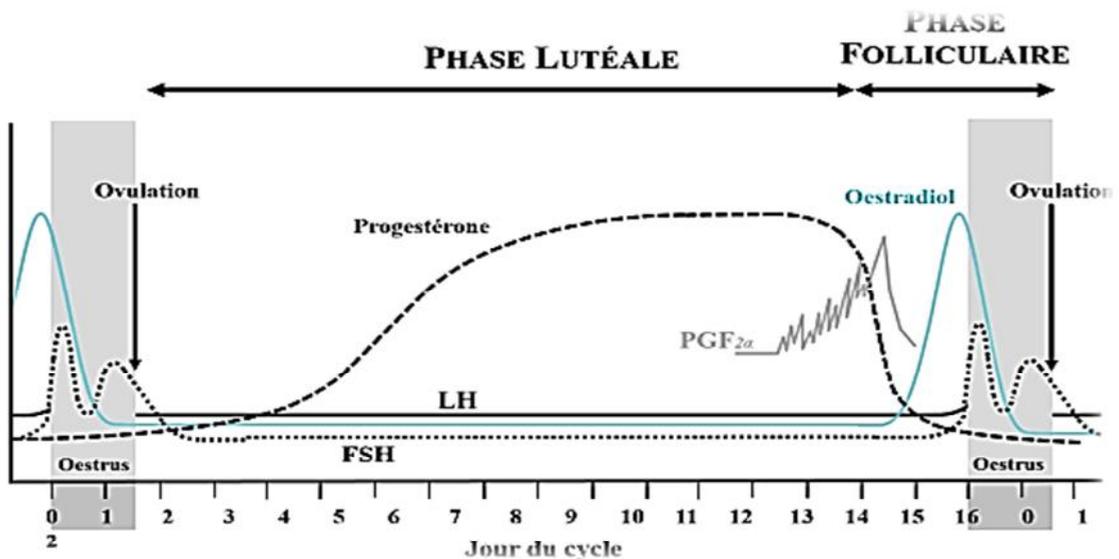
D'après, **KEVIN (2015)**, le cycle œstral chez la vache est généralement d'une durée de 21 jours il peut varier entre 18 et 24J, il se divise en quatre phases successives : pro-œstrus, œstrus, met-œstrus, di-œstrus, que l'on regroupe habituellement chez la vache en phase folliculaire et en phase lutéale.

Selon **GIRADY (2018)**, la phase folliculaire dure en moyenne 5 à 7 jours et 14 jours de phase lutéale. L'œstrus (manifestation des chaleurs) est court et dure de 6 à 24h, l'ovulation a lieu 6 à 19h après la fin de celui-ci (figure 08). Ainsi il rapporte que chez la chèvre le cycle est de 19 à 21 jours pouvant varier de 13 à 25 jours en fonction de la race et de la variabilité individuelle.



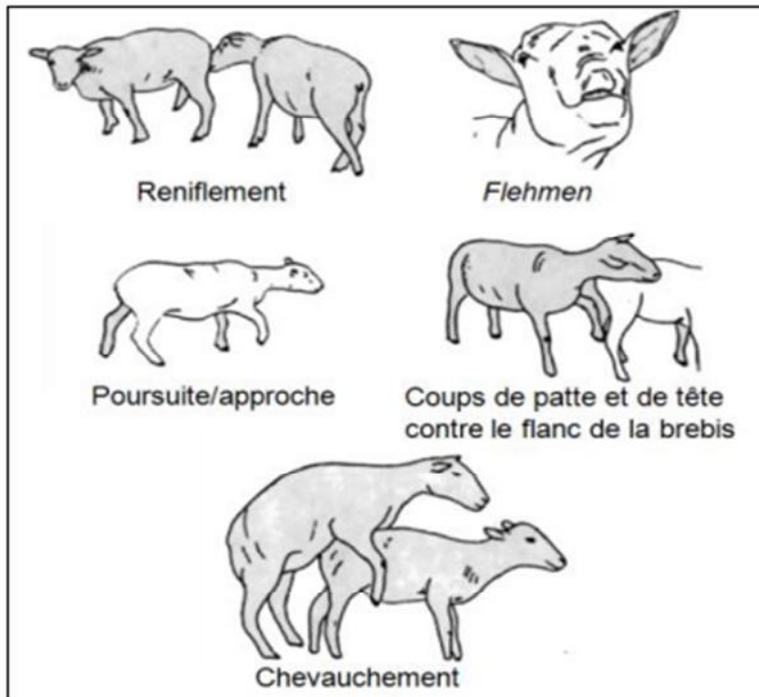
**Figure N°08 : Changements hormonaux et ovariens durant le cycle œstral de la vache. D’après GAYRARD., (2008). Cours de physiologie de la reproduction. ENVT. Cité par TAVEAU et al (2013).**

Alors que chez la brebis le cycle œstral fait en moyenne 15-17 jours, avec des variations au début ou à la fin de la saison (période de transition), l’œstrus dure environ 36h (figure 09). Chez la chèvre l’œstrus varie de 12 à 96h avec une moyenne de 40h Vaillancourt et al (2003).



**Figure N°09 : Schéma représentatif du cycle œstral chez les brebis. Adaptée de Goodman (1988) cité par Johanne (2008).**

L'acceptation du chevauchement est un signe caractéristique de l'œstrus chez les bovins **CHICOTEAU et al (1990)**. Une mauvaise alimentation ou un bilan énergétique négatif peut affecter négativement l'expression de l'œstrus **YAHINI et al (2013)**. (Figure 10).



**Figure N°10 :** comportements sexuels du bélier **GORDON (1996)** cité par **CASTONGUAY(2018)**.

Selon **PARAGON (1991)**, le premier œstrus des femelles Holstein survient généralement lorsqu'elles atteignent un poids de 250 à 274 Kg.

**CROCCO (2017)** rapporte que Le niveau alimentaire est un paramètre bien connu influençant l'intervalle entre le vêlage et le retour de la cyclicité chez les bovins allaitants. Cependant, un régime alimentaire pauvre en énergie a plus d'impact sur l'intervalle vêlage-œstrus par rapport à un régime adéquat.

Selon, **RINGUET (2019)** La détection des chaleurs est nécessaire pour pratiquer l'insémination artificielle qui permet une sélection et une diversité génétique intéressante. Elle repose sur l'observation de comportements sexuel et sociale. En pratique, le protocole de détection de chaleurs repose sur trois critères majeurs :

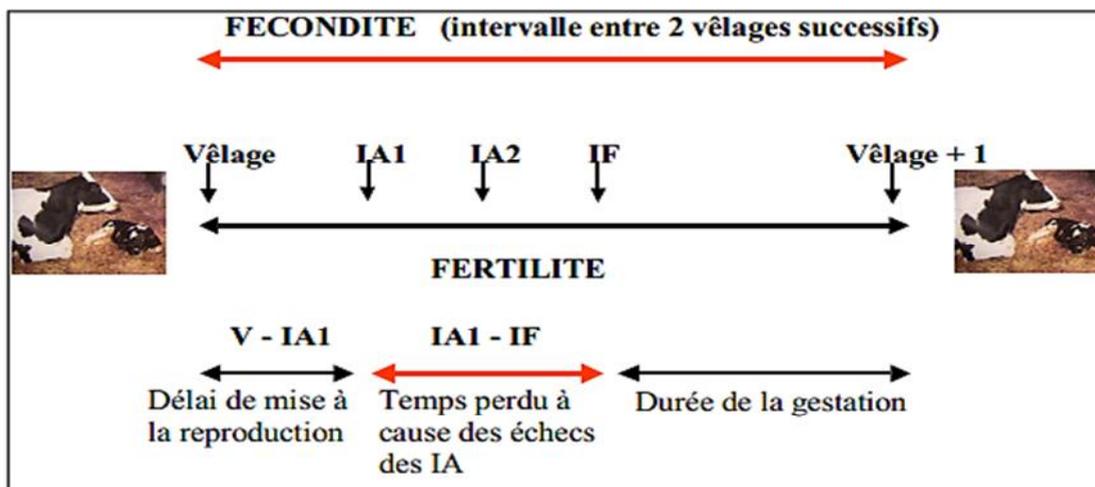
- 1- Prendre en compte tous les signes sexuels (acceptation du chevauchement, flairages et léchage des zones génitales).
- 2- Observer pendant des périodes calmes (par exemple avant la distribution de l'aliment).
- 3- Observer 2 à 3 fois par jour pendant 5 à 15 minutes.

Au total, La cyclicité des ruminants est influencé par le niveau d'alimentation qui conditionne l'intervalle vêlage et le retour de la cyclicité. Le cycle œstral chez la vache est continu alors que celui des petits ruminants est saisonnier, cette saisonnalité de la reproduction est sous le contrôle photopériodique, ainsi l'alimentation et l'effet mâle sont aussi des facteurs qui font varier la saisonnalité de la reproduction.

L'alimentation énergétique stimule l'expression de l'œstrus chez les femelles reproductrices, Le poids aussi est un paramètre qui conditionne l'apparition des chaleurs des ruminants. Les déficits alimentaires influence la cyclicité et la manifestation des chaleurs par les ruminants, le flushing est un moyen zootechnique qui est pratiquer à fin d'augmenter les apports énergétique pour une meilleure expression de l'œstrus pour réussir la pratique de l'insémination.

**2-1-3-service (saillie ou insémination), alimentation et fertilité :**

Selon HANZEN (1994), la fertilité peut se définir par le nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation et la fertilité représente l'aptitude d'une vache à être fécondée lors de sa mise à la reproduction ; la fécondité caractérise la capacité d'une femelle à être fécondée dans des délais requis. La notion de fertilité et de fécondité est illustrée dans la figure 11.



**Figure N°11 : Notions de fertilité et de fécondité appliquées en élevage bovin laitier. TILLARD et al (1999) cite par PONCET (2002).**

Dans le même sens KEVIN (2015), définit la fertilité comme l'aptitude à produire des ovocytes fécondables.

La fertilité repose sur différents paramètres ou critères qui sont d'après KEVIN (2015) à savoir :

- **Taux de réussite en première insémination artificielle (IA) :**

$$\text{Le taux de réussite en 1ere (IA)} = \frac{\text{nombre d'IA1 suivies d'une gestation confirmée}}{\text{nombre d'IA1}} \times 100$$

Il faut prendre en compte, lors de son analyse, qu'il peut être modifié par la réforme de certaines vaches, la mise en place d'un taureau...

- **Pourcentage de vaches en « repeat breeding ».**

Il s'agit des vaches présentant des chaleurs normales et régulières (tous les 21 jours) et qui sont inséminées sans résultat. Le seuil est établi à 3 IA non fécondantes ou plus.

$$\text{Taux repeat breeding} = \frac{\text{Nombre de vaches à plus de 3 IA}}{\text{Nombre de vaches mises à la reproduction}} \times 100$$

Il est à corrélérer à la politique de réforme de l'éleveur, selon qu'il privilégie la fécondité ou bien la fertilité.

• **Le rapport IA/IAf :**

$$\text{IA/IAf} = \frac{\text{nombre total d'IA}}{\text{nombre total d'IAf}}$$

• **Taux de gestation du troupeau :**

$$\text{Taux de gestation} = \frac{\text{Nombre de femelles confirmées gestantes}}{\text{Nombre de femelles mises à la reproduction}} \times 100$$

Ce critère a un impact économique essentiel. Il reflète les performances de reproduction du troupeau dans son ensemble.

L'intervalle vêlage-premières chaleurs (IV-C1). Il n'est pas toujours évident pour l'éleveur d'observer les premières chaleurs après la mise-bas, mais les noter est très utile. Cela renseigne notamment le vétérinaire sur la détection des chaleurs par l'éleveur.

L'intervalle vêlage-première insémination (IV-IA1). Il dépend essentiellement de l'attention portée dans l'élevage à une mise à la reproduction rapide.

- Taux de vaches dont l'IV-IA1 est supérieur à 90 jours.
- Numéro moyen de lactation. Il correspond à l'âge moyen du troupeau et nous renseigne donc sur la politique de réforme de l'élevage.

Les objectifs habituellement retenus pour les critères de fertilité sont résumés dans le tableau 05.

**Tableau N°05 : Objectifs de fertilité d'après HAGEN et al (2008) cite par KEVIN (2015).**

Paramètres	Objectifs
Taux réussite en IA1	>50% multipares >60% génisses
Taux de repeat breeding	<15%
IA/IAf	< 1,7
Taux de gestation	>90%
IV-C1	<50j
IV-IA1	50-70j
IV-IA1 >90j	<15%

L'alimentation est à l'origine de **60 %** des troubles de la fertilité chez la vache laitière. La pathologie, la production laitière, le logement et la gestion de la reproduction sont

également des causes à envisager lors de la dégradation des performances de reproduction **PONCET (2002)**.

A chaque cycle de la vie d'une vache laitière, les niveaux de protéine, énergie, fibre et minéraux conditionnent une bonne fertilité : Les différentes pannes de la fertilité sont souvent dues à des imprécisions dans les conduites alimentaires. Les vaches qui sont nourries avec un taux de nutriments digestibles faible ont un premier œstrus plus éloigné du vêlage et leur taux de fécondation à la première saillie est plus bas que celui des vaches qui sont suralimentés **BOUKHEDENNA et al (2015)**.

Les mêmes auteurs rapportent également que les carences en protéines sont tenues pour responsable de l'infertilité, il semble qu'une légère carence en phosphore peut provoquer un œstrus et l'abaissement de la fertilité, l'alimentation hivernale souvent carencée, ne permet pas d'aborder la mise à la reproduction dans l'excellente condition.

Dans l'espèce ovine, la fertilité est meilleure chez les agnelles que chez les animaux adultes (**70%vs 57% à 64%** selon la saison et la spéculation). Sans l'espèce caprine, la fertilité moyenne est de 64°° **HANZEN (2016b)**.

En conclusion, La fertilité représente la capacité d'une vache à mener une gestation, la connaissance des différents paramètres qui sont (Taux de réussite de IA1, Taux de repeat breeding, IA/IAf, taux de gestation, IV-C1, IV-IA1, IV-IA>90j) est indispensable pour la détection des chaleurs chez les vaches et pour réussir leur insémination.

Le facteur alimentation est essentiel qu'il convient aux éleveurs à connaître à fin d'éviter tout trouble de fertilité au sein de leurs élevages et tout impact économique qui peut refléter ce dernier. Tout trouble de la fertilité a pour origine une conduite alimentaire imprécise, les déficits de la ration sont exprimés par des retards de l'apparition d'œstrus, baisse du taux de fécondation à la première saillie comparativement aux femelles avec un régime alimentaire équilibrés en (protéine, énergie, fibre et en minéraux).

**2-1-4- La gestation.**

C'est la période qui s'écoule de la fécondation à la mise bas. Le fœtus va vivre en «parasite». La durée varie en fonction des espèces et des races.

Les variations de la durée de gestation sont présentées dans le tableau 06. **Tableau N°06 : Variation de la durée de gestation en fonction des espèces Anonyme (2017)**.

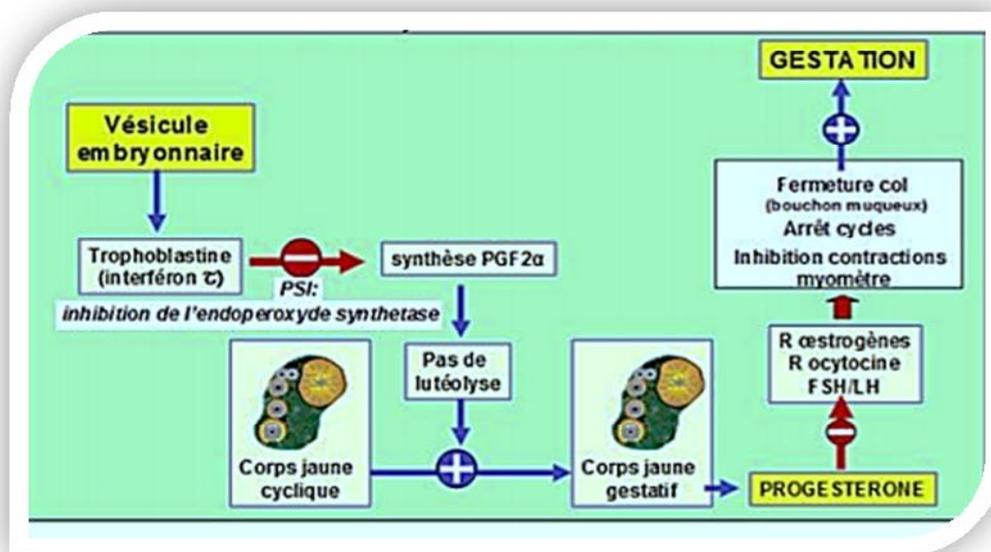
Animaux	Durée (jours)		
	minima	Moyenne	Maxima
Vache	240	285	321
Brebis	145	150	162
Chèvre	145	150	162

Pour maintenir une gestation et interdire le retour en chaleurs, le corps jaune de l'ovaire puis le placenta produisent de la progestérone.

Le placenta produit aussi des œstrogènes, à faible dose au début, puis de plus en plus vers la mise bas notamment pour préparer la mamelle **Anonyme (2016)**.

La progestérone est une hormone essentielle pour le maintien de la gestation après la saillie, et elle doit être présente dans le sang en quantité suffisante pour supporter le développement de l'embryon et sa survie. Les niveaux de progestérone augmentent dans le sang au cours des trois premiers cycles après le vêlage, mais l'augmentation est moindre pour les vaches ayant un plus grand déficit en énergie **Brisson (2003)**.

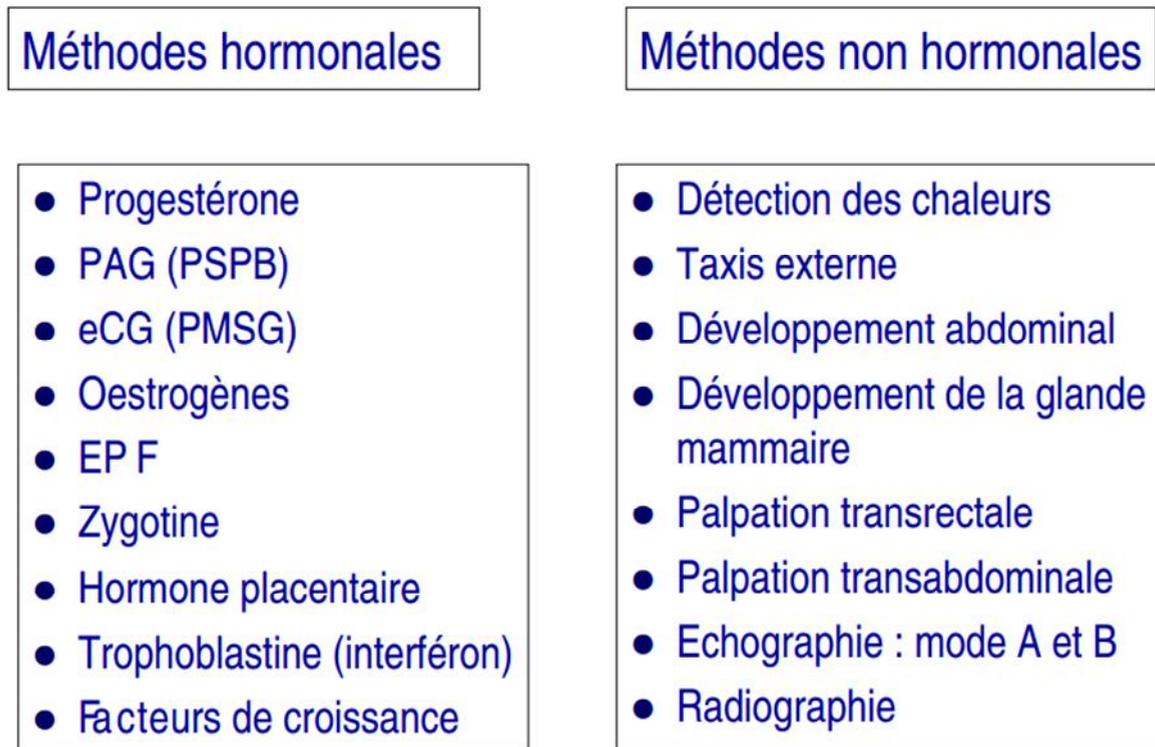
En pratique, la gestation n'est principalement objectivée est confirmée qu'à partir de 21 jours après l'insémination par dosage de la progestérone dans le sang ou le lait ou après 28 jours par échographie transrectale **COURTHEIX (2016)**. La figure 12 illustre le rôle de la progestérone dans le maintien de la gestation.



**Figure N°12 : Mécanisme de maintien de la gestation Guérin & Bérthelot (2001) cité par HANZEN (2009).**

**HANZEN (2009)** a élaboré deux méthodes de constat de gestation :

- ✓ **Méthodes hormonales** : Identification de modifications spécifiques ou non de la gestation.
- ✓ **Méthodes non- hormonales** : identification de modifications physiques ou comportementales inhérentes à la gestation. La figure 13 montre ces deux méthodes.



**Figure N°13 : Les méthodes de diagnostic de gestation chez la vache HANZEN., (2009).**

- Chez les petits ruminants, le diagnostic se fait par :
- (tige rigide) : risque de lésions rectales : La palpation abdominal-rectale a fait l'objet de plusieurs investigations concernant son utilisation pour le diagnostic de gestation chez les petits ruminants. Cette technique s'est avérée peu fiable en début de gestation. Chez la chèvre la valeur prédictive positive varie entre 94 à 97% dès le 55<sup>ème</sup> jour de gestation. Chez la brebis les valeurs prédictives peuvent atteindre 100% après le 50<sup>ème</sup> jours suivant l'accouplement. Bien que cette technique soit simple et peu coûteuse, elle présente des risques non négligeables de blessures rectales et d'avortement **SOUSA et al (2004)**.

**HANZEN (2016b)** a également abordé le risque causé par cette méthode, divers facteurs liés à la palpation manuelle du tractus génital sont de nature à influencer la fréquence de la mortalité embryonnaire. La fréquence de la mortalité embryonnaire dépend davantage de la palpation conjointe des liquides, de la vésicule amniotique et du glissement des membranes fœtales entre le 42<sup>ème</sup> et le 46<sup>ème</sup> jour de gestation que de l'expérience du clinicien.

- Dosages hormonaux, Palpation trans-abdominale : parfois difficile et tardif. D'après **HANZEN (2016a)**, le dosage de lait ou de sang de la progestérone a permis d'établir 88% des animaux de race laitière présentent une structure lutéale 35 jours après le vêlage et 95% après 50 jours. La première augmentation de la progestérone apparaît selon les auteurs entre 16 et 69 jours après le vêlage chez la vache laitière et entre 56 et 96 jours chez la vache allaitante.
- Diagnostic transrectale problèmes pratiques :
  - J18<sup>ème</sup>J19<sup>ème</sup> : Progestérone.
  - >J25 : PAG.
  - Chèvres :>J50 sulfate d'œstrone dans le lait ou le sérum.
  - Radiographie abdominale>J65 mais problèmes pratiques.

➤ Echographie. The best **HANZEN (2009)**.

D'après, **YOUNSI et al (2019)**, la plus grande partie de la croissance du fœtus à lieu aux cours des trois derniers mois (du jour 190 au jour 282) chez la vache. Le poids du futur veau passe alors en moyenne de 4Kg (poids qu'il a mis 6mois à atteindre) à environ 40Kg. Contrairement aux ovins chez qui la majorité de la croissance placentaire à lieu entre J28 et J 77 de gestation **AUTOURDE (2016)**.

Pendant cette période, les dépenses augmentent plus vite que le poids du fœtus du fait que celui-ci s'enrichit en protéines, en graisse et minéraux aux cours de son développement, elles deviennent sensibles à partir du (7<sup>ème</sup>) mois de gestation, elles augmentent avec le poids du veau à la naissance. Au (9<sup>ème</sup>) mois elles représentent presque la moitié des besoins d'entretien de la vache.

Les besoins azotés de la gestation sont donc plus importants en fin de gestation qu'au début. On considère que les besoins azotes de gestation augmentent dans une proportion de 17 à 40% des besoins protéiques d'entretien **YOUNSI et al (2019)**.

D'après, **AUTOURDE (2016)**, sous-alimenter, de façon globale des brebis ou des vaches en milieu ou fin de gestation ne modifie pas la durée de gestation.

La durée de gestation n'est pas modifiée lors de suralimentation énergétiques de 20% en fin de gestation chez des bovins ou de restriction énergétiques en fin de gestation chez des ovins ou des caprins.

Selon **MEREDEF (2017)**, la brebis gravide normalement alimentée ne mobilise ses lipides corporels que pendant le dernier tiers de la gestation et lorsqu'elle porte plusieurs fœtus. Lorsqu'elle est sous-alimentée, elle peut toutefois mobiliser plus de 50% des réserves lipidiques.

Au final, la gestation est le résultat de la réussite de la fécondation. La durée de gestation varie en fonction de l'âge et des espèces, la gestation est maintenue par la progestérone, sécrétée par le corps jaune puis le placenta, le taux de progestérone varie par rapport à la quantité d'énergie. Chez les bovins le développement du fœtus n'est exponentiel qu'à partir du 7 mois de gestation à cette période les dépenses de l'animal augmentent vu l'augmentation du poids du fœtus, en fin de gestation les besoins azotés sont plus important.

Le diagnostic de gestation présente un intérêt majeur chez les ruminants. En effet il permet de détecter au plus tôt les saillies ou les inséminations artificielles ainsi permettent le constat des cas de fertilité et d'infertilité à fin de minimiser les pertes des exploitations en réformant les animaux infertile. D'autres part permet la prise de décision du tarissement des femelles en lactation et d'assurer une meilleure alimentation pour les femelles gestantes.

### 2-1-5- Le tarissement.

La mamelle a besoin d'une période de repos pour se remettre de la lactation précédente et se préparer à la prochaine.

Le tarissement permet :

- ✓ La formation de nouveaux tissus glandulaires mammaires ;
- ✓ L'amélioration de la santé de la mamelle ;

- ✓ La guérison d'éventuelles infections.

La durée conseillée de tarissement varie entre 6 semaines chez les multipares et 8 semaines chez primipares.

Une durée courte de tarissement à une incidence négative sur la qualité du colostrum, par contre une lactation longue et une durée de tarissement supérieure à 2 mois constituent des facteurs de risque importants pour de nouvelles infections pendant la période de tarissement **BODMER (2017)**.

Des données récentes collectées par **SCOHY (2020)**, montrent que la plus part des tarissements sont réalisées entre mai et octobre, ce qui laisse penser qu'une majorité des vaches sont au pâturage durant la période sèche.

La durée de tarissement est de deux mois, mais 15% des vaches sont tout de même tarées durant trois mois et plus, «ce qui peut être source de risques», commentent les experts. En effet, il ya un risque de sur-engraissement et de maladies métaboliques cela peut aussi avoir des impacts négatifs sur la lactation suivante, la reproduction et plus globalement sur la longévité de la vache.

Le même auteur rapporte également qu'un tarissement court (environ 35Jours) peut être envisageable, voire conseillé dans certains cas pour les hautes productrices. Cela permet de limiter les risques de maladies métaboliques autour du vêlage car le déficit énergétique au début de lactation reste limité et les vaches sont moins grasses au vêlage.

Une production élevée augmente les risques de mammites sur la prochaine lactation et dans ce cas il faut vraiment appliquer un tarissement graduel et non brusque.

Le principe de base des rations de tarissement est donc d'offrir une ration peu énergétique mais volumineuse (fourrages grossiers) durant la première partie du tarissement afin de maintenir le volume du rumen et l'appétit de la vache tarie ; et ensuite lui fournir durant les dernières semaines de tarissement une ration de transition composée des mêmes aliments que la ration de lactation afin que la flore de rumen puisse s'y adapter progressivement. On maintien de cette manière une capacité d'ingestion la plus élevée possible pour les vaches en début de lactation sujette à un déficit énergétique **HANZEN (1994)**.

**ARABA (2006)**, rapporte que durant cette phase, on veillera à couvrir les besoins d'entretien de la vache permettre une croissance adéquate du fœtus et, assurer une bonne préparation au vêlage et à la lactation suivante. Une vache laitière, bonne productrice a besoin d'au moins 4 à 5 mois pour la reconstitution de ses réserves corporelles.

Selon le même auteur, La reconstitution des réserves doit donc commencer dès le milieu de la lactation. Le reconditionnement de la vache en ce milieu-fin lactation est plus avantageux qu'en période de tarissement en raison de la meilleure efficacité de transformation énergétique (**75% vs 58% respectivement**). Les vaches amaigries par leur lactation (note inférieur à 3) doivent impérativement reprendre de l'état, sinon la lactation à venir pourra être pénalisée.

Il a rapporté aussi que Les vaches grasses au tarissement (note supérieure à 4) n'ont plus besoin de grossir. On peut éventuellement les rationner mais il est impératif de respecter

la couverture de leurs besoins d'entretien et de gestation. En effet, tout amaigrissement pendant la période sèche accroît les risques de vêlage difficile et de non délivrance.

Ainsi, pour éviter l'amaigrissement des vaches tarées, la ration doit couvrir au minimum les besoins d'entretien et de gestation, soit l'équivalent de l'entretien plus **7Kg** de lait. Mais selon l'état de la vache au tarissement et de ses besoins de reprise d'état corporel, il est possible d'aller jusqu'à des apports équivalant les besoins d'entretien plus 12Kg de lait. Cela correspond à un apport de **8 à 10,5UFL** et de **700 à 900g** de **PDI**, le rapport **PDI/UFL** devant toujours être proche de **80g** de **PDI** par **UFL**.

L'alimentation minérale des vaches tarées est très importante. Le régime employé tiendra compte de la nature du régime pour le calcium et le phosphore et contiendra 4 à 5‰ de magnésium **ARABA (2006)** dans le tableau 07 les recommandations se divisent en deux groupes, les vaches en période de tarissement et en période de transition commence 21 jours avant le vêlage.

**Tableau N°07 : Les recommandations en minéraux pour les vaches en période de tarissement et en périodes de transition Anonyme(2020).**

Minéral	Vache tarée (% MS)	Vache en transition	Vache en transition (avec anions)
Ca	0,6	0,7	1,4
P	0,26	0,3	0,4
Mg	0,16	0,2	0,4
Na	0,1	0,1	<0,1
K	0,65*	0,65*	<1,5
Cl	0,2	0,2	0,8
S	0,2	0,2	0,4

La période de tarissement ne connaît pas une augmentation d'incidence aussi importante que chez la vache laitière. Le tarissement est conduit, chez les petits ruminants, soit de manière traditionnelle par espacement des traites, soit brutalement selon le modèle bovin. Dans le second cas, des problèmes peuvent survenir ; lorsque ce tarissement brutal est précoce et/ou mal conduit, en particulier s'il est associé à des injections intra mammaires réalisées dans des conditions d'hygiène insuffisantes **BERGONIER et al (1997)**. **SCOHY (2020)**, montre que le taux cellulaire moyen des vaches au contrôle précédent le tarissement oscille entre 149 et 156000 cel/ml, un quart des vaches sont considérées comme infectées par un pathogène majeur (CC > 300000 cel/ml) et ce sont principalement des multipares. Concernant les indices de nouvelles infections et de guérison, ils sont en amélioration d'année en année (12% de nouvelles infections et 77% de guérison). Les experts constatent d'ailleurs

que «les données épidémiologiques semblent plus liées à un effet troupeaux qu'à des effets individuels (quantité de lait, statut cellulaire, durée du tarissement).»

De même **BERGONIER et al (1997)** au cours de la période sèche, la persistance des mammites sub-cliniques a également fait l'objet de quelques travaux récents. Chez la brebis, le taux d'élimination spontanée des infections est estimé à 60-67% des demi-mamelles. Hormis les cas de substitution d'infection pendant la période sèche, qui dure trois à cinq mois chez la brebis laitière, le taux de stérilisation est approximativement 45%. Chez la chèvre, le taux d'élimination des staphylocoques coagulase négative (SCN) pendant la période sèche varie de 20 à 45%. Ces variations pourraient provenir en partie de différences de pathogénicité entre SNC, ainsi que de l'ancienneté et de la sévérité des infections.

Le rationnement pendant le tarissement comporte deux périodes :

- Une période d'alimentation restrictive à base d'aliments grossiers pour éviter l'engraissement et stimuler le développement de rumen.
- Une période de préparation à la lactation avec introduction progressive du concentré pour permettre une adaptation de la flore ruminale au futur apport massif de concentrés après le vêlage et à la stimulation des papilles de rumen **KHELILI (2016)**.

En conclus, que le tarissement est la période sèche durant laquelle il est possible d'agir, elle varie de 6 à 8 semaines pour permettre à la mamelle de reconstituer ces réserves et se préparer pour la prochaine lactation. Au cours de cette période les animaux infectés ont la possibilité de guérir.

Pour la période de tarissement la ration de base peut être la même que celle de la lactation, bien au contraire les quantités à distribuer sont différentes, après le vêlage les quantités à distribuer augmentera progressivement. Une alimentation adéquate en cette période est nécessaire elle doit couvrir les besoins d'entretien et de gestation pour que la vache puisse reconstituer ces réserves corporels, assurer une croissance adéquate du fœtus, et une bonne préparation au vêlage et à la lactation suivante. Durant cette période de tarissement il faut veiller à ce que la ration des ruminants soit équilibrée et permet la reprise d'état corporel des animaux à fin d'éviter tout amaigrissement des vaches, qui pénalise la lactation suivante et peut aussi être à l'origine de non délivrance et de mise-bas dystocique.

### 2-1-6-La mise -bas :

La mise-bas correspond à l'aboutissement de nombreux mois de gestation. Celle-ci a une importance économique majeure en élevage et son bon déroulement est essentielle pour l'éleveur pour qui la mère et son produit doivent être dans de meilleurs états de santé **TENAND (2015)**.

L'agnelage est l'activité physiologique qui termine la gestation et conduit à l'expulsion du fœtus. Les changements hormonaux liés à ce phénomène impliquent l'ovaire, l'utérus le fœtus et le placenta **Castonguay (2018)**.

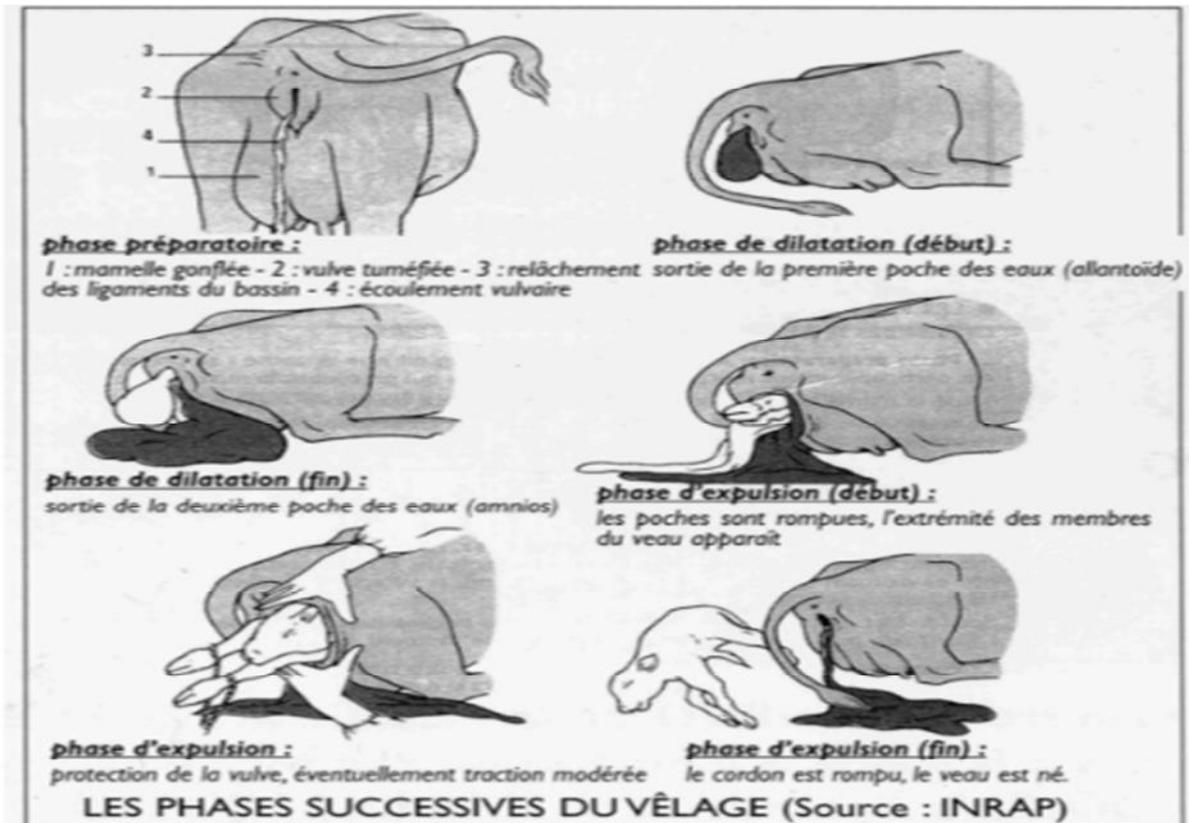
Dans les 8 jours précédant le vêlage, il y a des signes plus ou moins visibles :

- Gonflement de la vulve avec écoulements muqueux.

➤ Augmentation de volume et durcissement de la mamelle.  
 ➤ Affaissement des muscles fessiers et des ligaments : la vache se « casse », avec un maximum autour de 48h avant le vêlage **ROUSSEAU et al (2011)**.

Le vêlage se déroule en trois étapes qui sont bien détaillées dans la figure 14.

- 1- Dilatation du cervix.
- 2- Expulsion du veau.
- 3- Expulsion du placenta.



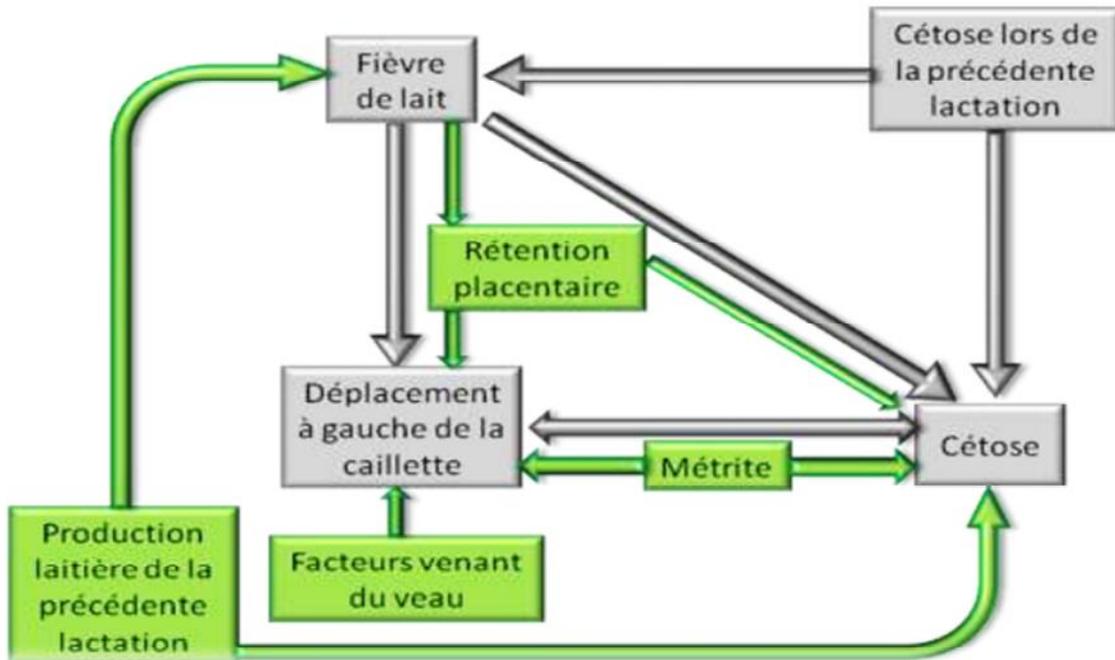
**Figure N°14 : les phases du vêlage d'après Rousseau et al (2011).**

On conclusion, un vêlage ou un agnelage est une des périodes les plus importantes dans la réussite d'un élevage. De sa réussite dépendra le revenu de l'exploitation. Il est donc impératif de bien se préparer et d'être prêt à faire face à toute situation. Toute conduite alimentaire bien menée et un bon suivie des performances de reproduction de l'animale en reproduction abouti à un produit final un veau/vache plus le bénéfice d'une production laitière.

### 2-1-7- Péri-partum :

Représente un moment clé dans la vie de la vache laitière. C'est une période qui peut se définir comme allant de 3 semaines avant à 3 semaines après le vêlage. La transition de l'état de gestation et de non lactation à celui de lactation se révèle trop souvent désastreuse

pour la vache laitière. Chez les vaches hautes productrices, l'expression du potentiel laitier entraîne, à ce moment-là, un fardeau métabolique tel que très fréquemment, apparaîtront des conséquences graves sur leur santé. Ainsi, cette période est associée au pic d'incidence des affections de la vache laitière, qu'elles soient métaboliques (non délivrances, fièvres de lait, cétoses, déplacements de caillette) ou infectieuses (mammites, métrites, para-tuberculose, troubles respiratoires). Bien connaître les mécanismes qui aboutissent à tous ces problèmes est essentiel pour la mise en place de mesures préventives et donc pour la survie économique de nos élevages **SEGOVIA (2015)**. La figure 15 illustre les facteurs de risques des troubles métaboliques du postpartum.



**Figure N°15 : Illustration de quelques facteurs de risque des troubles métaboliques du post-Partum, modifié à partir de Erb & Grohn (1988) cité par SPISER (2012).**

D'après la même source, en péri-partum, afin de prévenir certaines de ces maladies, il convient :

- ✦ D'adapter le rumen à la lactation, plus dense en énergie que la ration de tarissement.
- ✦ De maintenir une calcémie dans les valeurs usuelles.
- ✦ De maintenir efficace le système immunitaire.

D'après **HANZEN(1994)**, le vêlage et la période périnatale constituent des moments préférentiels d'apparition de pathologies métaboliques et non métaboliques susceptibles d'être à moyen ou long terme responsables d'infertilité et d'infécondité.

Comme nous venons de le voir toute ces maladies ayant un impact majeur sur la reproduction. Or ces maladies sont notamment dues à l'alimentation des vaches durant le péri-partum. Toute erreur alimentaire (déficit énergétique) durant le tarissement a un impact sur la

reproduction. Au moment du passage de l'état de gestation à celui de lactation, la vache doit adapter son métabolisme (notamment pour la production de glucose) afin de supporter les besoins de sa production, ces besoins sont nettement augmentés après le vêlage. Voir le tableau 08 qui représente les besoins en différents nutriment 4 jours après le vêlage par rapport à la période de tarissement SPISER (2012).

Il a montré aussi que les vaches présentant une balance énergétique très négative en début de lactation et une perte de la note d'état corporel supérieure à un point avaient un allongement de la durée avant la première ovulation et le premier œstrus, ainsi que des taux de conception et de progestéronémie plus faible. Or la malnutrition avant le vêlage entraîne une augmentation du déficit énergétique et une surcharge lipidique du foie qui est à l'origine d'une réduction de la capacité d'ingestion en post-partum.

**Tableau N°08 : Besoins en différents nutriments 4 jours après le vêlage par rapport à la période de fin de tarissement selon Van Saun (2008b) cité par SPISER (2012).**

Besoins	Rapport des besoins 4 jours après vêlage / fin de tarissement
Glucose	2,7
Acides aminés	2
Acides gras	4,5
Calcium	6,8

Ainsi des changements métaboliques s'opérant pendant cette période, ces changements sont résumés dans le tableau 09.

**Tableau N°09 : Liste des principales modifications métaboliques associées au début de lactation chez les ruminants (↑ = augmentation, ↓ = diminution) Ingvartsen 2006) cité par SEGOVIA (2015).**

Fonction physiologique	Changement métabolique	Tissus impliqués
<b>Synthèse du lait</b>	↑ nombre de cellules sécrétoires	Mamelle
	↑ flux sanguin	
	↑ consommation de nutriments	
<b>Métabolisme lipidique</b>	↑ lipolyse	Tissu adipeux
	↓ estérification d'acides gras	
	↓ captation d'acides gras	Autre tissus
	↑ utilisation des lipides en tant que source d'énergie	
<b>Métabolisme glucidique</b>	↑ taille du foie	Foie
	↑ flux sanguin	
	↑ néoglucogenèse	Autres tissus
	↓ utilisation du glucose	
<b>Métabolisme protéique</b>	↓ synthèse de protéines	Muscles
	↑ protéolyse	Autres tissus
	↑ synthèse de protéines	
<b>Métabolisme minéral</b>	↑ absorption	Intestins
	↑ mobilisation	Os
<b>Ingéré</b>	↑ consommation d'aliment	Système nerveux central
<b>Digestion</b>	↑ hypertrophie du tube digestif	Système digestif et glandes annexes
	↑ capacité d'absorption des nutriments	
	↑ activité métabolique	
<b>Flux sanguin</b>	↑ volume d'éjection	Cœur
	↑ afflux sanguin à la mamelle	
	↑ afflux sanguin au système digestif (foie inclus)	

L'effondrement des concentrations de vitamines A et E aggrave l'immunodépression physiologiquement présente au moment du vêlage et liée en partie aux fortes concentrations d'œstrogènes décrites pendant le péri-partum et à l'élévation de la cortisonémie, physiologique à ce moment-là. Cet état est caractérisé par : une diminution de la capacité des phagocytes à ingérer et tuer les bactéries ; une diminution de la réponse des lymphocytes aux agents mitogènes ; une baisse de la teneur sérique en immunoglobulines, Complément et congulinine. Cette immunodépression, dont l'existence est bien établie autour du vêlage, intervient directement ou indirectement dans les troubles du péri-partum. Elle semble tenir un rôle majeur dans la rétention placentaire et elle favorise l'expression clinique de nombreuses infections, en particulier celles de la mamelle, souvent contractées pendant le tarissement et celles de l'utérus. Un des symptômes accompagnant ces affections est la baisse de l'appétit, donc l'effondrement de la matière sèche ingérée, ce qui va favoriser secondairement l'apparition d'autres troubles métaboliques comme la cétose ou le déplacement de caillette **SALAT (2005)**.

Selon le même auteur, Les deux principaux dangers sont la fièvre du lait et la stéatose hépatique. Il faut absolument éviter que la vache ne soit trop grasse au moment du vêlage mais en revanche, elle doit consommer en fin de tarissement une ration de densité énergétique assez élevée, avec un niveau de protéines brutes d'environ 15% et un bilan alimentaire cation/anion (BACA) négatif. La supplémentation en vitamines A et E est indispensable les jours qui précèdent le vêlage et toute carence en oligo-élément est à éviter. Deux origines principales de la fièvre de lait ont été identifiées :

✦ Soit à une distribution alimentaire de calcium trop élevée par rapport aux besoins pendant le tarissement, et le vêlage survient alors dans une période où l'environnement hormonal est inadéquat pour une mobilisation rapide du calcium, la parathormone et le 1,25 dihydrocholécalférol étant en concentrations insuffisantes.

✦ Soit à une alcalose métabolique, liée à des apports déséquilibrés en faveur des cations forts (sodium et surtout potassium), qui crée un environnement défavorable à une réponse d'adaptation rapide de la calcémie.

Ainsi que d'autres maladies telles que Les rétentions placentaires sont définies comme une rétention partielle ou complète des membranes fœtales au-delà de 12 heures post-partum par. Celles-ci sont secondaires à une anomalie de désengrènement des caroncules maternels et des cotylédons fœtaux dans 98% des cas causée par une migration leucocytaire insuffisante; plus rarement, l'origine peut être un défaut d'expulsion par une augmentation trop faible de la PGF2 $\alpha$  ou une hypocalcémie. Les conséquences des rétentions placentaires sont nombreuses et concernent notamment la fonction de reproduction. En effet, elles favorisent l'apparition de métrite qui résulte d'une inflammation sévère impliquant toutes les épaisseurs de la paroi de l'utérus (endomètre, sous-muqueuse, musculuse et séreuse). Le plus souvent, les métrites se déclarent dans la semaine suivant le part et peuvent être associées à un vêlage dystocique, une rétention placentaire ou à un vêlage forcé et d'endométrite qui est l'inflammation de l'endomètre. Elle peut être secondaire au part mais aussi à l'accouplement, à l'insémination artificielle ou encore à l'infusion de substance irritante dans la lumière utérine. Ces conséquences provoquent une baisse de fertilité et de fécondité **SEGOVIA (2015)**. La rétention placentaire constitue un facteur de risque majeur d'apparition de pathologies telles que les métrites, l'acétonémie et le déplacement de la caillette. Ses effets augmentent le risque de réforme et susceptibles d'entraîner de l'infertilité et de l'infécondité **MAKHLOUF (2017)**.

La cétose, Elle est la résultante d'un bilan énergétique trop fortement négatif. Elle peut être clinique ou sub-clinique ; dans ce cas, la plupart des auteurs s'accordent pour considérer la concentration sérique de bêta-hydroxy butyrate ( $\beta$ -HBA) de  $1.200\mu\text{mol/l}$  comme valeur seuil de cétose sub-clinique. Les vaches qui avaient des concentrations sériques d'acide gras non estérifier AGNE Supérieures à  $0,7\text{ mEq/l}$  avant le vêlage, dont la mobilisation des graisses était donc précoce, présentaient 5 fois plus de risques de développer une cétose sub-clinique après le vêlage. Celle-ci peut avoir des conséquences néfastes sur la production de lait, sur la reproduction, sur les déplacements de la caillette à gauche (DCG) ainsi que sur l'immunité non spécifique. Le plus souvent, la cétose est le résultat d'une mauvaise conduite alimentaire lors du tarissement et des premières semaines de lactation. Toute détérioration trop forte de l'appétit s'accompagne d'une mobilisation des lipides à l'origine de stéatose. Les animaux à risque sont les vaches à tarissement trop long, les gestantes de jumeaux, les vaches trop grasses, les vaches qui avortent, celles à vêlage dystocique (génisses essentiellement), celles qui ne délivrent pas et enfin les vaches boiteuses **SALAT (2005)**.

La période péri-partum présente un vrai risque pour le développement de certaines maladies métabolique ou infectieuse ces maladies sont responsables des problèmes d'infertilité et d'infécondité. Donc le suivi du péri-partum et la prévention de maladies associés sont un point primordiale dans la performance économique et reproductive d'un élevage et aussi la santé de l'animal, alors doivent réaliser avec un intérêt particulier. L'un des facteurs les plus faciles à maîtriser en prévention des maladies reste l'alimentation (gestion des apports énergétiques, protéiques en vitamines et oligo-éléments), puisqu'il représente le facteur majeur dans l'apparition de ces pathologies. Une mauvaise conduite alimentaire durant le tarissement concernant les apports énergétiques (déficit énergétique) à un effet néfaste sur la reproduction et aussi la production du lait par la vache, la transition de la vache d'un état de gestation à celui de lactation consiste à faire adapter son métabolisme à produire du glucose car les besoins énergétiques augmentent considérablement du fait de la croissance fœtal, accélérés dans les derniers mois de lactation. Une balance énergétique négative en début de lactation conduit à une perte d'état corporel des vaches qui à son tour affecte la fonction de reproduction de l'animal en allongeant la durée avant la première ovulation et le premier œstrus et un faible taux de conception. L'alimentation minérale est indispensable en période péri-partum et toute carence en oligo-élément est à éviter à fin de prévenir des maladies métaboliques telle que la fièvre du lait lié à une hypocalcémie qui a des conséquences variées sur la période péri-partum telle qu'une diminution du tonus utérin ou encore une baisse de l'immunité, qui ont en conséquence l'augmentation de l'incidence des rétentions placentaires, métrites, et des mammites autour du vêlage.

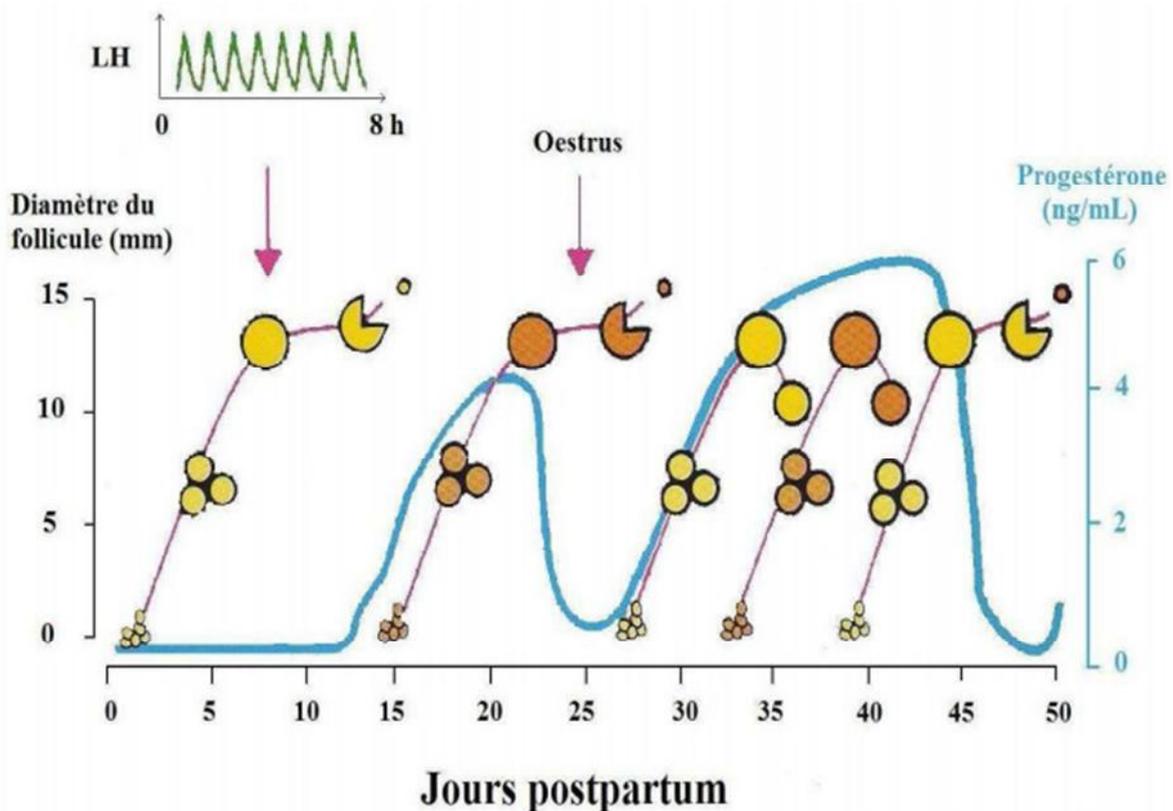
### 2-1-8-Le post-partum.

L'anœstrus post-partum se définit comme la période d'inactivité ovarienne qui fait suite à la mise bas **KEVIN (2015)**.

La reprise d'une activité ovarienne après le vêlage dépend physiologiquement de la réapparition d'une libération pulsatile de GnRH et d'une récupération par l'hypophyse d'une sensibilité à l'action de cette hormone. Ces phénomènes sont acquis vers le 10<sup>ème</sup> jour du post-partum chez la vache laitière et entre le 20<sup>ème</sup> et le 30<sup>ème</sup> jour suivant le vêlage chez la vache allaitante **HELIB et al (2018)**. La reprise précoce de la sécrétion de LH après le vêlage est d'avantage sensible au contrôle de la GnRH. Par conséquent, le facteur déterminant le

moment où se produit la première ovulation est l'obtention d'une fréquence des décharges de LH similaire à la phase folliculaire du cycle (une décharge de LH par heure). En l'absence de progestérone qui est l'agent inhibiteur de la fréquence des décharges de LH durant la phase lutéinique, la fréquence des décharges de LH chez la vache en postpartum est régulé par son alimentation, son état corporel et l'allaitement **BOSIO (2006)**.

Ajoute également que La diminution des concentrations en œstrogène et en progestérone lève l'inhibition exercée sur la sécrétion de FSH. Après une augmentation de la concentration plasmatique en FSH au cours des 5 premiers jours, toutes les vaches présentent un développement d'une vague folliculaire au cours de la 2<sup>ème</sup> semaines postpartum et ceci indépendamment de leur alimentation et de leur balance énergétique. Voir la figure 16.



**Figure N°16 : Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière postpartum (adapté d'après ENNUYER (2000). Dans 75% des cas, l'ovulation du premier follicule dominant postpartum a lieu cité par BOSIO (2006).**

Selon la même source à la fin de la maturation folliculaire, lorsque la concentration en œstrogène est suffisante, celle-ci induit le pic pré-ovulatoire de LH à l'origine de la première ovulation postpartum vers 14-25 jours en moyenne, première ovulation généralement en l'absence de manifestation visible de chaleurs (2 fois sur 3).

Le contrôle du cycle œstral est essentiel dans la gestion des élevages ovins et caprins et plus particulièrement durant la saison d'anœstrus. Les principales indications sont d'abord d'obtenir des périodes de mise bas regroupées à des périodes précises de l'année et particulièrement chez la brebis, d'augmenter la prolificité. Les autres motifs bien que moins fréquemment évoqués sont de regrouper les mises bas pour la gestion du travail de l'éleveur et lors de programme d'insémination artificiel et de transfert d'embryon **VAILLANCOURT et al (2003)**.

Au cours du post-partum, la vache laitière est dans une situation conflictuelle maximale entre d'une part l'augmentation de sa production de lait et d'autre part, la reprise d'une activité ovarienne régulière et la fécondation. Habituellement et pendant une période plus au moins longue, l'animal se trouve dans un état de déficit énergétique, les apports ne pouvant compenser les besoins requis par la production laitière. Il apparait donc essentiel qu'au travers d'une alimentation adaptée au stade du post-partum de l'animal et de son niveau de production laitière, l'importance de déficit énergétique puisse être minimisée pour assurer une récupération rapide d'un équilibre entre les apports et les besoins **HELIB (2018)**.

**KEVIN (2015)**, rapporte l'effet de l'alimentation sur l'anœstrus post-partum et qu'un déficit énergétique au cours des 2 mois précédent et des deux mois suivant le vêlage allonge la durée de l'anœstrus post-partum. Ce déficit énergétique altère la croissance des follicules 60 à 80 jours avant leur ovulation, provoquant leur atrésie ou un retard à l'ovulation. Exerce aussi un second effet néfaste, plus immédiat diminuant la synthèse de GnRH et de LH. Concernant le nombre de jours post-partum, le meilleur taux de conception est obtenu entre 70 et 90ème jours post-partum ; il diminue au cours des périodes précédentes. Par contre d'autres auteurs constatent une augmentation de la fertilité au cours du post-partum **MOUSSOUNI et al (2019)**.

Chez la brebis, l'anœstrus post-partum est prolongé par la lactation et l'anœstrus saisonnier. La mise à la reproduction n'intervient que 7 mois après l'agnelage **Anonyme (2016)**

La plus part des auteurs reconnaissant que avant et après le vêlage, la sous-alimentation sévère (< **de 10 à 20%aux besoins requis**) et prolongée de la vache, affecte la fonction ovarienne et contribue à allonger la durée de l'anœstrus post-partum **SOUAMES (2019)**.

La balance énergétique et le régime alimentaire influencent le nombre de follicules post-partum, chez la vache laitière en lactation. Il a été remarqué que les vaches ayant une faible couverture énergétique mettent plus de temps pour former un follicule de 10 mm de diamètre **POINT (2007)**.

**FROMENT (2007)**, a abordé le concept de l'état corporel des vache laitières qui subissent une chute de leurs état cours des deux voire trois premiers mois de lactation : la recommandation quant à la perte d'état post-partum sont présenté dans le tableau 10.

**Tableau N°10 : Les recommandations pour les pertes d'état corporel en post-partum FROMENT (2007).**

Référence	Recommandation	Echelle utilise
<b>ENJALBERT.F, (1995), (2002), (2003). GERLOF B.J, (1987).</b>	<b>Moins d'un point</b>	<b>Echelle de 0 à 5</b>
<b>MEISONIER E, (1994)</b>	<b>0,5 à 0,7 points</b>	<b>Echelle de 0 à 5</b>

Le postpartum apparait comme une période critique dans la vie d'une vache laitière, cependant Le retour à une activité ovarienne normale et cyclique dépend de la libération de la

GnRH et l'augmentation de la fréquence des décharges de LH qui est à l'origine de la reprise de cette activité, ainsi le facteur alimentation joue un rôle important sur la régulation de la fréquence de décharge de LH.

Un déficit énergétique exerce un effet néfaste sur la reprise du cycle ovulatoire, allonge la durée d'anœstrus postpartum, altère le processus de maturation folliculaire (Atrésie des follicules), et un effet immédiat sur la diminution de la synthèse de GnRH et LH.

### **2-1-9-La lactation.**

La lactation est une fonction propre à la classe des mammifères, destinée à alimenter le nouveau-né jusqu'à son indépendance physiologique au sevrage. Elle est apparentée également au stade physiologique d'une femelle, qui s'étend du part au tarissement. Toutefois, les physiologistes indiquent qu'elle commence à partir du stade fœtal de la gestation par le développement chez la mère des glandes mammaires. La sécrétion du colostrum et du lait par les mamelles est un état physiologique qui peut se superposer à une activité ovarienne normale, à une gestation ou à un état post-partum des mammifères et s'inscrit dans les phases de la physiologie mammaire **HAROUNA (2014)**.

La production de lait évolue au cours d'une lactation suivant un cycle qui est de même nature chez toutes les vaches laitières. La production journalière s'accroît pendant les premières semaines qui suivent le vêlage, passe par un maximum à une date variable selon les animaux, puis diminue plus ou moins régulièrement jusqu'au tarissement. Cette évolution de la production peut se représenter graphiquement par une courbe de lactation. Obtenue en portant en abscisses le temps écoulé depuis le vêlage, et en ordonnées les productions journalières correspondantes, exprimées en Kg de lait réellement fournis, ou en leur équivalent énergétique, en Kg de lait à 4% MG **YOUNSI et al (2019)**. Figure 17.

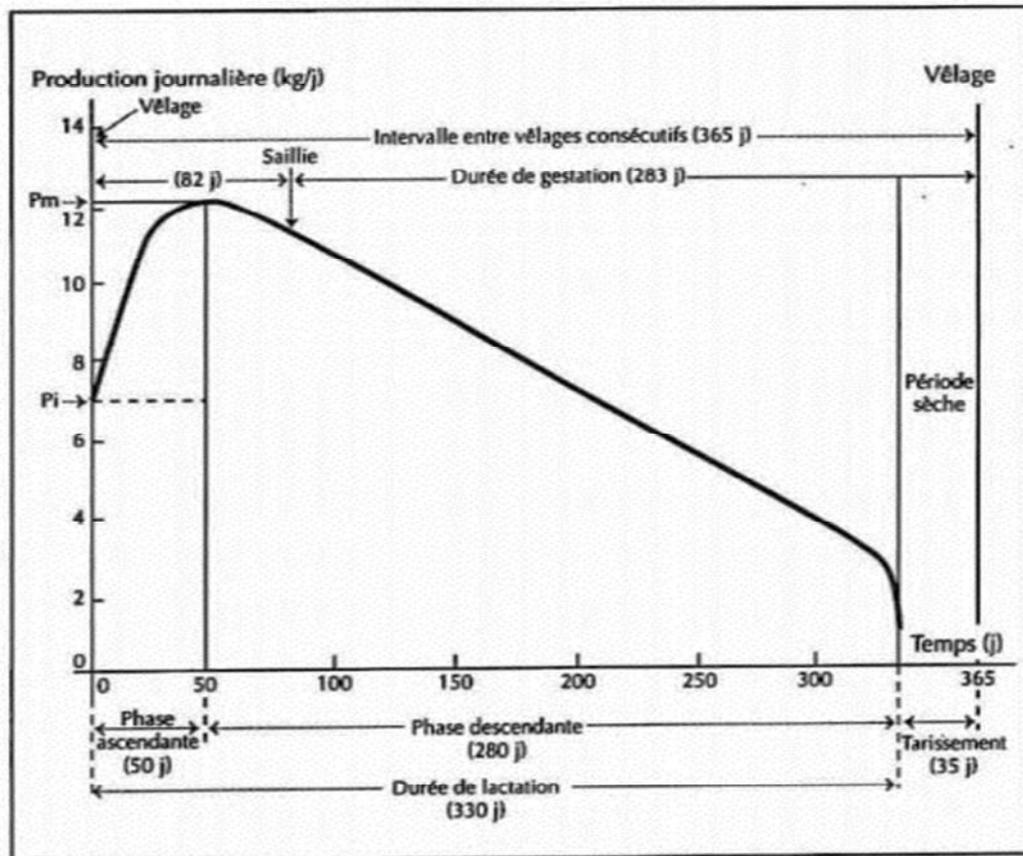
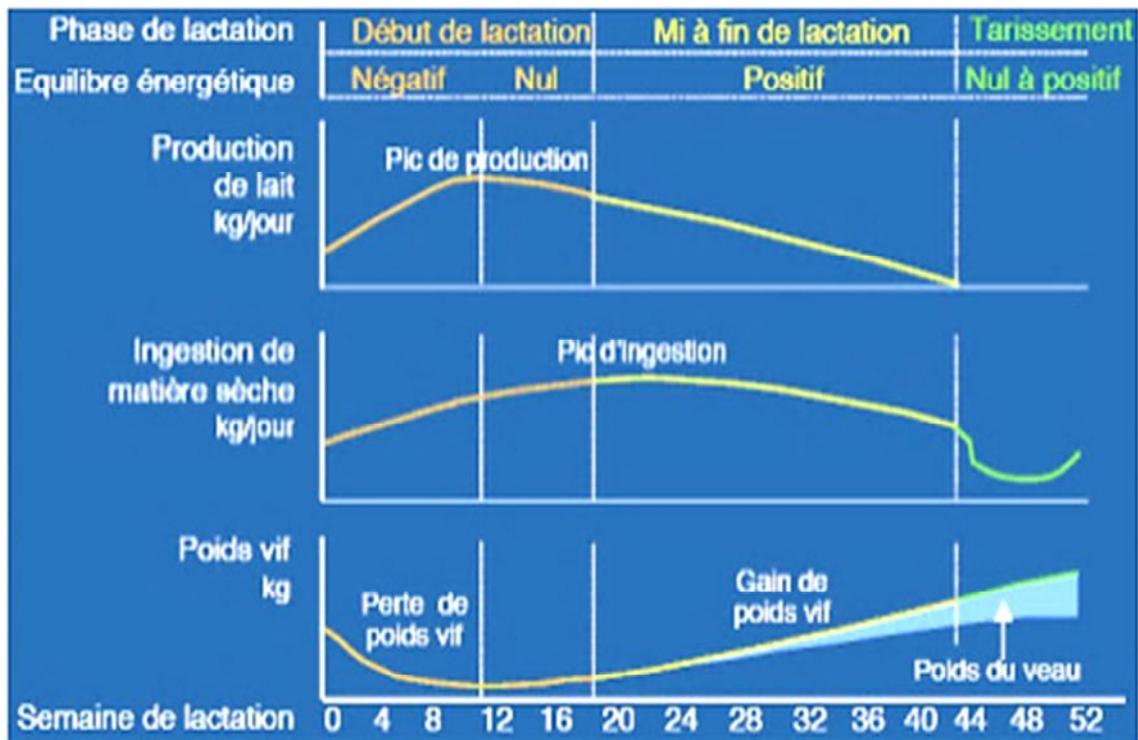


Figure N°17 : Courbe de lactation Meyer et Denis (1999) cité par YOUNSI et *al* (2019).

Rapportent également, que le début de lactation se caractérise à l'inverse par une très rapide et très forte augmentation des besoins nutritifs, alors que l'appétit ne progresse que lentement et modérément. **KADI (2007)**, à signaler que la période la plus critique pour une vache laitière se situe entre le vèlage et le pic de lactation. En effet, avec le démarrage de la lactation, les besoins de la vache montent en flèche. Suite à l'augmentation de la production laitière qui atteint son maximum à la 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> semaine (fin du 1<sup>er</sup> mois) chez les faibles productrices, et à la 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> semaines chez les fortes productrices. Ces besoins représentent 3 à 6 fois ceux de l'entretien ou de la fin de gestation. Affirme également que le cout nutritionnel **de 8 jours de lactation équivaut à 9 mois de gestation**, tandis qu'**un litre de lait au pic de lactation équivaut à 200L** sur l'ensemble d'une lactation.

Une sous-alimentation inévitable des vaches en début de lactation nécessite qu'elles soient capables de mobiliser ces réserves. Outre sa richesse en énergie, la ration doit contenir suffisamment de fibres (min de **17% de fibre** ou **19% d'ADF** ou ligno-cellulose pour un bon fonctionnement du rumen et un lait présentant une teneur normale en MG.

Une ration constituée de **40-45% de fourrage** de bonne qualité d'énergie nécessaire à la vache en début de lactation. Tel qu'il est représenté dans la figure 18.



**Figure N°18 : Evolution de l'équilibre énergétique, de la production laitière de l'ingestion et du poids vif durant les phases du cycle de lactation de la vache laitière WATTIAUX (2003) cité par KADI (2007).**

Lorsque le déficit azoté concerne l'apport en PDI, c'est-à-dire un manque d'acides aminés absorbés, en début de lactation, on observe une diminution de la production laitière, expliquée par une moindre utilisation des réserves énergétiques. Ce déficit est rare durant le tarissement. Un déficit en azote dégradable (apport PDIN inférieur PDIE) limite l'efficacité de la digestion microbienne et entraîne une diminution de la production laitière, expliquée par une moindre utilisation des réserves énergétiques. Ce déficit est rare durant le tarissement **BOSIO (2006).**

L'alimentation azotée est un élément clé du rationnement des vaches laitières car elle module à la fois les performances et l'impact environnemental de l'élevage. La ration alimentaire de la vache laitière doit renfermer suffisamment de protéine non dégradables dans le rumen.

Les ruminants, parviennent à satisfaire leurs besoins en glucose par un processus de néoglucogenèse hépatique intense à partir de substrat tel que les acides gras volatils.

Il est indéniable que l'alimentation n'est pas le seul facteur indispensable à maîtriser pour une production laitière satisfaisante, en quantité et qualité. La santé et le bien-être des vaches, l'hygiène de la traite et l'environnement sont les autres piliers de l'élevage laitiers **KADI (2007).**

**COURTHEIX (2016)** a abordé l'effet d'une augmentation de la note d'état au vêlage de 2 à 3 points correspond à 322 Kg supplémentaires de lait produit au cours des 90 premiers jours de lactation. Cette augmentation est moins forte (+33kg) lorsque l'on passe de 3 à 4 points. Ainsi, une perte de note d'état corporel n'excédant pas 1,5 point à 120 jours de

lactation est associée à une augmentation de la production laitière. Au-delà de 1,5 point de perte, une diminution de la production comparativement au potentiel laitier est constatée.

Il a également abordé l'impact de production laitière sur la reprise de cyclicité différée reste difficile à déterminer. L'effet négatif du niveau de production laitière sur la durée et l'intensité des chaleurs a été couramment observé. L'augmentation du nombre de traites, et donc de la production laitière à potentiel génétique constant abaisse le taux de détection des chaleurs et des observations.

Pour l'alimentation minérale selon **HANZEN (2010)**, le calcium et le phosphore sont les deux éléments fondamentaux de la structure de la micelle. Ils sont avec le magnésium responsable de la stabilisation de la micelle. Les ions potassium, sodium et chlore réalisent avec le lactose, l'équilibre de pression osmotique du lait dans la mamelle vis-à-vis de la pression sanguine. Ils subissent des variations importantes en cas de mammite. La concentration du chlore augmente dans le lait en cas de mammite. Bien que sa détermination puisse être possible en laboratoire au moyen d'un test à base de bicarbonate de potassium et de nitrate d'argent, en pratique elle s'avère peu fiable puisque la concentration dépend également de la quantité de lait produite.

Les teneurs en oligo-éléments sont très variables en fonction du degré de contamination du lait après la traite. Les teneurs en Ca, P et Mg sont indépendants de la ration, l'animal pouvant faire appel à ses réserves osseuses. En cas de carence, c'est la production de lait qui diminue.

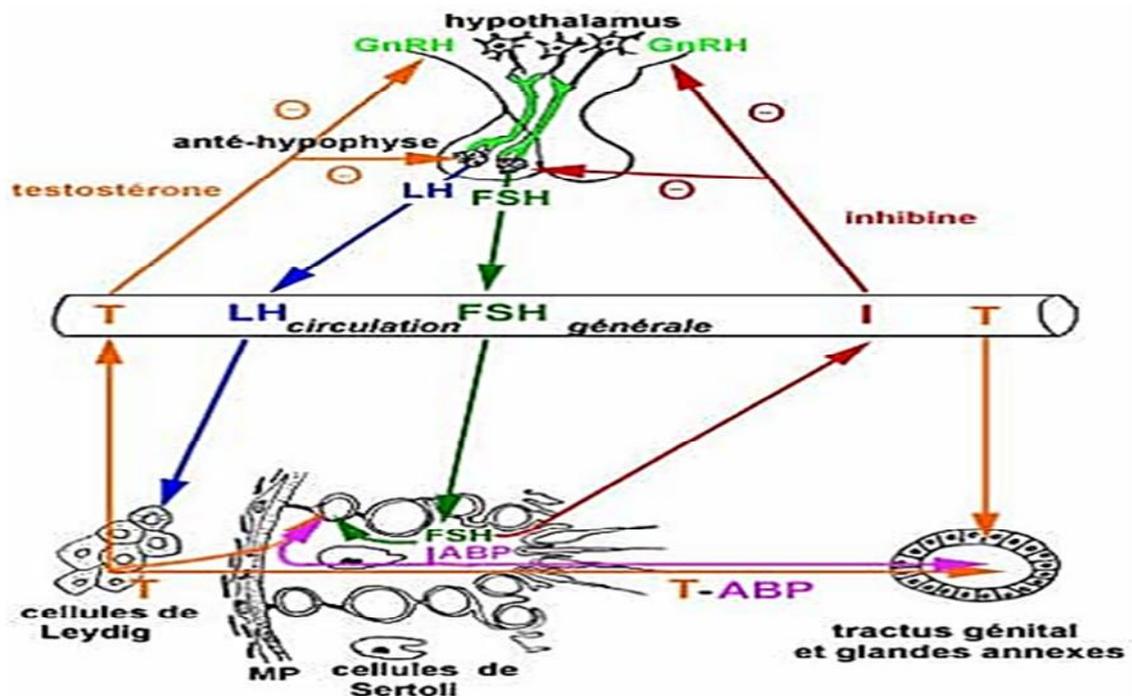
En conclusion, la lactation est une caractéristique des mammifères (vache, brebis, chèvre...) elle s'étend du vêlage au tarissement. En période de lactation l'alimentation est le paramètre à prendre en considération à fin de réussir cette période dans la vie d'une vache laitière. Il faut veiller à ce que le régime alimentaire durant cette période soit équilibrés et qu'il couvre les besoins de la vache. Le début de lactation est caractérisé par des besoins faibles qui deviennent rapidement important suite à une production laitière élevée. L'alimentation azotée reste la clé du rationnement des vaches laitières avec son importance sur les performances de reproduction et aussi l'impact environnemental de l'élevage, elle doit contenir des protéines non dégradables dans leur rumen. Un équilibre énergétique en début de lactation est indispensable pour une production laitière élevée, ainsi le pic de lactation est atteint avant le pic d'ingestion. En début de lactation une perte d'état corporel est inévitable, elle est associée à une augmentation de la production laitière, en fin de lactation les vaches reprennent leur état corporel, alors que leur production diminue. Cette production affecte également les performances de reproduction des animaux leur reprise du cycle œstral et leur manifestation des chaleurs. L'alimentation minérale en cette période de lactation est importante en cas de carence l'animal mobilise ses réserves osseuses alors que la production diminue.

## **2-2-Le mâle :**

### **2-2-1- La régulation de la fonction sexuelle male :**

La fonction sexuelle male est essentiellement contrôlés par les sécrétions hormonales. L'hypothalamus sécrète un peptide appelé GnRH qui stimule la synthèse hypophysaire et la libération de deux hormones gonadotropes FSH et LH. Les cellules de Sertoli (cellules

somatiques des tubes séminifères) possèdent des récepteurs sensibles à la FSH. Les cellules de Leydig (cellules interstitielles des testicules) possèdent des récepteurs sensibles à LH. La testostérone sécrétée par les cellules de Leydig intervient dans le contrôle des caractères sexuels primaires (développement de l'appareil reproducteur et des fonctionnements), secondaires (morphologie de type mâle) et tertiaires (comportement). Les cellules de Sertoli produisent l'inhibine qui exerce une rétroaction au niveau hypophysaire. Elles produisent également de l'ABP (Androgen Binding Protein) assurant le transport de la testostérone vers les cellules germinales et la lumière du tube séminifère. Les interactions entre ces hormones contribuent à assurer un équilibre dynamique indispensable au déroulement de la gamétogenèse et à l'émission du sperme **KABERA (2008)**. La figure 19 représente le contrôle neuroendocrinien chez le mâle.



**Figure N°19 : Contrôle neuroendocrinien de l'appareil génital masculin d'après KABERA (2008).**

En conclusion, La régulation de la fonction sexuelle mâle est sous le contrôle de l'axe hypothalamus, qui stimule l'hypophyse pour une relance hormonales gonadotrope FSH et LH. La libération de ces hormones par l'hypophyse contribue à l'apparition des caractères sexuels male ainsi pour un bon déroulement de la puberté.

### 2-2-2-La puberté.

Elle se définit comme la première fois où le mâle est capable de produire un éjaculat contenant 50 millions de spermatozoïdes dont 10% au minimum sont mobiles. Pour les bovins, la puberté est atteinte en moyenne entre 35 et 55 semaines d'âge. Comme chez la femelle, de nombreux facteurs influencent l'âge d'acquisition de la puberté, entre autres la race, le gain moyen quotidien (GMQ) et donc la nutrition, et la saison de naissance **RINGUET (2019)**.

Chez le taureau, la puberté est plus tardive pour les races allaitantes que pour les races laitières. On moyenne, la puberté apparaît entre 10 et 12 mois. Des changements morphologiques peuvent être notés chez le mâle quelques semaines avant l'apparition des spermatozoïdes fertiles dans l'éjaculat. On observe des changements de la conformation corporelle, une augmentation de l'agressivité envers les autres mâles, une augmentation de la libido ainsi qu'une croissance rapide du pénis et des testicules **CABANNES (2008)**.

Chez le bouc la puberté apparaît vers 5-6 mois. Il est cependant conseillé d'attendre l'âge de 7 mois pour une première mise à la reproduction **CHANVALLON (2011)**.

Pour les ovins selon, **BOUSSENA (2016)**, la puberté apparaît à un âge moyen de  $228 \pm 7$  jours et avec un poids moyen  $40,4 \pm 1,2$  Kg. Des corrélations hautement significatives ( $P < 0,001$ ) sont observées entre les mensurations testiculaires et celle du corps.

D'après les études relatives aux effets du niveau alimentaire sur le développement de la fonction reproductive chez les races prolifiques ; qui ont été faites par **CHAFRI et al (2008)**, ont concluent que le poids et le diamètre testiculaire des agneaux de race prolifique D'man sont étroitement liés au niveau alimentaire appliqué lorsque les animaux sont jeunes. En effet, l'âge d'entrée dans la puberté des agneaux recevant un régime haut et plus précoce que celui des agneaux du régime bas. La figure 20, résume l'évolution de la circonférence scrotale en fonction de l'âge des agneaux des deux lots.

**MEYER (2009)** à aborder l'effet de l'alimentation, en cas de sous-alimentation globale, le taurillon est moins développé et produit moins de spermatozoïdes. La puberté est plus tardive si la croissance est plus lente. En cas de sous-alimentation en lipides, la puberté est retardée, et si la sous-nutrition est grave et prolongée il peut y avoir hypoplasie des testicules. En cas de carence en vitamine A, les taurillons ont un retard à la puberté.

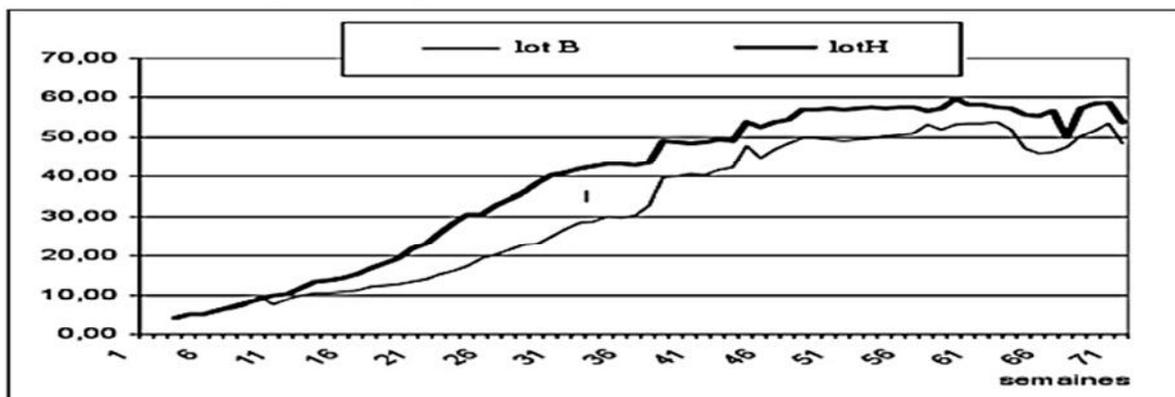


Figure N°20 : Evolution de la circonférence scrotale (en cm) en fonction de l'âge des agneaux des deux lots CHAFRI et al (2008).

**Remarque :** Le régime haut (H)= {Foins concentré à volonté 700g /animale /J à l'âge de 6mois}.

Le régime bas (B)= {même foin+ 40%du concentré ingéré par le lot haut}.

D'après la même source, l'analyse du développement testiculaire a une très grande importance car elle est significativement corrélée avec l'activité reproductive. La taille testiculaire à la puberté est un indicateur valable du taux d'ovulation en raison de mécanismes

physiologiques communs dans le contrôle de l'expression des caractères sexuels chez le mâle et la femelle. Cependant, la croissance testiculaire est sensible aux changements alimentaires.

La puberté chez le mâle marque l'acquisition de la fonction reproductive, elle est atteinte chez les mâles à différentes âges selon les races et les espèces et selon également les conditions environnementales, elle dépend également du poids vifs des animaux et de leur niveau alimentaire. Cette puberté est marquée par la capacité des mâles à produire des spermatozoïdes fertiles et l'apparition des caractères sexuels secondaires. Une conduite alimentaire bien menée conduit à une puberté précoce tandis qu'un régime alimentaire bas retarde l'âge de la puberté chez les animaux ce qui peut influencer leurs fertilités. La circonférence scrotale est fortement corrélée avec le poids vifs des agneaux. Leur développement corporel dépend strictement de l'alimentation après mise bas.

### 2-2-3- La libido :

La libido peut être définie comme la volonté et la vigueur du mâle, c'est une composante importante de la fertilité du taureau, surtout en monte naturelle. Elle est déterminée par de nombreux facteurs. Une part est génétique comme par exemple la race : les taureaux allaitants ou l'âge. Mais il y a aussi des facteurs environnementaux comme l'apprentissage, le ratio de vaches présentées par taureau, la présence d'un autre taureau plus dominant. Enfin des problèmes physiques (Boiterie, obésité, maladie générales) et nutritionnels (sur ou sous-nutrition) peuvent entraîner une diminution de la libido **RINGUET (2019)**.

La malnutrition affecte rarement le comportement sexuel des mâles, et l'on considère généralement que ces derniers sont moins sensibles que les femelles à un manque de nourriture de bonne qualité. Il reste que l'alimentation peut tout de même avoir un léger effet sur le désir sexuel et une sous-alimentation sévère est susceptible de faire baisser la libido chez certains verrats **MANTECA et al (2014)**.

Selon le même auteur, La sous-alimentation a également été mise en cause dans les cas de diminution de l'instinct sexuel chez le bélier, et certains travaux suggèrent même que la libido en est affectée avant même la spermatogenèse. Les béliers en enclos voient leur pulsion sexuelle décliner rapidement dès lorsqu'ils perdent plus de **15%** de leur poids corporel, il est donc recommandé de nourrir suffisamment les béliers, non seulement pendant la saison de la lutte mais déjà au cours des deux mois qui précèdent.

Rapporte aussi que L'obésité est parfois, en particulier chez les bovins la cause de difficulté de monte et de perte de libido ; cela peut devenir un problème dans les centres d'insémination artificielle. Il est probable que les inconvénients de l'obésité soient exacerbés par les températures ambiantes élevées.

Au final, la libido chez le mâle est un indice qui représente leur vigueur et leur fertilité, la libido est influencée par plusieurs facteurs tels que l'alimentation qui est le facteur majeur qui agit sur l'expression de ce comportement par l'animal. En effet une sous-alimentation conduit à une perte du poids vifs des animaux qui peut affecter le désir sexuel des mâles, également une suralimentation conduisant à l'engraissement voire obésité des animaux provoque la diminution de leur libido ainsi peut devenir un problème en monte naturel et aussi en insémination artificielle.

**2-2-4-Le spermato gramme (qualité/quantité).**

La qualité du sperme peut être altérée sous les climats difficiles, en particulier tropicaux. Généralement, il est décrit chez les taureaux importés de zones tempérées, une influence défavorable des températures élevées, associées ou non à une forte hygrométrie, sur la qualité du sperme : Baisse de la concentration, de la motilité, du pourcentage de spermatozoïdes vivants, de la fertilité, et augmentation du taux de spermatozoïdes anormaux **Cloé et al (1989)**.

Par ailleurs, **BEN ROMDHANE et al (2014)**, ont constatés un effet de la saison sur les paramètres quantitatifs de la semence chez le taureau de race pie noire en Tunisie.

Une étude complémentaire à celle réalisée en 2006 a pu montrer que la faible qualité du sperme de taureau Blanc Bleu Belge (**BBB**) comparée à celle des Holstein était causée par la dégénérescence testiculaire, cette dégénérescence testiculaire des BBB pouvant elle-même être causée par la grande sensibilité de ces taureaux aux stress environnementaux (ex : une température excédant 30C°, une soudaine augmentation/diminution des concentrés alimentaires, un changement de ferme, **Delhasse (2018)**).

Chez le bélier, la supplémentation à base de vitamines et minéraux, peut améliorer la qualité et/ou la quantité de la semence, d'après certaines études la vitamine E peut améliorer la densité des cellules de spermatogénèse, les cellules de sertoli. Une diminution anormale, notamment en zinc entraîne une diminution de la motilité de spermatozoïdes. La vitamine C pourrait aussi avoir un effet sur la motilité des spermatozoïdes **LITIM et al (2014)**.

La qualité de la semence reste très déterminante dans tout processus d'IA. En effet, seule une semence de qualité (bonne récolte, bonne analyse et bonne conservation) permettra d'assurer une fécondation à la suite d'une insémination faite dans les règles de l'art **MOUSSOUNI (2019)**.

**CORAH (1987)** rapporte qu'une suralimentation (excès de glucides ou d'azote) chez le taureau, il y a une toxicose et la spermatogénèse est tout de suite affectée d'où une augmentation des spermatozoïdes anormaux et une diminution de la mobilité. Il y a aussi des troubles digestifs et de la locomotion (fourbure, arthropathies).

D'après, **KABERA (2008)** la décision de garder ou détruire le sperme récolté est fonction des résultats que fournit l'examen de sa qualité. Les normes communément admises pour l'évaluation de la qualité d'un éjaculat dans le cadre de son utilisation pour insémination artificielle sont :

- Volume > 1ml ;
- Concentration supérieure à  $0,5 \times 10^9$  par ml ;
- Motilité supérieure  $\geq 3$  ;
- Pourcentage de spermatozoïdes vivants > 60% ;
- Taux de spermatozoïdes sans anomalies majeures > 80% ;
- PH [6,5- 7,2].

La qualité et la quantité de spermatozoïdes est sous l'influence des facteurs : climatiques, génétique et le facteur alimentation, ces facteurs peuvent contribuer à une

dégénérescence des testicules qui va altérer la reproduction chez les animaux. L'alimentation constitue le facteur majeur favorisant la production de spermatozoïdes par les mâles à son tour participe à une meilleure qualité et/ou quantité de la semence, l'alimentation minérale et vitaminique contribue à l'amélioration de cette qualité et/ou quantité. Or toute carence en élément minéraux et en vitamine entraîne une baisse de la motilité des spermatozoïdes. La spermato-gramme permet d'évaluer et d'apprécier sa qualité (motilité, fertilité) et sa quantité (concentration, pourcentage de spermatozoïdes vivant et le taux de spermatozoïdes anormaux). Afin de maximiser le succès de l'insémination artificielle et d'assurer une semence de qualité aux utilisateurs pour assurer également une fécondation.

### 2-3-Bilan : Nutrition et productivité.

La productivité est un critère à signification économique qui s'apprécie généralement au moment de la commercialisation des produits. Il tient compte de la mortalité depuis la naissance : C'est un rapport entre le nombre de produit vivants à un âge donné sur le nombre de femelles mises à la reproduction.

Signale également, l'effet de l'alimentation avant ou après le vêlage sur la reproduction relèvent de trois types d'études : les premières ont été réservées aux effets sur la croissance folliculaire et l'activité lutéale. Les secondes ont été consacrées aux paramètres et performance de reproduction dont ils résultent : anœstrus, intervalles entre vêlage et 1<sup>ère</sup> insémination, entre vêlage et insémination fécondante, index de fertilité. La troisième enfin ce sont d'avantage attachées à décrire les mécanismes hormonaux **SOUAMES (2019)**.

Dans les exploitations allaitantes bovines et ovines, les niveaux, élevés d'autonomie ne compromettent pas les niveaux de productivités : Ils correspondent à une bonne maîtrise des charges (alimentation et fertilisation), à une bonne rentabilité économique (marge par unité gros bétail **UGB**). Est une utilisation plus rationnelle de l'ensemble de l'exploitation. Ces observations sont confirmées par une expérimentation de type système : une dés intensification peut conduire à une amélioration de la rentabilité économique mais nécessite une plus grande technicité pour valoriser au mieux les ressources herbagères **LHERM et al (2003)**.

En zone tropicale la productivité numérique des bovins est plus faible qu'en zone tempérée. Les causes sont liées au climat et à l'alimentation. La mauvaise nutrition est le facteur majeur des performances de reproduction médiocres des vaches laitières des petits éleveurs en milieu tropicale : taux de conception bas, intervalle entre vêlage élevés. Elle prédispose aux maladies d'où une mortalité élevée. L'amélioration de l'alimentation dans ces élevages serait très bénéfique **MEYER (2009)**.

Le facteur de productivité rapporte l'impact de l'alimentation avant et après le vêlage. Cependant une mauvaise nutrition constitue le premier paramètre qui influence les performances de reproduction des vaches laitières. C'est-à-dire influence leur taux de conception, l'intervalle entre vêlage (fertilité et fécondité). Les vêlages sont exposés à des maladies et des mortalités élevées, l'étude de ce facteur à montrer la nécessité d'une amélioration de l'alimentation dans les élevages à fin d'améliorer la productivité et aussi les performances reproductives et économiques.

# **Chapitre 3 :**

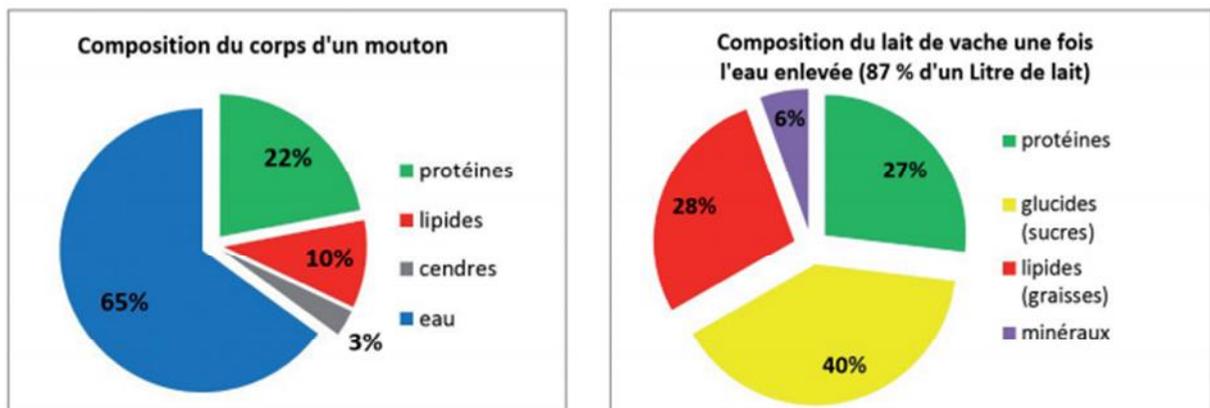
## **La couverture des besoins alimentaires**

La première étape du rationnement consiste à renseigner l’animal considéré, un certain nombre de caractéristiques zootechniques : son espèce (bovin, ovin, caprin), son type de production (lait, viande, élevage), sa race, son sexe, son âge, son poids, son gain de poids et son état corporel. Pour les animaux laitiers, il faut également renseigner les indicateurs de lactation : le stade, le potentiel laitier, la quantité et la composition du lait produit (taux butyreux et protéique), **AGABRIEL et al (2007)**.

Selon **INRA (2010)**, les composés essentiels dans le corps d’un ruminant sont :

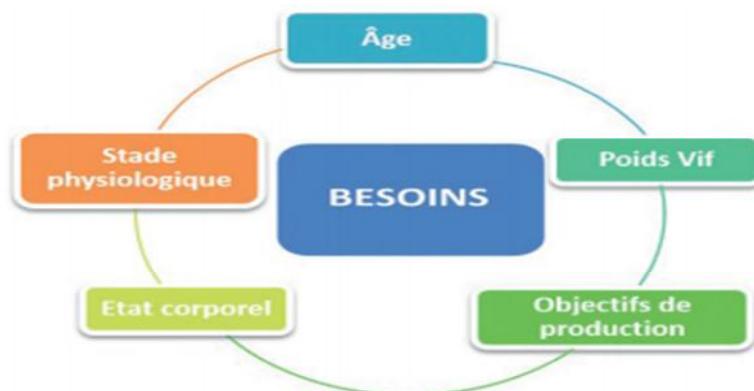
- De l’eau en grande quantité.
- Des protéines.
- Des graisses (lipides).

-Une fraction minérale (cendres contenant les minéraux). La figure ci-dessous représente ces différents éléments constituant le corps d’un ruminants et le lait. La figure 21 montre la composition du corps d’un mouton et la composition du lait.



**Figure N° 21 : (de gauche à droite) : Compositions en éléments nutritifs du corps d’un mouton et du lait de vache une fois l’eau enlevée - Source : d’après l’alimentation des ruminants, Chesworth (1996) cité par INRA (2010).**

Il rapporte également, que les besoins en énergie, protéines, et minéraux varient en fonction de plusieurs facteurs tels le représente la figure 22.



**Figure N° 22 : Les facteurs de variations des besoins alimentaires d’après INRA (2010).**

Les besoins alimentaires des animaux varient selon différents facteurs tels que (âge, la race, le sexe, le poids, l'état corporel, le stade physiologique et l'objectif de production), sont des paramètres à connaître à fin de réussir la couverture de leur besoin en alimentation.

### 3-1- Les besoins en eau.

L'eau est un nutriment essentiel qui intervient dans toutes les fonctions physiologiques de base de l'organisme. Cependant, il faut noter que l'eau, comparée à d'autres nutriments, est consommée en quantités beaucoup plus importantes. C'est pourquoi sa disponibilité et sa qualité sont des paramètres clés dans la santé et la productivité du bétail.

La qualité d'eau, elle doit être propre, sans odeur marquée qui limite sa consommation. La qualité de l'eau peut avoir des répercussions importante sur la production et la santé d'un animale, c'est pourquoi l'eau destinée au bétail doit faire l'objet d'analyses régulières. Les besoins et la consommation d'eau du bétail peuvent varier en fonction des espèces et des races, de l'état des animaux, de leur mode de production, et de l'environnement ou du climat dans lequel ils évoluent. Ils dépendent également de l'activité de l'animal, la température ambiante, l'humidité, la fréquence respiratoire, la consommation d'eau et de nourriture, ainsi que de plusieurs facteurs physiologique, tels que l'âge, l'état reproducteur (ex : sèche, gravide ou en lactation), la production de lait et de nombreuses autres variables **ANDREW et al (2009)**.

D'après **YOUNSI et al (2019)**, rapportent que chez les bovins, la femelle en lactation a des besoins importants en eau, car le lait contient approximativement  $87\%$ , si bien qu'une vache consommera quotidiennement environ quatre fois sa production laitière. Ainsi une vache produisant 30Kg de lait à besoins d'environ 102 litres d'eau par jour. Les besoins en eau sont représentés dans le tableau 11.

**Tableau N°11 : Les besoins en eau du bétail BOUABOUD (2018) cité par YOUNSI et al (2019).**

Espèce animale	Litre/ tête/ jour
Vache laitière	135
Vache de race de boucherie	112
Veau d'engraissement	67
Ovin	13
Cheval	54

**GIRAULT et al (2016)**, ont déclaré que chez les chèvres au pâturage, l'eau contenue dans l'herbe pâturée et bue au bâtiment matin et soir est suffisante pour combler leurs besoins.

En conclusion, l'eau et le premier besoin à satisfaire chez un ruminant. L'eau intervient dans de nombreux mécanismes : digestion, production, rafraichissement, excrément,... L'eau est donc essentielle et il faut que les animaux aient à disposition de l'eau propre à volonté.

### 3-2-Les besoins en énergie.

La balance énergétique peut être définie comme la différence entre l'énergie nette consommée et l'énergie nette requise pour l'entretien et la production. Elle est négative chez les vaches en début de lactation. La couverture des besoins énergétiques chez les vaches laitières à fort potentiel s'avère impossible en début de lactation, malgré l'utilisation de fourrage de qualité (impliquant l'obligation d'une transition progressive sur 2 à 3 semaines) et l'accroissement du pourcentage de concentrés, progressif également. En effet, les très bons fourrages dépassent rarement 0,9UFL/Kg MS et les concentrés énergétiques courants, comme les céréales, avoisinent 1,2 UFL/Kg MS **BOSIO (2006)**.

Les besoins énergétiques des femelles laitières en gestation ou en lactation ont été calculés par la méthode factorielle en ajoutant les besoins correspondant à l'entretien, à la lactation, à la gestation et au gain de poids (constitution des réserves corporelles), **DEMARQUILLUY et al (1996)**. Selon l'**institut de l'élevage (2014)** cité par **CROCCO (2017)**, rapporte qu'en début de lactation, les besoins énergétique sont accrus en moyenne de 10 à 20<sup>o</sup>°, permettant une production moyenne de 8L de lait. Les besoins énergétiques de lactation sont directement liés à la production de lait et s'élèvent en moyenne à 0,45UFL par litre de lait produit.

D'après **DE la TORRE (2017)**, pour la vache allaitante, le besoin énergétique d'entretien correspond à 70<sup>o</sup>° des besoins annuels totaux, contre 40 à 50<sup>o</sup>° chez la vache laitière.

Les besoins énergétique des ruminants sont exprimés en fonction d'une unité fourragère lait (UFL), qui prend en compte la transformation de l'énergie en viande ou en lait pour les bovins avec une croissance inférieure à 1Kg /J **INRA (2010)**.

Concernant les petits ruminants, le besoin énergétique est lié au comportement et l'état physiologique de l'animal. Le succès reproductif observé chez les chèvres et mouton recevant les aliments de mauvaise qualité nutritionnelles est limité est faible. La reproduction demande plus d'énergie chez la femelle que chez le male à cause du besoin d'énergie pour le développement du fœtus lors de la production laitière, **ANDRIANARISOA (2013)** Le tableau représente les besoins énergétique quotidien d'une vache laitière en fonction de son stade physiologique. Voir le tableau 12.

**Tableau N°12 : Besoins énergétiques quotidiens d'une vache laitière de 600 kg en fonction de son stade physiologique. INRA (1988) cité par PONCET (2002).**

ENTRETIEN	TARISSEMENT	PRODUCTION
5-5.6 UFL/j	7 <sup>ème</sup> mois de gestation : + 0.9 UFL/j 8 <sup>ème</sup> mois de gestation : + 1.6 UFL/j 9 <sup>ème</sup> mois de gestation : + 2.6 UFL/j	+ 0.44 UFL par litre de lait standard (à 40 g de matières grasses par litre)

Un accroissement du déficit énergétique (consécutif à une diminution de production laitières) a des conséquences sur la sécrétion de LH, la croissance folliculaire et la production d'embryon en réponse à un traitement de super ovulation **HELIB et al (2018)**. De même, il a été démontré qu'une réduction de 20 à 40% des apports énergétiques au cours du derniers tiers de gestation s'accompagne d'une augmentation de la durée de l'œstrus du postpartum de 1 à 3 semaines.

Par ailleurs sont été reconnus les effets favorables d'un apport énergétiques croissant avant la période de reproduction (flushing) ou avant les vêlages (steaming up) **SOUAMES (2019)**.

En cas de suralimentation énergétique au cours du tarissement, les vaches prêtes à vêler peuvent présenter un embonpoint excessif (note d'état corporel supérieur à 4). Ceci expose à un risque augmenté de vêlage dystocique et, en conséquence, à des rétentions placentaires et des métrites postpartum, retardant l'involution utérine et prédisposant à des anomalies de reprise de cyclicité ovarienne **BOSIO (2006)**.

De même **BOUKHEDENNA et al (2015)**, rapportent que l'appareil sexuel est très sensible au déficit énergétique. En effet, l'énergie influence l'état corporel de l'animal. La note de cet état doit être au moins de 2,5 tout au long du cycle de production. Mais une note supérieure à 3,5 entrainera des difficultés au vêlage. La fréquence de la mortalité embryonnaire augmente avec la perte de poids de l'animal, cet effet serait imputable à une séquence hormonale inadéquate avant, pendant et après l'œstrus conduisant à une préparation du milieu utérin non synchrones de celle de l'embryon.

La balance énergétique et le régime alimentaire influence le nombre de follicules postpartum, chez la vache laitière en lactation. Il a été remarqué que les vaches ayant une faible couverture énergétique mettent plus de temps pour former un follicule de 10mm de diamètre **POINT (2007)**.

Les besoins énergétiques des vaches laitières varient en fonction du stade physiologique, en début de lactation les besoins énergétiques montent en flèche en fonction de la production de lait. De même chez les petits ruminants le besoin en énergie varie selon le stade physiologique de l'animal, pour les petits ruminants la reproduction nécessite plus d'énergie chez la femelle que chez le mâle pour le développement du fœtus lors de la production laitière. L'alimentation énergétique influe également sur la fonction hormonale des ruminants (sécrétion de LH, croissance folliculaire et développement embryonnaire). Une balance énergétique négative affecte la fertilité de la vache laitière principalement en retardant le délai de la première ovulation postpartum, la reprise précoce de l'activité ovarienne étant un facteur majeur de la réussite à l'insémination. Alors que une suralimentation énergétique au tarissement fait augmenté la note d'état des vaches, ce qui entrainera des difficultés au vêlage, augmentation de risque de rétention placentaire, des métrites et aussi retardant l'involution utérine.

### 3-3-Les besoins en matière azotée.

La valeur MAT (Matière Azotée Totales) d'un aliment comprend l'azote non protéique (ANP : urée, ammoniac,..) et les protéines, solubles et insolubles. Dans le rumen, L'ANP et les protéines solubles sont rapidement et entièrement dégradées, tandis que les protéines insolubles sont catabolisées partiellement et progressivement. Les métabolites issus de cette digestion sont utilisés par la microflore ruminale pour ses synthèses protéiques microbienne sont digères dans la caillète et surtout dans l'intestin grêle, d'où leur appellation de protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire (PDIA) et d'origine microbienne (PDIM) **PONCET(2002)**.

Le ruminant synthétise des protéines à partir d'acides aminés arrivant dans l'intestin, pour faire du muscle, du lait, un fœtus..., on peut dire que le ruminant à fort niveau de production a du mal à trouver tout l'azote dont il a besoin dans son alimentation, d'où la nécessité d'une complémentation azotée.

Les besoins en protéines sont exprimés en protéine digestibles dans l'intestin (PDI) en grammes. La teneur en protéines des aliments est également exprimée dans cette unité, **INRA (2010)**. Pour l'entretien, les besoins varient avec le poids métabolique à raison de 3,25 g PDI/Kg PV<sup>0,75</sup>. Les besoins de gestation sont faibles mais augmentent rapidement au cours des trois derniers mois, passant en moyenne de 45 à 230g PDI/jour **KHELILI (2012)**. Le tableau13 récapitule les besoins azotés quotidiens d'une vache laitière.

**Tableau N°13 : Besoins azotés quotidiens d'une vache laitière de 600 kg en fonction de son stade physiologique. INRA (1988) cité par PNCET (2002).**

ENTRETIEN	TARISSEMENT	PRODUCTION
400-450 g PDI/j	7 <sup>ème</sup> mois de gestation : + 75 g PDI/j 8 <sup>ème</sup> mois de gestation : + 135 g PDI/j 9 <sup>ème</sup> mois de gestation : + 205 g PDI/j → ration à 11 % de MAT / MS	+ 48 g PDI/ litre de lait standard (à 40 g matières grasses par litre) → % MAT / MS : semaines 01-11 : 17 % semaines 12-22 : 15 % semaines 23-44 : 14 %

Un déficit en azote (-200 à 300 g/j par rapport aux besoins) et /ou en énergie (-1 à 2 UFL) pendant les 5 premières semaines post-partum ne modifie pas le taux de réussite à l'insémination, ni la production laitière, à condition que les besoins soient couverts après cette période. D'autres auteurs ont constatés une amélioration des performances de reproduction chez des vaches ne recevant que 80% des apports journaliers recommandés en MAT. Cependant, on admet classiquement qu'un déficit protéique global retarde la survenue du premiers œstrus et de la 1<sup>ère</sup> ovulation post-partum et diminue le taux de réussite en insémination **PONCET (2002)**.

L'impact des apports azotés sur les fonctions reproductives est moins établi que celui des apports énergétiques. Les déficits azotés sévères et de durée prolongée peuvent favoriser les endométrites et les rétentions placentaires. L'utilisation de paille comme fourrage principale est un facteur de risque important car la paille est très carencée en azote de plus les déficits azotés induisent une diminution de l'efficacité de la digestibilité des fourrages et donc des déficits énergétiques.

Au contraire, les excès d'azote sont responsables d'une diminution de la réussite de la fécondation et d'une augmentation du risque de mortalité embryonnaire, ils sont cependant assez rares en élevages allaitant **RINGUET (2019)**.

Finalement, les ruminants sont des animaux poly-gastriques leurs système digestifs leurs permet la dégradation des aliments ingérés et la synthèse d'autres matières tels que les (PDI). La synthèse des protéines se fait à partir d'acide aminés arrivant dans l'intestin, ses protéines sont utilisées par le ruminant en fonction de la production menée.

Les besoins en protéines des ruminants différents selon leur stade physiologique. En début de gestation les besoins azotés sont faibles au cours des trois derniers mois de gestation ces besoins deviennent exponentiels en fonction du développement du fœtus, par contre en début de lactation la demande en matière azotées totale est élevé suite à une forte production laitière.

L'alimentation azotée peut entraîner des troubles de la reproduction lorsqu'elle est forte et prolongée. Une carence en azote retarde le premier œstrus et la première ovulation post-partum, diminution du taux de réussite en insémination ; le déficit en azote dégradable entraîne indirectement un déficit énergétique via une moindre digestion ruminale. Cependant les vaches perdent davantage de poids en début de lactation et ont un taux de réussite à la première insémination (TRIA1) plus faible et un IV-IF prolongé.

### 3-4-Les besoins en éléments minéraux dont (oligo-éléments).

Les besoins en minéraux majeurs des vaches laitières ont été déterminés par L'INRA, ils se décomposent en besoins d'entretien, besoin de production et besoins de gestation. Le totale pour un élément minérale donné correspond à la somme de ces trois besoins unitaires. Tous sont exprimés en quantité d'élément absorbable au niveau de l'appareil digestif. BRUNSCHWIG (2013). Les tableaux 14 et 15 récapitulent les besoins en éléments minéraux pour la vache laitière et la chèvre en lactation.

**Tableau N°14 : Besoins en phosphore, calcium et magnésium absorbables pour une vache laitière (en g /JOUR) BRUNSCHWIG (2013).**

BESOIN		PHOSPHORE	CALCIUM	MAGNÉSIUM
	POIDS VIF (KG)	P <sub>abs</sub>	Ca <sub>abs</sub>	Mg <sub>abs</sub>
ENTRETIEN (E)	550	12,0	13,0	3,9
	650	17,0	18,0	4,6
	750	22,0	22,5	5,3
PRODUCTION (P)	LAIT (KG)			
	10	9,0	12,5	1,5
	20	18,0	25,0	3,0
	30	27,0	37,5	4,5
	40	36,0	50,0	6,0
GESTATION (G)	50	45,0	62,5	7,5
	STADE (MOIS)			
	6 <sup>ème</sup> , 7 <sup>ème</sup>	2,2	3,0	
CALCUL BESOIN	8 <sup>ème</sup>	4,0	6,0	0,3
	9 <sup>ème</sup>	5,3	9,6	
TOTAL	Entretien = Production = Gestation = E + P + G =			

Sources : d'après Tables Inra, 2007 et Meschy, 2007

**Tableau N°15 : Apports recommandés en phosphores, calcium et magnésium chez la chèvre en lactation (poids vif : 60Kg production de lait : 4L/J et ingestion : 2,5Kg MS/J). Recommandation INRA(1988) cité par MESCHY (2002).**

	Phosphore (g/j)	Calcium (g/j)	Magnésium (g/j)
Entretien	2,30	1,20	0,20
Lactation	3,80	5,20	0,44
Total	6,10	6,40	0,64
CAR: %	70	30	20
Apport recommandé *	8,71 (9,00)	21,30 (19,00)	3,20 (2,70)

Pour les oligo-éléments et les vitamines, les apports recommandés sont situés entre les seuils de carence et de toxicité. Les recommandations sont proposées de manière à se situer entre ces deux limites en y incluant une marge de sécurité. Pour les veaux et génisses, les oligo-éléments pour lesquels le calcul s'impose sont le cuivre, le zinc, le manganèse, l'iode et le sélénium. En revanche le fer, le cobalt et le soufre pose rarement de problème dans

l'alimentation des ruminants sauf cas particulier ceci selon **BRUNSCHWIG et al (2008)**. Voir les apports recommandés en oligo-éléments dans le tableau 16.

**Tableau N°16 : Apports recommandés en oligo-éléments et seuil de carence et de toxicité (en mg/Kg MS ration) cité par BRUNSCHWIG et al (2008).**

Élément	Limite de carence	Apport recommandé	Limite de toxicité
Cuivre (Cu)	7	10	30
Zinc (Zn)	45	50	250
Manganèse (Mn)	45	50	1 000
Sélénium (Se)	0,1	0,1	0,5
Iode (I)	0,15	0,5	8
Cobalt (Co)	0,07	0,3	10
Molybdène (Mo)	-	0,1	3

D'après MESCHY F., 2007, INRA Prod. Anim.

Toute excès ou carence de ces éléments majeurs peut affecter la santé et le bon déroulement du cycle de reproduction.

Selon **ALLAOUA (2004)**, rapporte qu'un déséquilibre en phosphore de  $\pm 10g$  par rapport aux besoins a toujours pour conséquences une chute de fertilité. Ainsi le taux de réussite de l'insémination est de :

- 27,5% si l'alimentation phosphocalcique est en excès.
- 41,1% si l'alimentation phosphocalcique est déséquilibrée.

Ainsi une carence en **calcium** se traduit par des troubles de la fécondité : retard d'involution utérine et d'apparition de cyclicité après le vêlage et un excès de 50g de (Ca) entraîne une dégradation de la réussite à l'insémination. Ajoute aussi que lorsque le calcium se trouve en excès bloque les minéraux essentiels au fonctionnement de l'appareil génital (Magnésium, Manganèse, Iode, et zinc).

Pour le **phosphore** toute carence est invoquées lors de troubles de la fertilité. Lorsque le déficit excède 50% des besoins, on constate une augmentation de la fréquence du repeat-breeding, des kystes ovariens, et d'ancœstrus. Les carences en **magnésium**, sont manifestés par la résorption moins efficace du collagène utérin est à l'origine d'un retard d'involution utérin, augmente le risquer d'apparition de métrite et retardant le retour à une cyclicité ovarienne normale **BOSIO (2006)**.

Les tableaux 17 et 18 résument le rôle de ces éléments et des oligo-éléments dans l'alimentation des bovins.

**Tableau N°17 : Rôles principaux des minéraux et oligo-éléments et effets d'un apport déséquilibré MESCHY (2010) cité par CROCCO (2017).**

Minéraux	Rôles principaux	Situation à risque	Effets d'un apport déséquilibré
Calcium	Squelette, contractions musculaires, équilibre sanguin, composant majeur du lait	Transition alimentaires non préparées autour de la mise-bas	Carence : fièvre de lait, boiterie chronique, fractures osseuses, ostéomalacie Excès : réduit l'absorption du cuivre et du zinc
	Squelette, métabolisme énergétique, tampon du pH du rumen (salive).	Croissance, production de lait	Chut de croissance, boiterie, baisse de la production laitière, baisse de la fertilité. Excès : si déséquilibre Ca/P : atonie utérine, chute de la fertilité
Phosphore	Métabolisme énergétique, contraction musculaire	Mise à l'herbe	Carence : tétanie, non délivrance et rétentions placentaires, ralentissement de croissance
Magnésium			
Sodium	Influx nerveux, contractions musculaires, équilibre sanguin	Apports de sel insuffisants	Perte d'appétit, pica, teneur réduite en matières grasses du lait combinée avec une carence en potassium : acidose Excès : rare, chute d'appétit, rétention d'eau
	Influx nerveux, contractions musculaires, équilibre sanguin	Rations riches en fourrages (graminées)	excès : accélère le transit digestif et la mobilisation de graisses, alcalose, augmente le risque de carence en sodium Au tarissement, augmente le risque d'œdème mammaire
Potassium	Synthèse protéique dans le rumen	excès d'azote non protéique	Réduction de la consommation de fourrage et de la synthèse protéique dans le rumen : dépilations, chute de la production, défaut de croissance
Soufre			

**Tableau N°18 : Rôles principaux oligo-éléments et effet d'un apport déséquilibré Meschy (2010) cité par CROCCO (2017).**

Minéraux	Rôles principaux	Situation à risque	Effet d'un apport déséquilibré
Iode	Responsable à synthèse des hormones thyroïdiennes	Utilisation de sel ou de minéraux qui ne sont pas supplémentés en iode	Avortement en fin de gestation, veau veaux faibles, rétention placentaire, la fécondité, défaut d'immunité
Manganèse	Cofacteur de nombreuses réactions enzymatiques	Très peu de données sur les besoins-carence rares	Défaut d'aplomb, boiterie, la fécondité (perturbation de la synthèse des hormones stéroïdes)
Cuivre	Intervient comme cofacteur dans le métabolisme	Supplémentation excédentaire en soufre	Poils décolorés et fragiles, notamment autour des yeux, défaut d'immunité, boiterie, jeune peu réactifs et lents, anémie

<b>Zinc</b>	Cofacteur du métabolisme, hormones stéroïdiennes, vision, défenses immunitaires	Pic de lactation, jeune nourris à la poudre de lait présence dans le lait de composés bloquant le zinc	Epaissement de la peau et dépilation, articulations douloureuses problème d'onglon
<b>Sélénium</b>	Antioxydant	Absence de supplémentation	Dégénérescence musculaire, rétention placentaire, susceptibilité accrue aux mammites
<b>Cobalt</b>	Indispensable pour la synthèse de la vitamine B <sub>12</sub> dans le rumen elle-même indispensable à la multiplication cellulaire	Carence très exceptionnelles chez les ruminants, sauf en cas d'excès d'apport du zinc	Anémie, cachexie, troubles nerveux, acétonémie
<b>Fer</b>	Constituant de l'hémoglobine	Jeunes nourris exclusivement au lait	Anémie

Globalement, il est classique d'associer les troubles de fertilité aux déséquilibres en éléments minéraux, car tout excès ou carence en ces élément majeur affecte d'avantage le bon déroulement du cycle de reproduction, baisse de fertilité et de fécondité des animaux, diminution du taux de réussite de l'insémination, rétention placentaires, risque d'apparition de maladies métaboliques (fièvre de lait). Pour les apports en oligoélément sont à maitriser, pour éviter les carences et la toxicité des animaux.

**3-5-Les besoins en vitamines.**

Actuellement, 13 vitamines sont connues. La plus part d'entre elles doivent être considérées comme des groupes de substances similaires, ayant les mêmes effets qualitatifs. Les vitamines sont divisées en deux principaux groupes, les vitamines solubles et hydrosolubles SCHLEGEL *et al* (2017). Comme les représentes le tableau 19.

**Tableau N°19 : Vitamines liposolubles et hydrosolubles (groupes de vitamines) d'après SCHLEGEL *et al* (2017).**

Vitamines liposolubles	Vitamines hydrosolubles
Vitamine A	Vit C pantothénique
Provitamine A (dont le β carotène)	Vit B <sub>1</sub> Biotine
Vit D	Vit B <sub>2</sub> Acide folique
Vit E	Vit B <sub>6</sub>
Vit K	Vit B <sub>12</sub>
	Acide nicotinique

Les ruminants ont la faculté de synthétiser toutes les vitamines B et K dans leurs rumen : par ailleurs le pâturage leur fournit en abondance des carotènes (provitamines A) et de la vitamine E alors que l'ensoleillement direct ou par l'intermédiaire du foin assure un bon approvisionnement en vitamine D.

Les risques de déficiences se limitaient principalement à la vitamine (A) en fin d'hiver. Mais à présent l'intensification des productions animales, l'évolution des modes d'élevage et d'alimentation, les plus grandes exigences concernant la santé et la qualité des productions imposent de prévoir des supplémentations étendues relatives à certaines vitamines B en tenant compte d'indications particulières telles que fertilité (A), immunité (A,E), prévention des rétentions placentaires et des myodystrophies (E et Se), des hypocalcémies puerpérales (D), de la nécrose du cortex cérébral lors d'acidose ruminale (B1), stimulation de la microflore digestive et lutte contre la cétose.

Les ruminants comme tous les animaux, sont dépendants des apports alimentaires aussi bien en vitamine A et carotène qu'en vitamine D et E, **WOLTER (1989)**.

Les apports journaliers recommandés et les limites de toxicité des vitamines sont exprimés dans le tableau 20.

**Tableau N°20 : Les apports journaliers recommandés et limite de toxicité des vitamines institut de l'élevage (2014).**

Vitamines		Besoins (UI/kg MS)	Limite de toxicité (UI/kg MS)
Vitamine A	Lactation	4 200	66 000
	Gestation	6 000	
Vitamine D		1 000	10 000
Vitamine E	Lactation	15	2 000
	Gestation	25	

L'alimentation minérale et vitaminique influence la fertilité des vaches laitières, mais cet effet est moins important que celui du déficit énergétique et des excès azotés, les carences graves en minéraux et vitamines sont d'ailleurs rares en élevage laitier.

### 3-6- Les facteurs toxiques et antinutritionnels.

Certains aliments peuvent être toxiques pour les animaux et causer des blessures ou la mort après ingestion. La toxicité peut être directement liée à des composés des aliments, tels que certains acides aminés non protéiques de la vesce, les glucosinolates présent dans les crucifères, les nitrites ou les nitrates ou certains composés tanniques dans les plantes. La toxicité peut également être liée à la conservation en particulier pour les fourrages conservés en ensilage, dans lesquels les mycotoxines, les levures, les moisissures ou les bactéries peuvent se développer.

Les ruminants sont tolérants à des efforts élevés de minéraux. Cependant consommés en très grande quantité, les minéraux sont toxiques ou peuvent entraîner des carences en d'autres minéraux. Les intoxications liées au minéraux et oligo-éléments restent rares chez les ruminants et sont souvent dues à des aliments particuliers (ex. les drèches riches en sulfures),

ont publié des niveaux maximaux tolérables par les ruminants pour plusieurs minéraux et oligo-éléments. **Gaëlle (2018)**.

Selon la même source, les nutriments jouent un rôle important dans la régulation des fonctions de reproductions. L'apport de certains nutriments ou la mise en place de stratégies nutritionnelles spécifiques permettraient de restaurer la fertilité et d'augmenter les chances de reproduction. Ainsi une cause fréquente d'infertilité des vaches laitières est une déficience énergétique excessive en début de lactation liée à un bilan énergétique trop négatif des animaux. Inversement, certains composés présents dans les plantes, comme les phyto-œstrogène, diminueraient les performances de reproduction chez les brebis, chèvres et vache car ils seraient à l'origine génitaux, de troubles ovariens et d'avortements.

Ainsi des isoflavones ont été responsables de retard à l'apparition des cycles après vêlage (anœstrus post partum), inhibition des chaleurs, le gossypol contenu dans le tourteau de coton pourrait être une carence d'infertilité chez les bovins mâles. Les l'anagyryne qui est un alcaloïde tératogènes. Des malformations des fœtus se produisent chez l'animal et chez l'homme lorsque la mère a consommé une quantité suffisante de ces alcaloïdes pendant la gestation d'après **Meyer (2009)**. Le tableau 14 récapitulent les signes cliniques provoqués par les plantes à l'étude.

75°/° des avortements chez les bovins sont d'origines infectieuses, 30 à 40°/° chez les équins ; les pourcentages restants peuvent être causés par une mauvaise gestion des cycles (chaleurs non détectées), des anomalies du tractus génital, des maladies métaboliques, le stress, une alimentation non adaptée et ...une intoxication alimentaire **GIRARDY (2018)**. Les signes cliniques provoqués par les plantes sont illustrés dans le tableau 21.

Les mycotoxines et la zéaralène en particulier ont été à une occasion rendue responsables d'avortements dans l'espèce bovine. La gossypol, un composés phénolique trouvé dans les graines de coton et la gossypolone, un de ses principaux métabolites, sont connus pour inhiber le développement embryonnaire in vitro ainsi que la synthèse de progestérone par les cellules lutéales **HANZEN (2016b)**.

**Tableau N°21 : Tableau récapitulatif des signes cliniques provoqués par les plantes à l'étude d'après, Elodie (2018)**

Nom de la plante	Reproduction					Signes cliniques						
	Cycle	Téra	Ab	TL	Lac	Dig	Neuro	Respi	Derm	Autres	AG	Mort
Grande absinthe			x		x		x					
Amarante réfléchie	x		x		x	x	x				x	x
Astragale	x		x		x				x		x	
Avoine cultivée			x						x		x	x
Berce commune			x						x			
Betterave	x		x			x			x		x	
Bryone dioïque			x			x	x			x		x
Chéllidoine				x		x	x		x			
Chou potager	x		x					x			x	x
Ciguë tachetée		x	x	x	x	x	x				x	x
Petite cigüe		x	x	x		x	x				x	x
Colchique d'automne			x	x		x	x			x	x	x
Colza	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cyprès			x			x	x				x	(x)
Ergotisme	x		x		x		x			x	x	
Euphorbe réveill matin				x		x	x			x		
Galéga			x				x	x				x
Genévrier			x			x			x			
Hellébores			x			x	x			x		x
If	x		x	(x)		x	x			x		x
Luzerne	x					x		x	x		x	x
Mélicots			x			x				x	x	x
Morelle noire		x	x			x	x			x	x	x
Pomme de terre		x	x			x	x					
Ricin			x			x	x			x	x	x
Rue fétide	x		x			x	x		x		x	x
Sorghos		x	x				x	x	x	x		x
Tabac		x	x		x	x	x	x		x	x	x
Trèfles	x				x	x	x	x	x	x	x	x
Vérâtre blanc		x	x			x	x	x		x	x	x

Cycle : perturbe le cycle oestral  
 Téra : plante tératogène  
 Ab : plante abortive  
 TL : toxicité du lait  
 Lact : perturbe la lactation  
 Dig : signes digestifs  
 Neuro : signes neurologiques  
 Respi : signes respiratoires  
 Derm : signes dermatologiques  
 Autres : autres signes (cardiaques, hépatiques...)  
 AG : atteinte générale  
 Mort : entraîne la mort à la dose suffisante  
 (x) : signe clinique possible

Au final, les intoxications végétales restent rares en comparaison des infections. Une reproduction bien menée et fructueuse est l'une des étapes essentielle à tout élevage. Une baisse de la fertilité est des mortalités qu'elles soient précoce ou tardives peuvent impacter de façon importante l'équilibre financier de ces élevages. Certains composés constitutifs des plantes comme les phyto-œstrogènes, diminuent les performances de reproduction chez les ruminants, ils sont à l'origine des problèmes d'infertilité et d'avortement. Ainsi certain minéraux sont à l'origine des intoxications, mais ces intoxications restent rare chez les ruminants, ils sont dues à des aliments particuliers.

**3-7- La conduite générale de l'alimentation :**

Pour répondre aux objectifs de l'éleveur, qui sont la production d'un veau /vache/an et assurer une bonne production en quantité et en qualité du lait, il est appelé à suivre un programme d'alimentation adéquat pour combler les différents besoins de vache laitière. La ration ingérée par la vache doit apporter suffisamment d'énergie (UFL), d'azote (PDI), de minéraux (majeurs et oligo-éléments), de vitamines et d'eau **YENNEK (2010)**.

Selon **KADI (2007)**, il est nécessaire d'exprimer les besoins des animaux et la valeur nutritive de tous les aliments (valeur énergétique, valeurs azoté....) dans les mêmes unités. Des méthodes de calcul et de prédiction de la valeur nutritive ont été élaborées, prenant en

compte les diverses étapes de la transformation des aliments en tissus ou en produits de sécrétion ainsi que leur rendements de transformation.

Nourrir les vaches consiste une tâche quotidienne, la ration doit être équilibrée surtout quand elles viennent d'avoir leur veaux car elles produisent beaucoup de lait à ce moment. Les faibles rendements des vaches laitières qu'ils sont estimés de 2500kg de lait/vache/an, dues principalement à une mauvaise conduite d'alimentation et une insuffisance quantitative et qualitative des fourrages. Alors que les fourrages permettent d'assurer l'équilibre des rations des vaches laitières en fibres, notamment les fourrages de bonne qualité qui donne les meilleures performances de la production du lait **BENDIAB (2012)**.

La démarche de rationnement suit plusieurs étapes :

- Le rationnement se fait en général à partir d'une ration de base, constituée de fourrage ou d'un aliment de lest souvent distribué à volonté qui couvre les besoins d'entretien et, chez la vache laitière, un minimum de production de lait. Cette production varie d'une vingtaine de kg de lait avec un excellent fourrage (herbe feuillue apportant environ 0,9 UFL et 100g de PDI par kilo de matière sèche) à 5 kg avec une ration de faible valeur alimentaire.
- La ration de base doit être complétée par un concentré simple ou un composé pour équilibrer l'ensemble de la ration par rapport aux besoins de l'animal **KHELILI (2012)**.

L'objectif de l'élevage est de produire un veau/vache/an. Ainsi le contrôle de la régularité des vêlages est un élément primordial, et toute négligence dans ce domaine peut entraîner des répercussions néfastes sur la rentabilité de l'élevage. L'alimentation constitue un facteur important pour maîtriser la production laitière, elle doit être équilibrée en quantité mais aussi en qualité car il contribue à son tour à la rentabilité des élevages.

# Conclusion

En guise de conclusion, notre travail de recherche s'est fixé comme objectif de déterminer l'impact de l'alimentation sur les performances de reproduction chez les ruminants.

Il ressort en effet que la notation d'état corporel est un paramètre fiable, efficace et rapide qui permet d'estimer les réserves d'énergie métabolisables. Des troubles de reproduction sont liés à la perte de cet état corporel.

La biochimie du sang est un outil de détection précoce des erreurs alimentaires et permet de prévenir tout trouble alimentaire afin d'éviter des troubles de la reproduction.

La régulation de la fonction de la reproduction est contrôlée par l'axe hypothalamo-hypophysio-ovarien chez la femelle et l'alimentation a un effet important sur la croissance folliculaire, les sécrétions de GnRH et LH sont également très sensibles aux variations du métabolisme énergétique.

La puberté est plus précoce chez les animaux bien nourris, ainsi des apports alimentaires suffisants aboutissent à une rapidité de la croissance mais néfaste sur le développement du tissu sécrétoire de la mamelle.

La cyclicité des ruminants est aussi influencée par le niveau de l'alimentation, il conditionne l'intervalle entre vêlage et le retour à la cyclicité. Le cycle œstral chez les bovins est continu alors qu'il est saisonnier chez les petits ruminants, cette saisonnalité est sous contrôle de la photopériode, l'effet mâle et l'alimentation sont aussi des facteurs variant la saisonnalité de la reproduction. L'alimentation énergétique stimule l'expression de l'œstrus chez les femelles ainsi le flushing est un moyen zootechnique qui est pratiqué afin d'augmenter les apports énergétiques pour une meilleure expression de l'œstrus.

La période du tarissement varie de 6 à 8 semaines permet à la mamelle de reconstituer ses réserves et se préparer à la prochaine lactation. Pour cette période, la ration de base peut être la même que celle de la lactation sauf que les quantités à distribuer seront différentes. A cette période il est nécessaire de couvrir les besoins d'entretien et de gestation pour que la femelle puisse reconstituer ses réserves corporelles et assurer une croissance adéquate du fœtus.

De la réussite de la mise bas dépendra le revenu de l'exploitation ainsi toute conduite alimentaire bien menée aboutit à un produit final (vœu, agneau ou chevreau) et une production laitière.

La période peri-partum présente un vrai risque pour le développement de certaines maladies métaboliques ou infectieuses qui sont responsables de l'infertilité et de l'infécondité. Une mauvaise conduite alimentaire durant le tarissement a un effet néfaste sur la reproduction mais aussi sur la production laitière. Toute carence en oligo-éléments est à éviter afin de prévenir les maladies métaboliques telles que la fièvre vitulaire conduisant aux rétentions placentaires, métrites et mammites. Le post-partum est une période critique dans la vie des femelles, un déficit énergétique en cette période est néfaste pour la reprise du cycle ovulatoire, allonge la durée de l'œstrus, altère le processus de la maturation folliculaire et a un effet sur la diminution de sécrétion de GnRH et LH.

En période de lactation, l'alimentation est le paramètre à prendre en considération, il faut veiller à ce que le régime alimentaire durant cette période soit équilibré et qu'il couvre les besoins de l'animal. L'alimentation azotée reste la clé du rationnement avec son importance sur les performances de la reproduction.

# **Recommendations**

- Maitriser la pratique d'estimation de la notation d'état corporel qui permet d'estimer l'état nutritionnel et les réserves corporel des animaux, pour évaluer l'équation entre les apports et les besoins en énergie.
- Veiller à une bonne alimentation azotée pour une meilleure production laitière en tenant compte des excès qui peuvent perturber la reproduction.
- Eviter tout déficit en alimentation énergétique conduisant à une perturbation du contrôle hormonal qui conditionne la réussite du cycle de reproduction.
- Veiller à une alimentation adéquate des animaux avec évitement des carences notamment énergétiques pendant leur croissance pour ne pas retarder leur puberté.
- Pratiquer le flushing et le steaming pour une meilleure expression de l'œstrus et pour réussir la pratique de l'insémination artificielle et/ou naturelle.
- Diagnostiquer précocement les femelles sensées à être gestantes et réformer les femelles infertiles pour minimiser les pertes des exploitations.
- Au tarissement, il faut veiller à ce que la ration des ruminants soit équilibrées et permet la reprise du poids des femelles car cela pénalise la lactation suivante, il peut être à l'origine de certaines maladies métaboliques.
- Prévention des maladies métaboliques en maitrisant la gestion des apports énergétiques, protéiques, en vitamines et en oligo-élément.
- Veiller à ce que le régime alimentaire durant la lactation couvre les besoins de la vache.
- S'assurer que l'alimentation minérale satisfait les besoins des animaux pour un bon déroulement de la reproduction par additions de condiments minéralo-vitaminiques dans les aliments.
- Veiller à une bonne conservation des aliments afin d'éviter les intoxications.

# **Références**

# **Bibliographiques**

- 1- ABDOU H., (2014). Complémentation précoce en colostrum de vache Azawak chez la chèvre rousse de Maradi au Niger : effets sur les performances de croissances et de reproduction et sur la survie au cours de la première année de vie. Thèse de docteur vétérinaire. (Orientation : Nutrition des animaux domestiques). Université de Liège. Faculté DE MEDECINE VETERINAIRE. 151P.
- 2- AGABRIEL J, POMIES D, NOZIERES M O, FAVERDIN P., (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins : besoins des animaux, valeurs des aliments. Institut national de la recherche agronomique. Edition Quæ Amazon France, P9.
- 3- ALLAOUA S A., (2004). Alimentation reproduction et profil métabolique chez la vache laitière. Mémoire de magister : reproduction. Faculté des sciences Agro-biologiques et vétérinaires Département des sciences vétérinaires. Université SAAD DAHLEB de Blida, 175P.
- 4- ANDREW A. OLKOWSKI, ph. D., (2009). La qualité de l'eau d'abreuvement du bétail : Guide de terrain relative aux bovins, aux chevaux, à la volaille et aux porcs. D.M.V., M.SC. 5biochimie). Université de la SASKTCHEWAN. Première Edition : mai 2009, 185P.
- 5- ANDRIANARISOA H J., (2013). Supplémentation alimentaire pour améliorer la performance de reproduction des caprins : cas de la commune rurale de soalara sud-District de Toliara II. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'Etude approfondies en foresterie-Développement-Environnement. Ecole supérieur des sciences Agronomiques Département des eaux et forêts : Université D'ANTANANARIVO, 32P.
- 6- ANONYME., (2016). Chapitre 2 Physiologie de reproduction et lactation-doc <http://idel.fr/no-cache/recherche/publication/idelsolr/recommends/050-la-puberte-et-la-mise-à-la-reproduction.html>. Consulté le 07/04/2020
- 7- ANONYME., (2020). Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales. [www.omafra.gov.on.ca/French/livestock/dairy/facts/info\\_mineral.htm](http://www.omafra.gov.on.ca/French/livestock/dairy/facts/info_mineral.htm)
- 8- ANONYME., (2017). Gestation, Imago, Mundi, Encyclopédie. [www.cosmovisions.com/gestation.htm](http://www.cosmovisions.com/gestation.htm).
- 9- ARABA A., (2006). Conduite alimentaire de la vache laitière. Département des productions animales, institut agronomique et vétérinaire Hassan II. RABAT N°136/ Janvier, 2006, p4.
- 10- ARCHA B, CHENTOUF M, BISTER J L, (2009). Effets du niveau alimentaire sur la saisonnalité de l'activité sexuelle chez la brebis timahdite : influence de la leptine et du système IGF. Ressources Animales. Revue. Elév. Méd. Vét, pays trop, 62(1) : 67-73.
- 11- AUDREY C., (2011). La puberté et la mise à la reproduction. Renée de crémoux (institut de l'élevage, 7 septembre 2011).
- 12- AUTOURDE G., (2016). Nutrition et programmation fœtale chez les ruminants (Bovins, Ovins et Caprins) point bibliographique. Thèse de doctorat vétérinaire. Université de Paul-Sabatier de Toulouse, 128P.
- 13- BEN ROMDHANE A, BEN MRAD M, NAJAR T, BOUKHRIS H, ABID O., (2014). Effet du stress thermique sur le spermogramme du taureau d'insémination artificielle. Effect of heat stress on bull semen used for artificial insemination : INAT, 43 Avenue Charles Nicole, Tunis 1082. (21), P 289.
- 14- BENDIAB N, (2012). Analyse de la conduite d'élevage bovin laitier dans la région de Sétif. Mémoire de magister, spécialité : Production Animale. Faculté des sciences de la nature et de la vie, département d'Agronomie. Université Ferhat Abbas-Sétif. 98P.

- 15- BENEDICTE G., (2000). Nutrition, Production laitière et reproduction chez la vache laitière : aspects métaboliques. Ecole National Vétérinaire d'Alfort P36.
- 16- BERGONNIER D, BLANC M C, FLEURY B, LAGRIFFOUL G, BARILLET F, BERTHELOT X., (1997). Les mammites des ovins et des caprins laitiers : étiologie, épidémiologie, contrôle. Renc.Rech.Ruminants 4, 251-260.
- 17- BLANC F, BOCQUIER F, AGABRIEL J, D'HOOR P. ET CHILLIARD., (2004). «Amélioration de l'autonomie alimentaire des élevages de ruminants : conséquences sur les fonctions de production et la longévité des femelles» Renc. Rench. Ruminants, 11, pp115-162. [https://217.167.235.86/html28/IMG/pdf/2004\\_autonomie\\_01\\_Blanc.pdf](https://217.167.235.86/html28/IMG/pdf/2004_autonomie_01_Blanc.pdf).
- 18- BODMER M., (2017). Hygiène et santé- Taxisement. Site : <https://WWW.rgd.ch>.
- 19- BOSIO L., (2006). Relations entre fertilité et évolution de l'état corporel chez la vache laitière : Le point sur la bibliographie. Thèse de docteur vétérinaire, université CLAUDE-BERNARD- LYON. ECOLE NATIONAL VETERINAIRE, LYON, 97P.
- 20- BOUABOUD K., (2018). Alimentation et abreuvement des vaches laitières – ITELV, pp. 11-14.
- 21- BOUKHEDNA S, LAMRI I ET SOUDANI S., (2015). Evaluation des paramètres de fécondité chez les vaches laitières : ca de l'atelier de production bovine ITMA Guelma. Mémoire de master. Spécialité : production et technologie laitières. Université 8 Mai 1945 Guelma, 48p.
- 22- BOUSSENA S, BOUAZIZ O, HIRECHE S, DERQUAOU L, DIB A L, MOULA N., (2016). Apparition de la puberté chez les agneaux males de race ould djellal. Revue Méd. Vét., 167, 9-10, 274-282.
- 23- BRISON J., (2003). Nutrition, alimentation et reproduction. Agronome Agent-conseil spécialisé. Centre de référence en agriculture et agro-alimentaire du Québec. 66P.
- 24- BRUNSCHWIG P, BERTIN M, DAVID P, GUIBERT R, NICOLAS BULOT, BERNARD E, MESCHY F-INRA., (2008). Alimentation minérale des génisses laitières : optimiser l'apport de minéraux, P2.
- 25- BRUNSCHWIG P., (2013). Les bonnes pratiques d'alimentation minérale pour vaches en lactation. Institut de l'élevage- 149 rue de Bercy- 75595 Paris cedex 12- [www-idel.fr](http://www-idel.fr).
- 26- BUCHOT E., (2019). Le climat de l'Algérie. Source Encarta, Wikipédia. [https://www.voyagesphotosmanu.com/\\_algerie.html](https://www.voyagesphotosmanu.com/_algerie.html).
- 27- CABANNES C R., (2008). Comparaison des méthodes d'évaluation de la qualité de la semence dans les espèces bovine, canine et humaine. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Paule-Sabatier de Toulouse. Ecole national vétérinaire Toulouse, 107P.
- 28- CAPRIO M., (2004). Leptine et reproduction, métabolismes hormones diabète et nutrition. Faculté de médecine Xavier- bichât, Paris, chaire d'endocrinologie, département de médecine interne, université de vergata, Rome, Italie, N°-5.
- 29- CASTONGUAY FRANÇOIS, PH, D, (2018). La reproduction chez les ovins. Département des sciences Animales. Université Laval, Québec, canada. Chapitre (1) p 23.
- 30- CHAFRI N, MAHOUACHI M, BEN HAMOUDA M., (2008). Effets du niveau alimentaire après mise bas sur le développement de la fonction reproductive chez l'agneau de race prolifique d'man : développement testiculaire et déclenchement de la puberté. Laboratoire de production animal-Ecole supérieure d'agriculture du KEF EL KEF 7119- Tunisie-institut de recherche et d'enseignement supérieure agricole Tunis-Tunisie- Rec. Rench. Ruminant, 2008, 15, P394.

- 31- CHARBONNIER JL, (1983).LA non délivrance chez la vache laitière, B.T.I.A., 27, 25-28.
- 32- CHICOTEAU P, THIOMBIANO D, BOLY H, CLOÉ C A., (1990).Contribution to the study of puberty in Baoulé cattle, Revue, Elév, Méd, Vét, pays trop., 43 (4): 535-539.
- 33- CHILLIARD D, BOCQUIER F, DELAVAUD C, FAULCONNIER Y, BONNET M, GUERRE-MILLO M, MAREIN P, FERLAY A., (1999). La leptine chez le ruminant facteurs de variation physiologiques et nutritionnels. Productions Animales, 12, (3), 225-237.
- 34- CHIMINEAU P, BLANC M, CARATY A, BRUNEAU G, MONGET P., (1999). Sous-nutrition, reproduction et système nerveux centrale chez les mammifères : rôles de la leptine. INRA. Prod Anim, 12 (3), 217-223.
- 35- CLOE L C, CHICOTEAU P, COULIBALY M, BASSINGA A., (1989).Caractéristiques spermatiques du taureau baoulé (Bos Taurus Taurus) au Burkina Faso. Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop. 1989, 42(3) : 457-462.
- 36- CORAH L R., (1987). Nutritional and reproductive management of bulls. Agri-Practice, 8 (7) : 37-42.
- 37- CROCCO H., (2017). Les profils métaboliques en élevage Bovin allaitant. Thèse de doctorat vétérinaire : la faculté de médecine de Créteil. Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort, 160P.
- 38- DE LATORRE A, AGABRIEL A., (2017). Prendre en compte l'efficacité alimentaire des vaches allaitantes dans les recommandations alimentaires à travers la quantification de leurs dépenses non productives. INA Prod, Anim, 30(2), 153-164.
- 39- DEGHENOUCHE K, TLIJANE M ET MEZIANE., (2013). Variations de l'activité enzymatique et du métabolisme minéral chez la brebis ouled djellal des zones steppiques de l'Algérie en fonction de la saison de la saison et du stade reproductif. Laboratoire DEDSPAZA université Mohamed Khider BP68BISKRA Algerie. Received 5 May 2013; Accepted 30 July 2013, published 4 september 2013.
- 40- DELPHINE S., (2020). Période sèche des vaches laitières : D'un élevage à l'autre de grosses disparités dans les pratiques de tarissement. Terre net média.[www.web-agri.fr/conduite-elevage-a-l-autre-de-grosses-disparites-dans-les-pratiques-de-tarissement-1184-169289.htm](http://www.web-agri.fr/conduite-elevage-a-l-autre-de-grosses-disparites-dans-les-pratiques-de-tarissement-1184-169289.htm); page consulté le 10/06/2020
- 41- DEMARQUET F ET GAUTIER D., (2010). Fiche technique : la note d'état corporel (NEC). Institut de l'élevage et ferme expérimentale de carme Jane, Septembre, 2010.
- 42- DEMARQUILLY C, FAVERDIN P, GEAY Y, VERITE R, VERMOREL M., (1996).Bases rationnelles de l'alimentation des ruminants. INRA Prod Anim. Hors-série 1996, 71-80.
- 43- ENDJALBERT F., (1995).Conseil alimentaire et maladies métaboliques en élevage, point vêt, 27(N° spécial maladies métaboliques) : P 33-38.
- 44- ENJALBERT F., (2003). Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage. Point Vét, 2003, 236 : p. 40-44.
- 45- ENJALBERT F., (2002).Reproduction et fertilité des vaches laitières. Acti vét, 2002, 14 : p. 16- 17.
- 46- ERB H N & GROHN Y T., (1988). Epidemiology of Metabolic Disorders in the per parturient Dairy Cow. Journal of Dairy Science, 71(9), p.2557-2571.
- 47- FAVERDIN P, VERITE R., (1998).Use of Milk Urea Concentration as an indicator of protein nutrition and nitrogen losses in dairy cows. INRA. Renc. Renc. Ruminants, 5. P210.

- 48- FROMENT P., (2007). Note d'état corporel et reproduction chez la vache laitière. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine, Créteil, 112p.
- 49- MAXIN G, NOZIERE P, SAUVANT D, BAUMONT R (2018)., Appliquer les méthodes d'évaluation multicritères aux rations des ruminants : Identification des critères à évaluer et des indicateurs à mesurer sur les aliments. Dossier les ressources alimentaires pour les animaux d'élevage. Vol. 31. NO. 3(2018). Publié : 18 janvier 2019, 255-268. Page consulter le 18/08/2020.
- 50- GERLOFF B J., (1987). Body condition scoring in dairy cattle. *Agri-practice*, 8 (7) : p. 31- 36.
- 51- GIRRARDY E, (2018). Toxicité des plantes rencontrées en France sur la reproduction de la jument, de la vache, de la chèvre et d la brebis. Thèse de docteur vétérinaire, université CLAUD-BERNARD-Lyon (1), VETAGRO Sup Campus Vétérinaire de Lyon, 163P.
- 52- GORDON I., (1996). Controlled reproduction in farm animals. Volume 1. Controlled reproduction in cattle and buffaloes. CAB International, Wallingford, 492p
- 53- GRIMARD B, HUMBLLOT P, PONTER P, A-A, SAUVANT D, MIALOT J P., (1996). Relationships between nutrition and reproduction in the suckled cow: effect of energy level on follicular growth during the post-partum period. Ecole vétérinaire d'Alfort, laboratoire d'épidémiologie et de gestion de la santé animal, 7 av du général de Gaulle, 94704 Maisons-Alfort cedex, France. *Renc. Rench. Ruminants*, 3, 179-182. <https://doi.org/10.20870/Production-animales.2018.31.2328>.
- 54- HANSEN R., (2005). Physiology and technology of reproduction des ruminants. Elevage et insémination.
- 55- HANZEN CH., (2016a). L'ancestrus pubertaire et du postpartum dans l'espèce bovine, université de liège. Faculté de médecine vétérinaire, service de thériogénologie des animaux de production P6. <https://www.therioruminant.ulg.ac.be/index.html>.
- 56- HANZEN CH., (1994). Etude des facteurs de risques de l'infertilité et des pathologies puerpérales et du post partum chez la vache laitière et la vache viandeuse. Thèse présenté en vue d'obtention du grade d'agrégé de l'enseignement supérieur. Service de thériogénologie des animaux de production. Faculté de médecine vétérinaire : université de liège 172P.
- 57- HANZEN CH., (2009). Le constat de gestation chez les ruminants. Faculté de médecine vétérinaire. Service de thériogénologie des animaux de production.
- 58- HANZEN Ch., (2016b). L'insémination artificielle chez les ruminants. Université de liège, faculté de médecine vétérinaire. Service de thériogénologie des animaux de production, 37P.
- 59- HANZEN CH., (2010). Lait et production laitière. P18.
- 60- HELIB N E, HAMOUDI KH., (2018). Etude de quelques facteurs de reproduction chez les bovins dans la région de Msila. Mémoire de master académique. Spécialité production et nutrition animale. Université MOHAMED Boudiaf-Msila. Faculté de science département des sciences agronomiques, 47P.
- 61- INGVARTSEN K L., (2006). Feeding and management-related diseases in the transition cow: physiological adaptats around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim, Feed Sci. Technol., Feed and Animal Health*. 126, 175-213.
- 62- INRA., (1988). Alimentation des bovins, ovins et caprins R. Jarrige (ed). INRA, Paris, 471p.
- 63- INRA., (2010). Alimentation bovins, ovins et caprins-besoins des animaux. Valeurs des aliments. Tables INRA, 2007 mise à jour 2010, P1 et 2.

- 64- INSTITUT D'ELEVAGE., (2014). Guides de l'alimentation du troupeau bovin allaitant. Vaches, veau et génisses de renouvellement, les incontournables. Quæ, 340P.
- 65- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. Tables de l'alimentation des bovins, ovins et caprins. Paris (France) : INRA, 1988.192 p.
- 66- JOHANNE C., (2008). Guide de référence sur la photopériode, paramètres de succès pour l'utilisation des nouveaux programmes lumineux AAC type CC4. Centre d'expertise en production ovine du Québec juin, 2008.P7.
- 67- KABERA F., (2008). Appréciation de la qualité de la semence bovine produite au centre national d'amélioration génétique (CNAG) de DAHRA au Sénégal. Mémoire de diplôme d'études approfondies de production animales. Université de CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, 29P.
- 68- KADI S A., (2007). Alimentation de la vache laitière : Etude dans quelques élevages d'Algérie. Mémoire de magister en science agronomique, spécialité : production animales. Faculté des sciences agrovétérinaire et biologie. Université SAAD DAHLAB de Blida, 102P.
- 69- KEVIN J., (2015).Le suivi de reproduction en élevage bovin allaitant. Thèse de docteur vétérinaire : Médecine- Pharmacie, Université Claude Bernard- Lyon I. VETAGRO Sup Campus Vétérinaire De Lyon. 141p.
- 70- KHELAF S, HOCINE Z, MOURAD H, SOUAD R, AHMED B., (2019). Elevage des petits ruminants en Kabylie, Algérie, et perspectives de développement. Systèmes d'élevage et filières. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 72(2) : 49-54.
- 71- KHELILI A., (2012). Impact du rapport fourrage-concentré sur le niveau de la reproduction laitière des exploitations bovines de la plaine du haut Chélif. Mémoire pour obtention du diplôme de magister, spécialité : comportement alimentaire et nutrition animal. Université Hassiba Ben Bouali-chlef. Institut des sciences Agronomiques, 101P.
- 72- KHIATI B., (2013).Etude des performances reproductives de la brebis de race REMBI. Thèse de doctorat en biologie. Reproduction animale. Université d'Oran. Faculté des sciences, département de biologie, 159P.
- 73- KIRKWOOD R N, CUMMING D C, ALHERNE EX., (1987). Nutrition and puberty in the female. (46) : 177-192.
- 74- LE COZLER Y, PECATTE JR, PORHIE JY, BRUNSCHWIG P, DISENHAUS C., (2009). Pratiques d'élevage et performances des génisses laitières : état des connaissances et perspectives. INRA Prod Anim, 22 (4) : 303-16.
- 75- LITIM M, BERKSI R K., (2014). Effet de la supplémentation sur la qualité et/ou la quantité spermatique chez les béliers de race ouled djellal. Université Djilali LIABBES-Sidi-Belabbés. 22000. Algérie, Ren. Rech. Ruminants, 2014, 21, P295.
- 76- TILLARD E, NABENEZA S, FAYE B, HUMBLLOT P., (1999b). Relationships between body score condition (BSC), biochemical blood parameters and pregnancy rates in Prim 'Holstein cows under subtropical conditions. In: Proc BSAS occasional meeting: "Fertility in the High Producing Dairy Cow", Galway, Ireland, 1999 b, 65th abstract, 4 p.
- 77- MAKHLOUF Y., (2017).Contribution à une étude rétrospective de quelques dysfonctionnements de la fonction reproductrice chez la vache laitière au niveau de trois régions du centre de l'Algérie. Mémoire en vue d'obtention de diplôme de Master. Physiologie et physiopathologies animale, université AKLI MOHAND OULHADJ-BOUIRA, 48P.

- 78- MALPAUX B, VIGUIE C, THIERY J C, CHEMINEAU P.,(1996). Contrôle photopériodique de la reproduction. INRA Prod. Anim., 9(1), 9-23.
- 79- MEISSONNIER E., (1994). Tarissement modulé, conséquence sur la production, la reproduction et la santé des vaches laitières, point vét., 26 : p69-75.
- 80- MEREDDEF A., (2017). Dynamique des réserves corporelles de la brebis ouled djellal et son effet sur ses performances. Thèse de doctorat en science agronomiques : production Animale. Institut des sciences vétérinaires et des sciences Agronomiques. Université HADJ LAKHEDAR-BATNA, 114P.
- 81- MESCHY F., (2010). Nutrition minérale des ruminants. Quae. 208 P.
- 82- MESCHY F., (2007). Alimentation minérale et vitaminique des ruminants : actualisation des connaissances. INRA Productions Animales. 2007. Vol. 20, n° 2, p. 119-128.
- 83- MESCHY F., (2002). Eléments minéraux majeurs : données récentes chez les caprins. INRA Prod. Anim., 15(4), 267-271.
- 84- MEYER C ET DENIS J P., (1999). «Elevage de la vache laitière en zone tropicale.» édition CIRAD-emvt, 305p.
- 85- MEYER CH., (2009). Influence de l'alimentation sur la reproduction des bovins domestiques. Document de travail. Système d'élevage et produit animaux cirad
- 86- ad. 34398 Montpellier cedex5, 49P.
- 87- MORAND-FEHR P, SCHMIDLY P, HERVIEU J, BAS P., (1992). Evaluation de la teneur en lipides des chèvres laitières selon leur stade physiologique, les notes d'état corporel et les paramètres zootechniques et métaboliques. In : Purroy A. (Ed). Etat corporel des brebis et chèvres. Zaragoza : CIHEAM, 1992.P. 69-76. (Option méditerranéennes : série A. Séminaires méditerranéen n : 13).
- 88- MOUSSOUNI B, BORDJEHANE L., (2019). Facteurs d'échec de l'insémination artificielle bovine, diplôme docteur vétérinaire. Université Saad dahlab-Blida- institut des sciences vétérinaires, Blida, 52P.
- 89- PARAGON BM., (1991). Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte : importance des nutriments mono énergétiques. Bull, GTV., 91, 39-52.
- 90- PATRICK S, JÜRIG K., (2017). Minéraux et vitamines. Livre Vert, p13.
- 91- MONGET PH, FROMENT P, MOREAU C, GRIMARD B & DUPPONT J, (2004). Les interactions métabolisme- reproduction chez les bovins influence de la balance énergétique sur la fonction ovarienne. Published in IVIS with permission of the WBC congress, Quebec, Canada.
- 92- PONCET J., (2002). Etude des facteurs de risque de l'infertilité dans les élevages bovins laitiers de l'île de la réunion : influence de l'alimentation sur la reproduction. Ecole National Vétérinaire de Toulouse, 137P.
- 93- REKIK M, LASSOUED N, BEN SALEM H AND MAHOUACHI M., (2007). Interactions between nutrition and reproduction in sheep and goats with particular reference to the use of alternative feed sources. Séminaires Méditerranéens. 7: 375-383.
- 94- REZZIK H., (2011). Mémoire magistère en sciences vétérinaires (ENSV Alger) 140P.
- 95- RINGUET M., (2019). L'infécondité en élevage bovin allaitant : Démarche dans le cadre de la réalisation d'un audit. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude-Bernard lyon1. Vét Agro Sup Campus Vétérinaire de Lyon., 143P.
- 96- RUSSEL A J F, DONEY J M ET GUNN R J G., (1969). Subjective Assessment of body fat in live sheep Agri. Sci. Cambridge, 72: 451-454.
- 97- SEGOVIA M I, (2015). Alimentation et immunité en période péri-partum chez les bovins. Thèse de doctorat vétérinaire. Faculté de médecine de CRETEIL. ECOLE

- 98- SERIEYS F., (2015).Le tarissement des vaches laitières une période clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau.2<sup>ème</sup> Editions France Agricole, PARIS, 352P.  
Page consulté le 02/06/2020
- 99- SOUAMES S., (2019). Cours évaluation du potentiel reproductif des femelles domestiques. Ecole National Vétérinaire-Alger, P 09,30, 66.
- 100- SOUSA N M, GONZALEZ F, KAREN A, EL AMIRI B, SULON J, BARIL G, COGNIE Y, SZENCI O, BECKERS J F., (2004). Diagnostic et suivi de gestation chez la chèvre et la brebis, Renc. Rech. Ruminants, 11. 377-380.
- 101- SPIESER F, (2012). Les examens complémentaires réalisables à la ferme et au cabinet en médecine des populations. Thèse de doctorat vétérinaire. Université Claude-BERNARD-Lyon1. Campus vétérinaire de Lyon. 243P.
- 102- TAVEAU J ET JULIA J., (2013). Physiologie et pathologie de la reproduction de la vache : Elaboration de ressources pédagogiques en ligne à partir d'images échographiques de l'appareil génitale. Thèse de docteur vétérinaire, Ecole National Vétérinaire de Toulouse-ENVT, 65P.
- 103- TENAND M A., (2015). Relation D'un DVD sur les différentes pratiques d'assistance au vêlage. Thèse de doctorat vétérinaire. Université CLAUDE-BERNARD-LYON1.59P.
- 104- VAILLANCOURT D ET LEFEBVRE., (2003).La gestation de la reproduction chez les petits ruminants : le contrôle du cycle œstral. Med, Vét. Québec. Volume 33, N° 1 et 2, P43.
- 105- VAN SAUN R J., (2008b). Transition Cow Nutrition and Management: The Key to Herd Reproductive Performance. Penn State University - Veterinary and biomedical Sciences. Available at: <http://vbs.psu.edu/extension/resourcesrepository/publications/trans%20cow%20nutr.pdf> [Consulté novembre 28, 2010].
- 106- WATTIAUX M A, NORDHEIM E V AND CRUMP P., (2005). "Statistical Evaluation of factors and interactions affecting dairy herd improvement Milk Urea Nitrogen in commercial Midwest Dairy Herds", J. Dairy sci. v.88: 3020-3035. <https://jds.fass.org/cgi/reprint/88/8/3020.pdf>
- 107- WOLTER R., (1988).Besoins vitaminiques des ruminants. INRA, Prod, Anim, 1(5), 311-318.
- 108- XAVIERV M I, ANTHONY J S., (2014). Comportement, conduit et bien-être animal- Agriculture tropicales en poche. Edition Quæ, CTA, presses agronomiques de Gembloux.
- 109- YAHIMI A, DJELLATA N, HANZEN CH, Kaidi R., (2013). Analyse des pratiques de détection des chaleurs dans les élevages bovins laitiers algériens. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays trop, 66(1) : 31-35.
- 110- YENEK B., (2010). Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en région montagneuse. Thèse de magister en Agronomie : production animale, faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 83P.
- 111- YOUNSI N YAHY A., (2019). Impacte de l'alimentation au péri-partum chez la vache laitière : synthèse bibliographique. Projet de fin d'étude en vue d'obtention de diplôme de docteur vétérinaire, université Saad Dahlab-Blida1, 55P.