

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**  
**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET**  
**INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES**



**Mémoire**

En vue de l'obtention du diplôme  
De magister en Sciences vétérinaire  
Ecole Doctorale Vétérinaire

Option: maîtrise des facteurs de reproduction chez les herbivores.

**THEME :**

**Impact d'un probiotique sur quelques paramètres zootechniques, et  
biochimiques chez la vache laitière au péripartum**

**Présenté par**

**Mr. Ayad Mohamed Amine**

**Membres de jury:**

**Président** : Pr. Niar Abdellatif (« Professeur » à l'université Ibn Khaldoun-Tiaret. Institut vétérinaire).

**Promoteur** : Dr. Benalou Bouabdellah (« Maitre de conférence A » à l'université Ibn Khaldoun Tiaret. Institut vétérinaire).

**Co-promoteur** : Pr. Meziane Toufik (« Professeur » à l'université Hadj Lakhdar-Batna. Institut vétérinaire).

**Examineur** : Dr. Si Ameer Abdelhadi (« Maitre de conférence A » à l'université Ibn Khaldoun-Tiaret. Institut vétérinaire).

**Examineur** : Dr. Maamache Bakir (« Maitre de conférence A » à l'université Lakhdar-Batna. Institut vétérinaire).

**Année universitaire : 2010 – 2011**

# Remerciements

Le travail présenté dans ce mémoire est réalisé en collaboration avec plusieurs organismes universitaires, des Hôpitaux, des laiteries, et des laboratoires de biochimie privé et ( Le saffre Feed Additive).

*Je tiens dans un premier temps à rendre Grâce à Dieu pour m'avoir accordé la santé, le Moral et surtout sa bénédiction pour la réalisation de mes études jusqu'à cet aboutissement.*

*Je tiens aussi à remercier vivement les membres du jury de cette thèse :*

- Pr. Niar Abdellatif
- Dr. Maamache Bakir
- Dr. Abdelhadi Si Ameer

*J'adresse mes sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ces travaux :*

*À mes deux promoteur : Dr. Benallou Bouabdellah (Directeur de l'institut vétérinaire de Tiaret)*

*Pr. Meziane Toufik (professeur à la faculté Agro-vétérinaire Hadj Lakhdar de Batna et directeur de l'école doctorale vétérinaire Tiaret- Batna- El tarf) ), pour leurs précieuses propositions pour l'avancement de la thèse et l'encadrement scientifique durant toute la durée du travail, et pour la confiance qu'ils m'ont témoigné au cours de ces 2 années. merci de m'avoir supporté durant toute cette période, accepter par ces quelques mots ma profonde reconnaissance.*

*Je tiens à remercier Mr. L. Madjid le propriétaire et son employeur ( safi, taleb, khaoui) de la ferme où l'expérimentation s'est déroulée, de m'avoir accueillie avec cœur ouvert.*

*Je remercie chaleureusement tous les membres de l'équipe du laboratoire d'analyse du lait de GIPLAIT ( Trari nafissa, mohamed, khadija).*

*Sans oublier le directeur de l'unité qui nous a facilité l'accès au laboratoire.*

*J'exprime également toute ma reconnaissance à l'ensemble de l'équipe du laboratoire de biochimie de l'établissement public de santé de proximité- Tiaret sans qui ce travail n'aurait pu voir le jour : (Abdi mansour, khadija, Aggad fatima, Assia), Aidouni Azzize directeur de l'établissement.*

*Je ne saurais oublier de remercier Mr. Sederi l'hadj, qui m'a facilité l'accès au laboratoire de biochimie.*

*Mes remerciements vont également :*

*A tous le personnel, enseignant et travailleur de l'institut vétérinaire de l'université IBN-KHALDOUN de Tiaret, et aux enseignants du département vétérinaire de l'université HADJ-LAKHDAR. Batna.*

*A tous mes amis et confrères de l'école doctorale vétérinaire, chacun par son nom.*

*En fin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

# Dédicaces

*A l'hommage de mon grand père*

*A mes chers parents que dieu les gardes*

*Grâce à qui je ne serais ce que je suis aujourd'hui*

*Pour leurs soutient et leurs amour toujours présent pour me pousser plus loin  
dans mes ambitions.*

*A mes frères Nadjib, Toufik & Issam*

*A Abdi Djilali*

*A ma grande famille Ayad et Abdi en témoignage de leur amour et de leurs  
encouragement continus.*

*A tous ce qui comptent pour moi...*

*Je dédie également ce travail à tous mes amis*

*Saim Mohamed Said, Smadi Mustafa Adnane,*

*Hamdi Mohamed, Boudra Abdellatif, Aidouni Abdelkader,*

*Bekki Rachide, Marih Abdelkader et à leurs familles.*

*A Dr. Louness Khaira, que je considère comme deuxième mère.*

## **LISTE DES TABLEAUX**

<b>Tableau 1</b> : Comparaison entre les besoins de pleine lactation et les besoins de fin de gestation, d'après Hoden et coll. (1988) .....	2
<b>Tableau 2</b> : Principaux critères d'appréciation de l'état corporel des vaches laitières Prim'Holstein (d'après BAZIN, 1984).....	6
<b>Tableau 3</b> : Exemples d'intervalles de référence de la glycémie en g/l proposes dans la littérature.....	16
<b>Tableau 4</b> : : Exemples d'intervalles de référence du cholestérol sanguin en g/l proposes dans la littérature. ....	18
<b>Tableau 5</b> : Exemples d'intervalle de référence des protéines sériques totales en g/L proposés dans la littérature. ....	20
<b>Tableau 6</b> : les micro-organismes considérés comme probiotiques (adapté de hozalpfel et al, 1998).....	23
<b>Tableau 7</b> : Composition chimique d'une cellule de levure.....	28
<b>Tableau 8</b> : Classification de <i>saccharomyces cerevisiae</i> (Adapté de Kurtzman & Fell, 1998).....	29
<b>Tableau 9</b> : Effet de la supplémentation alimentaire en <i>S.cerevisiae</i> sur les paramètres sanguins des ruminants.....	34
<b>Tableau 10</b> : : effet de la supplémentation alimentaire en <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la matière sèche ingérée (MSI), le poids vif (PV), et la production laitière (PL) des vaches laitières (synthèse de plusieurs auteurs).....	42
<b>Tableau 11</b> : composition et caractéristique de l'aliment concentré de base (VLB20).....	50
<b>Tableau 12</b> : besoin d'entretien d'une vache laitière et besoins de production.....	52
<b>Tableau 13</b> : caractéristiques du lot témoin et du lot supplémenté en levure probiotique à la répartition initiale au début de l'expérimentation.....	68
<b>Tableau 14</b> : valeurs énergétiques de la ration distribuée aux vaches tarées et en production (valeurs prises des tables de l'INRA).....	68
<b>Tableau 15</b> : la production laitière permise par la ration distribuée aux vaches de l'expérimentation. ....	69
<b>Tableau 16</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur l'état corporel des vaches laitières en peripartum.....	70
<b>Tableau 17</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la production laitière mesurée entre la 2 <sup>ème</sup> et la 7 <sup>ème</sup> semaines de lactation..	72
<b>Tableau 18</b> : : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur le taux butyreux du lait mesuré (en début de chaque semaine) de J7 à J49 postpartum. ....	75
<b>Tableau 19</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la teneur plasmatique en glucose des vaches laitières en peripartum.....	77
<b>Tableau 20</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la teneur plasmatique en cholestérol des vaches laitières en peripartum.....	78
<b>Tableau 21</b> : de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la teneur plasmatique en urée des vaches laitières en peripartum.....	80

<b>Tableau 22</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la teneur plasmatique en créatinine des vaches laitières en peripartum. ....	81
<b>Tableau 23</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la teneur plasmatique en triglycérides des vaches laitières en peripartum.....	83
<b>Tableau 24</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la teneur plasmatique en protéines totales des vaches laitières en peripartum.....	84
<b>Tableau 25</b> : impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> sur la teneur plasmatique en albumine des vaches laitières en peripartum. ....	86
<b>Tableau 26</b> : valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques de la vache laitière selon Brugère-Picoux, 1995.....	96

## **LISTE DES FIGURES**

<b>Figure 1</b> : Schématisation du décalage entre la courbe de lactation et la courbe de capacité d'ingestion.	3
<b>Figure 2</b> : Diagramme de notation d'état corporel pour les vaches Prim'Holstein (d'après EDMONSON et al., 1989).	7
<b>Figure 3</b> : Evolution de l'état corporel moyen au cours du <i>postpartum</i> chez les vacheslaitières (d'après DRAME <i>et al.</i> , 1999).	9
<b>Figure 4</b> : Perte d'état corporel au cours des 60 premiers jours de lactation chez les vaches maigres, normales et grasses au moment du vêlage (d'après DRAME <i>et al.</i> , 1999).	10
<b>Figure 5</b> : Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare (d'après Rodenburg, 1992).	13
<b>Figure 6</b> : Effets des différentes souches de <i>S. cerevisiae</i> sur la population bactérienne ruminale en culture mixte (adapté de (Newbold & Wallace, 1992)).	36
<b>Figure 7</b> : Effet de la levure probiotique sur la teneur de lactate dans le rumen après le repas (Williams <i>et al.</i> , 1991).	37
<b>Figure 8</b> : Evolution du pH ruminal chez la vache après un repas complémenté ou non de 4 g de levure <i>S. cerevisiae</i> (Marden, 2007).	39
<b>Figure 9</b> : Effet d'un apport de 4 g de levure <i>S. cerevisiae</i> sur la concentration en AGV totaux (Marden, 2007).	40
<b>Figure 10</b> : Effet de la levure <i>S. cerevisiae</i> sur matière sèche ingérée (MSI), le GMQ et l'IC chez les bovins viande (Moncoulon & Auclair, 2001).	41
<b>Figure 11</b> : Mode d'action présumé de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> chez le ruminant adaptée de wallace,1994.	45
<b>Figure 12</b> : schéma du protocole expérimental.	49
<b>Figure 13</b> : vue d'extérieur du bâtiment d'élevage utilisée pour l'essai (ferme privé, Tiaret 2010).	51
<b>Figure 14</b> : vue de l'intérieur du bâtiment utilisé pour l'expérimentation, (ferme privé, Tiaret 2010).	51
<b>Figure 15</b> : Ruban zoo métrique.	55
<b>Figure 16</b> : mesure du tour de poitrine avec le ruban mètre de RONDO®	55
<b>Figure 17</b> : grille d'interprétation des résultats du CMT.	58
<b>Figure 18</b> : réalisation du test CMT.	59
<b>Figure 19</b> : tubes de prélèvements à l'héparinate de lithium type vacutainer.	61
<b>Figure 20</b> : photo du thermochron avec sont adaptateur pour la lecture des résultats.	61
<b>Figure 21</b> : caractéristiques initiales des vaches de la ferme expérimentale (états de gravidités).	67
<b>Figure 22</b> : évolution de l'état corporel des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).	71
<b>Figure 23</b> : évolution de la production laitière quotidienne (l/j/vache) des vaches laitières témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant du 7 <sup>ème</sup> jour après le part (J7PP) jusqu'au 49 <sup>ème</sup> jour postpartum (J49PP).	73

<b>Figure 24</b> : évolution de la production laitière journalière moyenne par semaine (l/j) des vaches laitières témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de la 2 <sup>ème</sup> semaine après le part jusqu'à la 7 <sup>ème</sup> semaine postpartum.....	74
<b>Figure 25</b> : Taux butyreux (TB, g/l) du lait des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant du 7 <sup>ème</sup> jour après le part (J7PP) jusqu'au 49 <sup>ème</sup> jour postpartum (J49PP).....	76
<b>Figure 26</b> : évolution de la glycémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).....	78
<b>Figure 27</b> : évolution de la cholestérolémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).....	79
<b>Figure 28</b> : évolution de l'urémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).....	81
<b>Figure 29</b> : évolution de la créatininémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).....	82
<b>Figure 30</b> : évolution des TG plasmatique (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).....	84
<b>Figure 31</b> : évolution de la protéine totale plasmatique (g/dl) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).....	85
<b>Figure 32</b> : évolution de l'albuminémie (g/dl) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique <i>Saccharomyces cerevisiae</i> durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45 <sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).....	87
<b>Figure 33</b> : diagramme schématique des interactions entre les probiotiques et la flore du rumen (adapté de chaucheyras-durand et al, 2006).....	94

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

<b>INRA</b> : institut national de recherche agronomique (France)	<b>MAT</b> : matière azotée totale
<b>UFL</b> : unité fourragère lait	<b>IC</b> : indice de consommation
<b>PDI</b> : protéines digestibles dans l'intestin	<b>J0</b> : jour avant la supplémentation
<b>TB</b> : taux butyreux	<b>J-14</b> : 14 jours avant la mise bas
<b>MS</b> : matière sèche	<b>Jmb</b> : jour de mise-bas
<b>Mcal</b> : macro calorie	<b>J15PP</b> : 15 <sup>ème</sup> jours après mise-bas
<b>mmol/L</b> : milli mol par litre	<b>J30PP</b> : 30 <sup>ème</sup> jours après mise-bas
<b>g/L</b> : gramme par litre	<b>J45PP</b> : 45 <sup>ème</sup> jours après mise-bas
<b>AGNE</b> : acides gras non estérifiés	<b>J49PP</b> : 49 <sup>ème</sup> jours après mise-bas
<b>mg/L</b> : milligramme par litre	<b>UF</b> : unités fourragères
<b>BHB</b> : beta hydroxybutyrate	<b>MAD</b> : matière azotée digestible
<b>μU/L</b> : micro unité	<b>MSI</b> : matière sèche ingérer
<b>VLHP</b> : vaches laitières haute productrices	<b>TP</b> : taux protéique
<b>VL</b> : vaches laitières	<b>PV</b> : poids vif
<b>TG</b> : triglycérides	<b>trs/min</b> : tours par minute
<b>TGL</b> : triglycérides libres	<b>CMT</b> : californie mastitis test
<b>AG</b> : acides gras	<b>CMV</b> : complément minéral et vitaminique
<b>U.E</b> : union européen	<b>PDIN</b> : protéines digestibles dans l'intestin dont le facteur limitant est l'azote
<b>UFC/g</b> : unité formant colonie par gramme	<b>PDIA</b> : protéines digestibles dans l'intestin d'origine alimentaire
<b>GMQ</b> : gain moyen quotidien	<b>PDIE</b> : protéines digestibles dans l'intestin dont le facteur limitant est l'énergie
<b>AGV</b> : acides gras volatiles	<b>DA</b> : dinars Algérien.
<b>Ph</b> : potentiel d'hydrogène	<b>MAT</b> : matière azotée totale
<b>Eh</b> : <i>potentiel redox</i>	<b>IC</b> : indice de consommation
<b>MO</b> : matière organique	<b>J0</b> : jour avant la supplémentation
<b>NDF</b> : natural fiber digestion	<b>J-14</b> : 14 jours avant la mise bas
<b>ADF</b> : acide fiber digestion	<b>Jmb</b> : jour de mise-bas
<b>INRA</b> : institut national de recherche agronomique (France)	<b>J15PP</b> : 15 <sup>ème</sup> jours après mise-bas

# *SOMMAIRE*

# SOMMAIRE

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abreviation	
Sommaire	
Introduction	

## CHAPITRE I

Le peripartum chez la vache laitière et ces contraintes.....	1
I. Problématique de l'alimentation des vaches laitières .....	1
I.1. Augmentation des besoins en période peripartum .....	1
I.2. Diminution de la capacité d'ingestion en période peripartum .....	2
I.3. Bilan énergétique en période peripartum .....	3
I.4. Nécessité d'une bonne gestion de l'alimentation.....	4
II. Evaluation du statut nutritionnel de la vache laitière autour du vêlage.....	4
II.1. La notation de l'état corporel .....	5
II.1.1. Principe, méthode et intérêt de la notation de L'état corporel .....	5
II.1.2. Profil de l'état corporel autour du part chez la vache laitière .....	9
<i>A-Influence du stade du postpartum</i> .....	9
<i>B-Influence de l'état d'engraissement au moment du part</i> .....	10
<i>C- Influence de la saison du vêlage</i> .....	11
<i>D-Influence de la parité</i> .....	11
<i>E - Relations avec le niveau de la production laitière</i> .....	12
II.1.3. Moments de l'évaluation de l'état corporel .....	12
II.1.4. Bilan : profil idéal de note d'état corporel de la vache laitière .....	13
III. Evolution des paramètres sanguins d'une vache laitière en peripartum.....	13
III.1. Intérêt des profils biochimiques.....	13
III.1.1. Définition.....	14
III.1.2. Facteurs de variation des constituants sanguins.....	15
III.2. Paramètres utilisés pour apprécier les grandes fonctions .....	15
III.2.1. Evaluation du statut énergétique et azoté .....	15
III.2.1.1. Le glucose sanguin .....	16
III.2.1.2. Acides Gras Non Estérifiés (ou Acides Gras Libres) .....	16
III.2.1.3. Corps Cétoniques .....	17
III.2.1.4. Le cholestérol sanguin .....	18
III.2. 1.5. Les triglycérides sanguins .....	19
III.2.1.6, Les protéines totales plasmatiques .....	
CHAPITRE II	21
Les levures probiotiques et leurs applications en nutrition animale .....	
I. Généralités sur les probiotiques .....	21
I.1. Définition.....	21

I.2. Caractères généraux des bactéries probiotiques .....	22
I.3. Effet des bactéries probiotiques chez les monogastriques .....	24
I.4. Effet des bactéries probiotiques chez les ruminants .....	25
II. Etude d'une levure probiotique <i>saccharomyces cerevisiae</i> .....	26
II.1. Généralités.....	26
II.1.1. Classification de <i>saccharomyces cerevisiae</i> .....	29
II.2. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> chez les ruminants .....	30
II.2.1. Impact de <i>s. Cerevisiae</i> sur l'utilisation digestive de la ration chez les bovins.....	31
<i>A-Digestibilité des constituants non azotés</i> .....	31
<i>B-Digestibilité de la matière azotée (MAT)</i> .....	33
II.2.2. Effet de la supplémentation en levure sur les paramètres métaboliques .....	33
II.2.3. impact de <i>s. cerevisiae</i> sur le <i>profil</i> de la biocenose ruminale .....	35
II.2.4. <i>Effet des levures sur le nombre total de bactéries dans le rumen</i> .....	35
II.2.4.1. <i>Effets des levures sur les bactéries cellulolytiques du rumen</i> .....	36
II.2.4.2. <i>Effet des levures sur les bactéries utilisatrices de lactate du rumen</i> .....	36
II.2.4.3. <i>Effet de la levure sur le nombre de protozoaires du rumen</i> .....	37
II.2.5. <i>Impact de S. cerevisiae sur le pH ruminal</i> .....	38
II.2.6. <i>Impact de S. cerevisiae sur le profil fermentaire</i> .....	39
II.2.7. <i>Impact de S. cerevisiae sur la croissance et la production laitière</i> .....	40
III. <i>Mode d'action de Saccharomyces cerevisiae dans le rumen</i> .....	43
Matériels et méthodes.....	46
I.  Lieu et période de développement de l'essai.....	46
II.  Période pré expérimentale :.....	46
II.1. Commémoratifs de l'élevage .....	46
II.2. Bilan initial .....	47
II.3. Sélection des animaux et constitution des lots .....	47
II.4. Homogénéisation des animaux .....	48
III.  Période expérimentale :.....	48
III.1. Schéma expérimental .....	48
III.2. Bâtiment d'élevage .....	50
III.3. Alimentation :.....	50
III.3.1. Composition et calcul de la ration de basse.....	50
III.3.2. Modalité de la supplémentation en levure probiotique.....	52
III.4. <i>Abreuvement</i> .....	53
IV.  Mesures réalisées :.....	53
IV.1. Mesure des performances zootechniques :.....	53
IV.1.1. L'ingéré alimentaire .....	53
IV.1.2. Notation de l'état corporel .....	54
IV.1.3. Mesure du poids vif .....	54
IV.2. Mesure des paramètres de la production laitière :.....	55
IV.2.1. Quantité de lait produite .....	55
IV.2.2. Le taux butyreux du lait .....	55
IV.2.2.1. Application.....	56
IV.2.2.2. Principe.....	56

IV.2.2.3. Matériel.....	56
IV.2.2.4. Réactifs.....	56
IV.2.2.5. Mode opératoire.....	56
IV.2.3. Le test CMT ou test au teepol.....	57
IV.2.3.1. Le matériel utilisé .....	58
IV.2.3.2. La réalisation du test .....	58
IV.2.3.3. Comment interpréter les résultats .....	58
V. Mesure des paramètres métaboliques sanguins .....	60
V.1. Prélèvement de sang .....	60
V.1.1. Dosage du glucose plasmatique .....	62
V.1.2. Dosage des protéines totales plasmatiques .....	62
V.1.3. Dosage de l'urée plasmatique .....	63
V.1.4. Dosage des triglycérides plasmatiques .....	64
V.1.5. Dosage du cholestérol plasmatique .....	64
V.1.6. Dosage de la créatinine .....	65
V.1.7. Dosage des protéines totales plasmatiques .....	66
VI. Etude statistique .....	66
Résultats.....	67
I. Caractéristiques initiales des vaches de la ferme .....	67
I.1. Caractéristiques initiales des animaux expérimentaux .....	67
I.2. Les valeurs énergétiques et azotées des rations distribuées dans la ferme .....	68
II. Effet du probiotique sur les performances zootechniques .....	70
II.1. Effet sur l'état corporel .....	70
III. Effet du probiotique <i>S.cerevisiae</i> sur les paramètres de la production laitière .....	72
III.1. Effet sur la production laitière.....	72
III.2. Effet sur la composition du lait .....	74
III.2.1. Le taux butyreux .....	74
III.2.2. Résultat du test CMT .....	76
IV. Effet du probiotique <i>S. cerevisiae</i> sur les paramètres métaboliques .....	76
IV.1. Effet sur la glycémie .....	76
IV.2. Effet sur la teneur plasmatique en cholestérol .....	78
IV.3. Effet sur la teneur plasmatique en urée .....	79
IV.4. Effet sur la teneur plasmatique en créatinine .....	81
IV.5. Effet sur la teneur plasmatique en triglycérides .....	82
IV.6. Effet sur la teneur plasmatique en protéines totales .....	84
IV.7. Effet sur l'albuminémie .....	86
Discussion.....	88
Conclusion.....	101
Recommandation.....	102
Références bibliographiques.....	103
Annexes.....	117

# *Introduction*

## *Introduction générale*

---

Le cycle de production de la vache laitière repose sur le rythme théorique suivant : dix mois de lactation suivis de deux mois de tarissement. Ce cycle de production, correspond à un cycle de reproduction d'un an, est caractérisé par l'obtention d'un veau par vache et par an. Au cours de ce cycle, les besoins de la vache varient de façon importante et rapide, ces variations étant étroitement liées aux exportations des nutriments par le lait. L'alimentation doit couvrir à la fois les besoins d'entretien et de production afin de permettre au ruminant d'exprimer tout son potentiel génétique (Gadoud et al, 1992).

Une étape cruciale du cycle de production de la vache laitière coïncide avec le peripartum : ou s'articulent trois étapes physiologiques fondamentales : le tarissement dont l'objectif est de préparer la vache laitière au vêlage et à sa prochaine lactation, le vêlage, événement majeur du peripartum qui conditionne l'état de santé du veau nouveau né et l'importance de la production laitière suivante, et le début de la lactation qui constitue la période de production la plus importante. Durant ces trois phases, la vache laitière est soumise à des changements métaboliques, dus à l'importance même de la quantité de lait qu'elle produit, et à des bouleversements des organes abdominaux, consécutifs au développement d'un fœtus.

Pour atteindre l'objectif de production visé (un veau par vache et par an), il est primordial de limiter tout risque de problème aussi bien sanitaire que nutritionnel dans l'élevage. Or, l'alimentation de la vache autour du peripartum est au centre des problèmes sanitaires et zootechniques (Bareille et al, 2003). En effet, à cette période, les deux stades critiques du cycle de production de la vache se succèdent : le tarissement et le début de la lactation (Wolter, 1997).

Le bon déroulement du tarissement conditionne le bon démarrage de la lactation. Il permet, en outre, d'éviter le développement de nombreuses affections du peripartum (Wolter, 1997). Lors du tarissement, les besoins alimentaires sont quantitativement bas mais qualitativement hauts du fait de l'arrêt de lactation et de la poursuite d'une gestation.

En début de lactation, les besoins alimentaires de la vache laitière augmente fortement et rapidement (ils triplent en l'espace de deux semaines) alors que l'appétit de l'animal ne croît que lentement et régulièrement pour atteindre son maximum seulement deux à quatre mois après le vêlage (Gadoud et al, 1992 ; Wolter, 1997 ; Enjalbert, 2003).

Par conséquent, un déficit énergétique est inévitable et le plus souvent aggravé s'il y a un déséquilibre de la ration pendant le tarissement (Gadoud et al, 1992). Un déficit énergétique trop important a des conséquences néfastes sur la production laitière des cent premiers jours (période

## *Introduction générale*

---

durant laquelle la moitié de la production laitière totale se joue). En effet, les vaches mobilisent leurs réserves pour soutenir la production laitière ce qui leur fait perdre du poids. Cet amaigrissement est le plus souvent à l'origine de problèmes de fertilité et de désordre métaboliques ou infectieux du postpartum (Wolter, 1997).

La réduction maximale de cette perte de poids est l'objectif premier du rationnement en tenant compte de la capacité d'ingestion de la vache pendant la période du tarissement et le début de lactation.

La gestion alimentaire du peripartum de la vache laitière fait l'objet d'une recherche scientifique active, face à l'enjeu économique actuel : optimiser la production laitière de chaque animal.

Classiquement, la conduite alimentaire recommandée autour du vêlage repose sur la préparation de la vache en fin de gestation à la prochaine lactation. Cette période doit permettre une transition préparant les animaux au régime de début de lactation, afin d'éviter toute perturbation digestive ultérieure. Les fourrages sont distribués à volonté ; la quantité de concentré est augmentée pour accroître la densité énergétique de la ration (Gadoud et al, 1992).

Une nouvelle proposition qui émerge de la littérature consiste à incorporer des probiotiques dans la ration alimentaire de la phase de transition (Wallace, 1994).

En Algérie, la gestion alimentaire du peripartum n'est pas maîtrisée, soit par méconnaissance des principes de rationnement, soit par l'indisponibilité des ressources fourragères qui entraînent une sur-utilisation de l'aliment concentré engendrant un déséquilibre de la ration. L'emploi de probiotique pourrait être intéressant, dans ces conditions, pour pallier au déséquilibre de la ration et optimiser son utilisation. Il apparaît nécessaire d'étudier les effets de cette flore exogène sur le microbiote digestif de la vache laitière durant la période de transition en postpartum, et d'analyser ces interactions chez les ruminants.

En vu de la vérification de ces hypothèses dans nos conditions locales, nous avons choisi, d'étudier les **variations** de la **Production laitière**, la **matière grasse**, la **note d'état corporel** et les **paramètres biochimiques** en fonction de la présence ou non de levure probiotique (*S. cerevisiae*) et de faire une brève comparaison avec les résultats recueillis avec d'autre levure chez la vache. Dans ce but, nous mettrons au point une :

**Technique de mesure fiable du BCS, De la quantité de lait, de la MG et des paramètres biochimiques sanguins des vaches.**

## *Introduction générale*

---

L'objectif est d'évaluer les différentes variations de ces paramètres en fonction de la période, de l'âge, du statut nutritionnel et du statut sanitaire du bovin laitier. Et d'évaluer dans nos conditions locales, l'intérêt de la complémentation alimentaire en levure probiotique durant la période du peripartum chez la vache laitière

**Enfin, l'effet de la levure probiotique *S. cerevisiae* SC 47 (Biosaf®) sur ces paramètres sera étudié lors de différentes situations nutritionnelles.**

Ainsi, au delà de contribuer aux connaissances sur l'effet de la levure probiotique en alimentation animale, ce travail de thèse intègre une démarche pluridisciplinaire (clinique, biochimique, zootechnique etc.). Il permet de faire une approche globale des interactions du statut nutritionnel, physiologique et sanitaire du bovin en post-partum.

# *Première Partie*

*Partie Bibliographique*

# *Chapitre I*

*Le peripartum chez la vache laitière et ces contraintes*

**CHAPITRE I****Le peripartum chez la vache laitière et ces contraintes****I. Problématique de l'alimentation des vaches laitières :**

Les élevages laitiers sont menés de telle manière à ce que la vache réalise un veau par vache par an. Cela impose une gestion assez stricte de son cycle de reproduction et de son alimentation.

Au moment du vêlage son métabolisme est très sollicité. En effet, c'est à ce moment-là que la production laitière démarre et augmente de jour en jour pour atteindre son pic entre le premier et le deuxième mois du postpartum. La production peut atteindre plus de 40 kg de lait par jour. Le métabolisme s'adapte afin que les apports soient en adéquation avec les besoins. Si le seuil d'adaptation est dépassé, des anomalies surviennent alors. Si tel est le cas, une partie de la production laitière au pic de lactation est perdue, c'est pourquoi cette phase est importante à gérer rigoureusement. Une fois cette période à risque passée, la production diminue ensuite d'environ 10 % par mois, le tarissement s'effectuant après 10 mois de lactation. Dans les systèmes habituels de gestion des troupeaux laitiers, le tarissement dure en moyenne deux mois.

Les besoins et les apports nécessaires, sont illustrés par des valeurs prises pour des vaches laitières multipares de 600 kg de poids vif. Tables de l'INRA (Hoden et coll., 1988).

**I.1. Augmentation des besoins en période peripartum :**

Alors que les besoins diminuent en même temps que la production, du pic de lactation jusqu'au début du tarissement, une vache tarie gestante voit ses besoins ré augmenter lentement jusqu'au vêlage. En effet, bien qu'il n'y ait plus de besoins de lactation, des besoins croissants de gestation s'ajoutent aux besoins d'entretien.

Cette augmentation des besoins est liée à la forte demande de la part du fœtus en fin de gestation et à la préparation de la lactation. Cependant, les besoins au tarissement restent bien inférieurs à ceux d'une vache en lactation. Pour comparer, les valeurs sont données pour une vache de 600 kg en pleine lactation produisant 30 kg de lait par jour à 40 g/kg de taux butyreux (TB) (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Comparaison entre les besoins de pleine lactation et les besoins de fin de gestation, d'après Hoden et coll. (1988). Les besoins d'entretien d'une vache de 600 kg sont de 5 UFL, 395 g de PDI, 36 g de Ca et 27 g de P.

	Pleine lactation	7ème mois de gestation	8ème mois de Gestation	9ème mois de gestation
Besoin global en UFL	18,2	5,9	6,6	7,6
Besoin global en PDI (g)	1835	470	530	600
Besoin global en Ca (g)	140	45	52	61
Besoin global en P (g)	75	30	32	35

Globalement, les besoins augmentent peu au cours du tarissement. Par contre, les apports doivent être plus que doublés, voire presque triplés entre période sèche et période de production, pour couvrir les besoins. Par conséquent, la ration alimentaire doit être adaptée pour satisfaire les besoins.

### **I.2. Diminution de la capacité d'ingestion en période peripartum :**

En moyenne à 13,5 kg MS par jour pendant le tarissement, la capacité d'ingestion d'une vache laitière diminue en fin de gestation, pour atteindre son minimum au moment du vêlage : elle est environ inférieure de 20 à 30 % à celle de pleine lactation, qui est à 17,5 kg MS par jour chez une vache produisant 30 kg de lait à 40 g/kg de TB (Hoden et coll., 1988). Puis, elle augmente assez rapidement mais le pic d'ingestion est décalé dans le temps par rapport au pic de lactation : ce dernier précède le moment où la vache atteint son niveau d'ingestion maximal (Figure 1).

Pourtant, d'après le paragraphe précédent, la vache a de forts besoins énergétiques pour assurer sa production. Elle ne peut donc pas satisfaire la totalité de ses besoins énergétiques car son ingestion de matière sèche est insuffisante pour les couvrir.

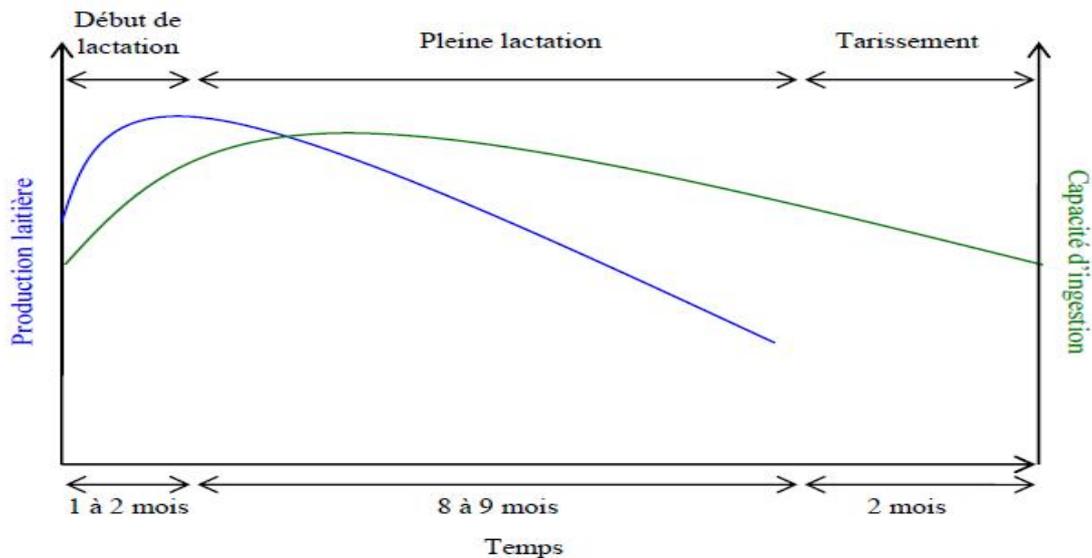


Figure 1 : Schématisation du décalage entre la courbe de lactation et la courbe de capacité d'ingestion (Hoden et coll., 1988).

### I.3. Bilan énergétique en période peripartum :

Du fait de l'évolution différente de la capacité d'ingestion et des besoins en période peripartum, le bilan énergétique varie. Au tariissement, la vache a peu de besoins, elle peut ingérer suffisamment de matière sèche pour les couvrir. Le bilan énergétique est nul, voire positif : l'animal engraisse et peut atteindre une note d'état corporel supérieure à 4/5. Dans le cas où la ration est laissée à volonté, la couverture des besoins énergétiques peut aller jusqu'à 142 % (Dann et coll., 2005). Par contre, en fin de gestation, les besoins continuent à augmenter alors que le niveau d'ingestion diminue : le bilan énergétique devient négatif.

Suite au vêlage, la production laitière augmente rapidement, donc les besoins aussi. Mais comme la capacité d'ingestion n'augmente pas suffisamment vite pour que les apports soient au niveau des besoins, le bilan énergétique est la plupart du temps négatif jusqu'au pic de lactation. La vache puise donc dans ses réserves pour assurer sa production.

Chez une vache Prim'Holstein, cela se manifeste par une perte d'état corporel sur une période plus ou moins longue selon le niveau de production. A titre indicatif, une vache multipare produisant 15 à 20 kg de lait connaît un déficit de 20 UFL sur 4-5 semaines et perd environ 10 kg de poids vif ; une vache multipare produisant plus de 40 kg de lait se trouve en bilan énergétique négatif pendant une période beaucoup plus longue de 9 à 10 semaines, et présente un déficit de 250 UFL qui lui fait perdre 60 kg de poids vif (Hoden et coll., 1988). Autrement dit, si la production est doublée, la période de déficit énergétique l'est également, mais l'amaigrissement postpartum est 6 fois plus important et le déficit en UFL multiplié par 12.

Pour résoudre en partie ce problème et permettre à la vache de produire en couvrant ses besoins au maximum de manière à ce qu'elle ne perde pas trop d'état corporel, il faut apporter une ration à forte densité énergétique. On utilise pour cela des concentrés : les céréales apportent 1,1 à 1,2 UFL/kg MS. Une autre contrainte se pose : il est nécessaire de réaliser la transition entre la ration de tarissement, pauvre en concentrés, et la ration de lactation, riche en concentrés. C'est ce qu'on appelle la préparation au vêlage (Enjalbert, 1995b).

#### **I.4.Nécessité d'une bonne gestion de l'alimentation :**

Lors du tarissement, la ration est pauvre en concentrés puisque la vache a peu de besoins. La flore cellulolytique du rumen est alors bien développée pour digérer cette ration riche en fibres. Par contre, la flore amylolytique est peu présente, ce qui pose problème au moment du vêlage. En effet, si le rumen n'est pas adapté à une ration riche en concentré et donc en amidon, il ne pourra pas digérer efficacement la ration de lactation et bénéficier de tout ce qu'elle apporte, ce qui accentuera le déficit énergétique. Il faut donc réaliser une transition alimentaire un peu avant vêlage en apportant des concentrés progressivement dans la ration et en augmentant les quantités d'environ 2 kg par semaine jusqu'au pic de lactation. Cela a pour but non seulement de préparer la microflore ruminale au nouveau régime, mais aussi à compenser la diminution de la capacité d'ingestion par un apport d'aliment plus dense en énergie (Enjalbert, 1995b).

L'utilisation de quantités importantes de concentrés prédispose les vaches laitières au problème d'acidose ruminale chronique. La diminution du pH est liée à la quantité d'acides gras volatils produits lors des fermentations de l'amidon. Il est important que l'animal rumine pour que la salive produite joue son rôle de tampon. En plus de la transition alimentaire, il est donc important de veiller à un apport constant de fourrages à fibres longues, à au moins 60 % de la ration (Peyraud et Apper-Brossard, 2006).

Le déficit énergétique semble une situation inévitable en début de lactation. Pourtant, les vaches laitières parviennent à maintenir leur production, malgré la perte d'état corporel. Le métabolisme s'adapte afin de faire face au déficit.

## **II. Evaluation du statut nutritionnel de la vache laitière autour du vêlage**

Pour apprécier le statut nutritionnel de la vache laitière, il est nécessaire de connaître:

- La **valeur de la ration**, estimée à partir de tables ou par analyse chimique,
- Les **quantités d'aliments distribués**. Fourrages et concentrés,

- Les **quantités d'aliments effectivement ingérées** par l'animal, variables notamment suivant son stade physiologique et sa place dans la hiérarchie du troupeau,
- la **digestibilité de la ration**, fonction de son état de conservation, de sa fibrosité et des éventuels traitements nécessaires a sa fabrication.

## **II.1. La notation de l'état corporel :**

La notation de l'état corporel permet d'apprécier indirectement le statut énergétique d'un animal, par l'évaluation de son état d'engraissement superficiel. Cette méthode, couramment employée, à l'avantage d'être peu coûteuse en investissement et en temps. Sa fiabilité reste supérieure à celle de la pesée de l'animal, sujette à des variations suivant le poids des réservoirs digestifs et de l'utérus, mais aussi la production laitière (Ferguson, 2002).

Ainsi, la notation de l'état corporel apparaît comme un moyen intéressant pour l'estimation de la quantité d'énergie métabolisable, stockée dans la graisse et les muscles, et de la mobilisation des réserves tissulaires (Edmonson et al, 1989). Elle est de plus en plus utilisée dans les exploitations bovines pour contrôler l'adéquation entre les apports et les besoins nutritionnels.

### **II.1.1. Principe, méthode et intérêt de la notation de L'état corporel :**

La note d'état corporel est attribuée à l'animal sur la base de l'apparence des tissus recouvrant des proéminences osseuses des régions lombaire et caudale. Plus précisément, les zones anatomiques évaluées comprennent les processus transverses et épineux des vertèbres lombaires, les tubérosités iliaques (pointe de la hanche) et ischiatiques (pointe de la fesse), le détroit caudal, la base de la queue et la ligne du dos. La couverture tissulaire peut être estimée par la palpation et/ou l'inspection visuelle (Ferguson et al, 1994). Selon une grille de notation établie par l'Institut Technique de l'Elevage Bovin (Bazin, 1984), chaque critère anatomique se voit attribuer par un observateur une note de 0 à 5, la note globale correspondant à la moyenne de 6 notes (avec une précision de 0,5 point), de 0 pour vache cachectique à 5 pour vache très grasse (Tableau 2),

**Tableau 2:** Principaux critères d'appréciation de l'état corporel des vaches laitières  
Prim'Holstein (d'après BAZIN, 1984).

Note	Note arrière				Note de flanc	
	Pointe des fesses	Ligament sacro-tubéral	Détroit caudal	Epine dorsale	Pointe de la hanche	Apophyses vertébrales
5	Invisible	Invisible	Comble	Invisible (dos plat)		
4	Peu visible	Peu visible	Presque comble	A peine visible		Epineuses repérables
3	Couverte	Bien visible	Limites	Visible, couverte		Epineuses
2	Non couverte	Légèrement couvert	Légèrement creusé	Ligne marquée	Crête invisible	Transverses à angle vif
1		En lame	Profond	Ligne irrégulier	Crête visible	Transverses séparés
0		Très saillant	Très creusé	Corps vertébral apparent		

D'autres échelles de score existent. Ainsi, outre-Atlantique, le système de notation le plus communément utilisé s'étale de 1 à 5 points : 1 pour vache cachectique, 2 pour maigre, 3 pour moyenne, 4 pour grasse et 5 pour très grasse, avec une précision de 0,25 unité (Figure 2). Des formules permettant la conversion d'une échelle à l'autre ont été établies (Ferguson et al, 1994).

D'une manière générale, l'évaluation de l'état corporel est basée sur l'examen visuel et/ou par palpation: de la région caudale d'une part (base de la queue et ischiurs) ; et de la région lombaire d'autre part (apophyses épineuses et transverses des vertèbres lombaires et iliums). La longueur et l'aspect du poil pouvant être différents selon les individus, la palpation manuelle des deux régions, avec la même main, permet habituellement de réaliser une meilleure estimation que la simple inspection visuelle (Hansen, 2000). La quantité de « couverture » adipeuse permet d'attribuer une note qui, en général, varie de 1 à 5. La vache extrêmement maigre reçoit une note de 1, et la vache extrêmement grasse (obèse) reçoit une note de 5 (Edmonson et al, 1989).

SCORE	Processus épineux ①	Région entre les 2 types de processus ②	Processus transverses ③	Creux du flanc ④	Pointes des hanches et des fesses ⑤	Entre les 2 tubérosités ⑥	Entre les pointes des hanches ⑦	Entre la base de la queue et les fesses ⑧
1,00	processus distincts (en dents de scie)		très proéminents, >1/2 longueur visible	profond	très saillantes	dépression sévère	dépression sévère	profonde cavité en "U" sous la queue
1,25								
1,50								
1,75								
2,00	processus bien individualisés	dépression évidente	entre 1/3 et 1/2 de la longueur visible	marqué	proéminentes	très creux	dépression marquée	cavité en "U" sous la queue
2,25								
2,50	ligne du dos acérée, proéminente		1/3 à 1/4 de la longueur visible			mince couverture adipeuse		
2,75		légèrement concave	1/4 visible				dépression modérée	discrete cavité sous la queue
3,00							dépression discrète	
3,25								
3,50	ligne aplatie, processus épineux peu évidents	en pente douce	Processus non individualisables					proéminences osseuses entourées de graisse
3,75		quasi-plat	Bord lisse		arrondies	en pente	plat	
4,00	plate, processus indiscernables							
4,25								
4,50								
4,75		arrondi (convexe)	enfouis sous la graisse	saillant	enfouies sous la graisse			os enfouis sous la graisse
5,00								
	<b>Défaut de condition sévère</b>							
	<b>Ossature bien visible</b>							
	<b>Ossature et dépôts équilibrés</b>							
	<b>Ossature moins apparente que les dépôts</b>							
	<b>Embonpoint sévère</b>							

Figure 2 : Diagramme de notation d'état corporel pour les vaches Prim'Holstein

(d'après EDMONSON et al., 1989).

L'intérêt initial de la notation de l'état corporel est l'estimation du statut énergétique de l'animal. Bien que subjective, cette méthode peut toutefois être corrélée à d'autres mesures, objectives celles-ci, comme le poids vif ou la composition des tissus corporels. La note d'état corporel reflète l'épaisseur de la graisse sous-cutanée (Edmonson et al, 1989). Une corrélation positive a également été démontrée entre la note d'état corporel chez la vache et la lipomobilisation (Domecq et al, 1997b), mais aussi avec la balance énergétique négative cumulée (Domecq et al, 1997a). Une variation d'un point de la note d'état corporel représente

environ 56 kg de variation de poids corporel et 400 Mcal d'énergie nette, sur une échelle de score de 1 à 5 (Ferguson, 2001).

Par ailleurs, la notation de l'état corporel apparaît comme une méthode répétable mais également reproductible : une corrélation de 82 % entre les notes attribuées à un animal par le même observateur, et une corrélation de 79 % entre les notes accordées par les observateurs lors d'un même test ont été rapportées (Agabriel et al, 1986). Environ 90 % des notations entre 2 observateurs ne diffèrent que de 0,25 point (Ferguson et al, 1994). D'autre part, il semble que l'utilisation de grilles sous forme de diagramme permet à un observateur débutant d'évaluer la note d'état corporel avec la même précision qu'un initié (Edmonson et al, 1989).

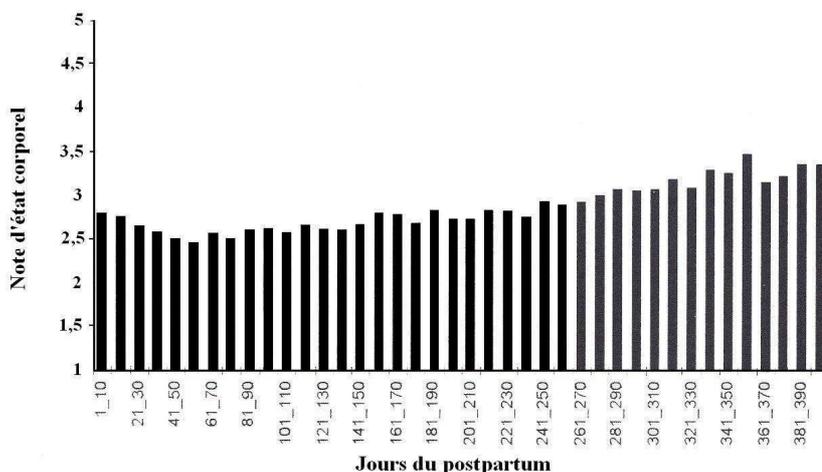
En lactation comme en période de tarissement, la notation de l'état corporel à des intervalles réguliers de 30 jours constitue une bonne méthode pour appréhender et détecter les changements de la condition corporelle au cours de ces 2 périodes, de façon significative et précise (Hady et al. 1994), ce qui illustre l'intérêt pratique d'une telle méthode.

La notation de l'état corporel constitue également un outil diagnostique intéressant dans l'évaluation de l'adéquation entre les apports et les besoins d'énergie. D'une part, 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 : mérites, kystes ovariens, dystocies, retentions placentaires et baisse de fertilité (Ferguson, 2002).

Finalement, la notation de l'état corporel constitue un outil de terrain efficace, fiable, rapide et peu coûteux, permettant à l'éleveur, au technicien ou au vétérinaire d'évaluer les réserves lipidiques de l'animal, reflet de son statut énergétique à un moment donné, mais aussi, par l'obtention de profils d'état corporel, une approche dynamique des variations de la balance énergétique.

## II.1.2. Profil de l'état corporel autour du part chez la vache laitière :

### A-Influence du stade du postpartum :



**Figure 3 :** Evolution de l'état corporel moyen au cours du *postpartum* chez les vaches laitières (d'après DRAME *et al.*, 1999).

L'état corporel de la vache laitière suit une évolution caractérisée par 2 grandes phases : l'une comprise entre le vêlage et le 60<sup>ème</sup> jour de lactation, l'autre au-delà du 60ème jour.

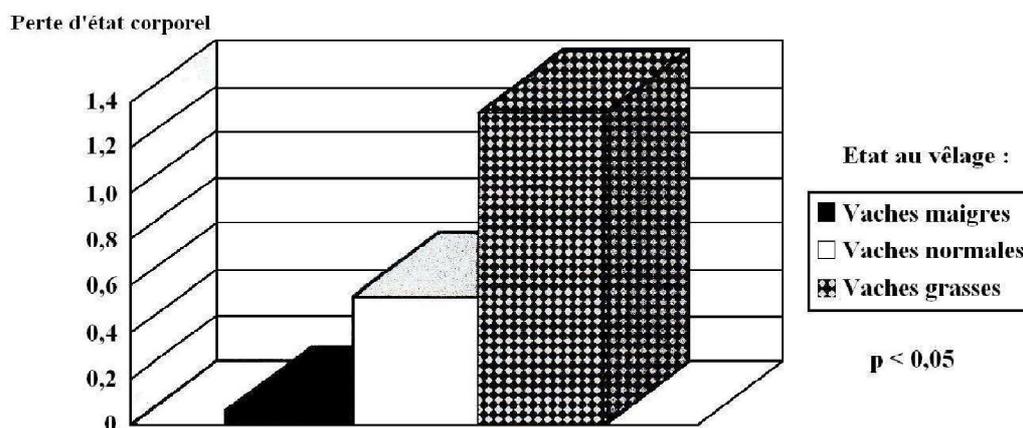
- **Au cours de la première phase**, une diminution significative de l'état corporel est observée avec une valeur moyenne diminuant de 2,8 à 2,5 points durant les 60 premiers jours de lactation [DRAME *et al.*, 1999 ; EDMONSON *et al.*, 1989 ; FERGUSON *et al.*, 1994]. Cette perte d'état est une manifestation de l'utilisation intense des réserves corporelles survenant après le part. Une mobilisation de 20 à 70 kg de lipides a été rapportée au cours des 60 jours suivant le vêlage [OTTO *et al.*, 1991]. Elle se traduit par la réduction de l'épaisseur de la graisse sous-cutanée et du diamètre des adipocytes liée à la lyse des triglycérides. Elle s'accompagne d'une augmentation de la teneur plasmatique en acides gras qui atteint son pic vers le 15ème jour du *postpartum*. Cette augmentation reflète la lipolyse et la mobilisation des réserves adipeuses pour assurer les dépenses énergétiques de l'animal. Les raisons de la mobilisation des réserves grasses et donc de la diminution de l'état corporel observée en début de lactation sont liées à la balance énergétique négative.

La production laitière moyenne augmente après le vêlage pour atteindre un pic dans les 4 à 8 premières semaines de lactation, tandis que la consommation alimentaire est maximale entre la 12<sup>ème</sup> et la 15<sup>ème</sup> semaine : la prise d'énergie reste plus faible que la quantité d'énergie nécessaire à la production laitière. En compensation de ce déficit, la vache utilise ses réserves de graisse.

- **La seconde phase** observée sur la courbe d'état corporel se situe au-delà du 60<sup>ème</sup> jour *postpartum*, avec une augmentation significative de 2,5 à 3,4 points [DRAME et al., 1999 ; WALTNER et al., 1993] Celle-ci traduit la reconstitution des réserves énergétiques de l'animal, liée au rétablissement de sa capacité d'ingestion de matière sèche ainsi qu'à l'activation de la lipogenèse au détriment de la lipolyse qui diminue. Les excédents de nutriments absorbés seront ainsi stockés dans les tissus de réserve, à l'origine d'une augmentation de la note d'état corporel.

A la fin de la lactation, la note d'état corporel redevient égale à celle du vêlage [WALTNER et al., 1993].

### ***B-Influence de l'état d'engraissement au moment du part :***



**Figure 4 :** Perte d'état corporel au cours des 60 premiers jours de lactation chez les vaches maigres, normales et grasses au moment du vêlage (d'après DRAME *et al.*, 1999).

Le degré d'utilisation des réserves est significativement corrélé au niveau d'engraissement de l'animal au moment de son vêlage. Ainsi, les vaches vêlant avec un état gras présentent une perte

d'état corporel excessive, supérieure à un point (1,36 selon DRAME *et al.*, 1999), tandis que celle-ci se limite à 0,56 et 0,06 respectivement chez les vaches normales et maigres.

### ***C- Influence de la saison du vêlage :***

Un effet significatif de la saison du vêlage a été observé sur le profil de l'état corporel au cours du *postpartum* [DRAME *et al.*, 1999]. Les vaches vêlant en période de pâturage présentent un état corporel moyen significativement plus élevé que les vaches vêlant en stabulation. Le rôle des conditions de stabulation et d'une diminution qualitative et quantitative des fourrages distribués en hiver est évoqué. D'autres auteurs n'ont toutefois pas montré de variation significative de l'état corporel liée aux saisons [WILDMAN, 1982].

### ***D- Influence de la parité :***

Les vaches primipares et celles en deuxième lactation atteignent leur niveau d'état corporel le plus bas au 2ème mois suivant le vêlage. La note d'état la plus basse est atteinte au 4ème mois *postpartum* chez les vaches en 3ème et 4ème lactation [WALTNER *et al.*, 1993].

La perte d'état *postpartum* augmente avec la parité, passant de 0,3 point en moyenne chez les primipares à 0,9 point pour les vaches à 4 lactations ou plus [WALTNER *et al.*, 1993].

D'autres travaux n'ont toutefois pas pu conclure à l'existence de différence significative portant sur la parité [DRAME *et al.*, 1999].

### ***E - Relations avec le niveau de la production laitière :***

Il est souvent admis que, pour les vaches laitières à fort potentiel de production, la quantité des graisses corporelles disponibles au vêlage est positivement corrélée au niveau de la production laitière en début de lactation.

WALTNER *et al.* (1993) déterminent qu'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 croissance est moins forte (+33 kg) lorsque l'on passe de 3 à 4 points. Au delà, un point de note d'état correspond à une diminution de production de 223 kg. Ainsi, les réserves adipeuses de la femelle au vêlage peuvent être un facteur limitant de la capacité à exprimer le potentiel laitier chez des vaches aptes à produire plus de 9000 kg de lait standard en 305 jours de lactation.

Pour les mêmes auteurs, le niveau de la production laitière est davantage lié à l'utilisation des réserves de graisse corporelles en début de lactation qu'à leur niveau au vêlage.

Ainsi, une perte de la 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 [WALTNER *et al.*, 1993].

### II.1.3. Moments de l'évaluation de l'état corporel :

Compte tenu des variations que subissent les réserves corporelles de la vache laitière au cours du cycle de lactation, l'état corporel doit idéalement être évalué à cinq reprises (Hansen, 2000). :

**1/ Au moment du vêlage.** L'obtention d'un état corporel optimal au moment du vêlage doit constituer un objectif prioritaire pour l'éleveur de vache laitière. Des valeurs comprises entre 2,5 et 3,5 et entre 3,0 et 4,0 ont été recommandées respectivement pour les primipares et les pluriparts.

**2/ Au début de la lactation.** C'est-à-dire lors du contrôle d'involution utérine (J20 - J40 PP) voire lors de la première insémination (J45 - J60). Des valeurs comprises entre 2,0 et 2,5 chez les primipares et entre 2,0 et 3,0 chez les pluriparts ont été recommandées. Au cours de cette période, la vache laitière perd 0,5 à 1kg de poids corporel par jour. Ses réserves devraient lui permettre d'assurer 33% de la production du premier mois de la lactation. Il en résulte une diminution de 1,0 à 1,5 unités de la valeur de l'état corporel, perte qui doit être considérée comme maximale.

**3/ Au milieu de la lactation.** Le moment de cette évaluation correspond habituellement à celui de la confirmation de la gestation 120 à 150 jours après le vêlage. L'état corporel doit être compris entre 2,5 et 3,0,

**4/ A la fin de la lactation,** 100 a 60 jours avant le tarissement, l'état corporel doit être compris entre 3,0 et 3,5, L'évaluation des animaux a cette périodes est importante car elle permet a l'éleveur d'ajuster préventivement l'état corporel des animaux en vue du tarissement.

**5/ Au moment du tarissement.** L'état d'embonpoint doit être compris entre 3,0 et 4,0 c'est-à-dire comparable aux valeurs observées au moment du vêlage. Il faut éviter qu'au cours de cette période, les vaches taries ne perdent ou ne gagnent du poids de manière excessive.

### II.1.4. Bilan : profil idéal de note d'état corporel de la vache laitière :

Le profil idéal de note d'état corporel s'inscrit entre deux courbes limite (Figure 5). Sa description sur un cycle de production permet de mettre en exergue cinq étapes importantes:

1- Au vêlage, la note d'état optimale devrait avoisiner les 3,5-4,0 pour les multipares (enlever 1 point environ pour une vache primipare);

2- En début de lactation, la perte d'état doit être inférieure a 1 point;

3- La valeur minimale de la note d'état doit être acquise entre le 2<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> mois postpartum ;

4- La reprise d'état progressive en milieu puis en fin de lactation doit permettre d'aboutir a une note comprise entre, 3,5 et 4,0 ;

5- La période du tarissement correspond a une période de stabilisation de la note d'état, éventuellement a une reprise d'état pour les vaches encore trop maigres.

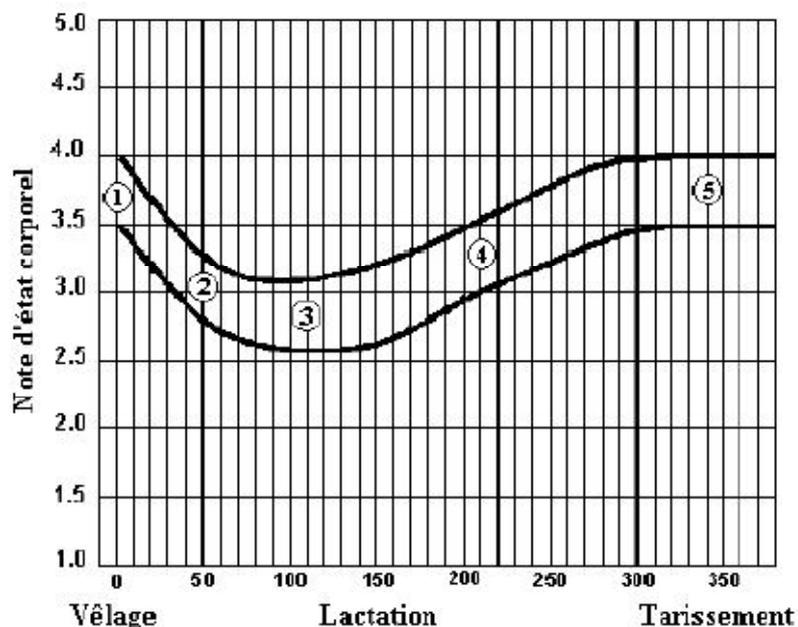


Figure 5. Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare (d'après Rodenburg, 1992).

### III. Evolution des paramètres sanguins d'une vache laitière en peripartum

#### III.1. Intérêt des profils biochimiques

##### III.1.1. Définition

Si la biochimie clinique est utilisée à l'échelle de l'individu pour confirmer ou infirmer une hypothèse diagnostique, les profils biochimiques servent plutôt à évaluer l'état métabolique et/ou nutritionnel d'un groupe d'animaux. Ceux-ci sont en général apparemment sains, et le

dosage de plusieurs paramètres sanguins peut aider à détecter des maladies subcliniques expliquant des baisses de production, par exemple. Les animaux sont choisis au hasard dans un même lot.

Il n'existe pas de « profil type » : il est nécessaire d'interpréter les résultats selon l'élevage concerné et l'aspect clinique des animaux (Brugère-Picoux, 1995). Il faut également tenir comptes de variations inhérentes au prélèvement.

### **III.1.2. Facteurs de variation des constituants sanguins**

Selon le lieu de prélèvement, on peut avoir des variations. Des différences sont notées, notamment pour les minéraux, entre veine jugulaire et veine caudale. Par exemple, le phosphore a une concentration 20 fois supérieure dans la veine caudale (Schelcher et coll., 1995). Il vaut donc mieux réaliser la prise de sang toujours au même endroit, et de la même façon pour tous les animaux.

Le matériel utilisé a une influence. En fonction des analyses souhaitées, il convient de choisir le type de tube :

- Tube sec (bouchon rouge) : sérologie, activité sérique de certaines enzymes hépatiques
- Tube avec héparinate de lithium (bouchon vert) : activité plasmatique des enzymes hépatiques, autres paramètres biochimiques
- Tube avec EDTA (bouchon violet) : hématologie
- Tube avec citrate (bouchon bleu) : exploration de l'hémostase

Dans le cadre de profils métaboliques, on utilise essentiellement des tubes avec anticoagulant (**héparinate de lithium ou EDTA**).

Afin d'assurer une meilleure stabilité du prélèvement, il est souhaitable de centrifuger et de séparer le plasma (ou le sérum). Les prélèvements doivent ensuite être conservés au frais. La congélation n'altère en général pas les constituants recherchés. Dans le cas du glucose, il faut faire particulièrement attention à la température de conservation et à ne pas trop différer le dosage. En effet, les enzymes glycolytiques présentes dans les cellules sanguines dégradent le glucose à raison de 5 à 10 % par heure à température ambiante (Schelcher et coll., 1995).

Le stress imposé aux animaux doit être minimum, éviter les courses-poursuites ou une attache forcée et prolongée. Lorsque les animaux sont particulièrement stressés au moment du prélèvement, cela peut provoquer une hyperglycémie ou une augmentation de la concentration

des acides gras non estérifiés.

Enfin, dans le cas de prises de sang répétées dans le temps, il convient de les réaliser au même moment de la journée pour interpréter au mieux les valeurs. En effet, la prise alimentaire modifie certains paramètres comme par exemple l'urée qui se trouve à son maximum 2h après le repas (Schelcher et coll., 1995).

### **III.2. Paramètres utilisés pour apprécier les grandes fonctions :**

Les valeurs usuelles chez les bovins des paramètres décrits sont regroupées en annexes.

#### **III.2.1. Evaluation du statut énergétique et azoté :**

Pour caractériser le statut énergétique et azoté d'une vache et tout ce qui précède, différents paramètres peuvent être mesurés. Leur interprétation est parfois délicate et les valeurs obtenues doivent être confrontées au stade physiologique de l'animal et à son état clinique.

Bien souvent, plusieurs paramètres associés apportent plus d'information qu'une valeur isolée.

##### **III.2.1.1. Le glucose sanguin :**

Chez les bovins, 93 % du glucose utilisé par l'organisme est obtenu par néoglucogenèse dont 85 % à partir du foie (Brugere-Picoux, 1995). Le glucose sanguin est produit par le foie à partir du propionate, le lactate et certains acides aminés. Cependant, en cas d'excès de concentrés riches en amidon dans la ration alimentaire, une partie de ce dernier peut atteindre l'intestin et le glucose formé à partir de la digestion intestinale de l'amidon est absorbé et transporté au foie (Wattiaux et Armontano, 2003).

Le glucose plasmatique dépend du métabolisme des hydrates de carbone (Kerr, 2002). Sa concentration est régulée par des hormones telles que l'insuline, le glucagon, le cortisol et l'adrénaline. Le foie et les tissus adipeux sont responsables du processus d'ajustement métabolique de la glycémie.

La glycémie est utilisée très couramment. Les valeurs usuelles chez les bovins sont inférieures à celles des monogastriques (Tableau 3). La glycémie normale se situe entre 0,4 et 0,7 g/L soit entre 2,2 et 3,9 mmol/L. Classiquement, la glycémie est basse (0,2 à 0,4 g/L) en cas d'anorexie, et élevée en cas diabète. Cette dernière situation est rare chez les bovins. Il existe cependant des hyperglycémies agoniques.

**Tableau 3 :** Exemples d'intervalles de référence de la glycémie en g/l proposes dans la littérature (E = établi; R = rapporté ; Bv = Bovin ; VL = Vache Laitière).

Glycémie (g/m)	Intervalles des valeurs usuelles	Auteurs
E,Bv	0,35 -0:55	Hoffmann (1981)
R,Bv	0,45-0,75	Kaneko(1997)
R,VL	0,50-0,70	Gauthier(1974)
E,VL	0,40 ~ 0,70	Duffield et al (2003)
R,VL	0,50-0,75	Plet (2007)

### III.2.1.2.Acides Gras Non Estérifiés (ou Acides Gras Libres) :

Les AGNE constituent la principale source d'acides gras. Ils proviennent de la mobilisation des graisses de réserves. La lipolyse est activée par l'adrénaline, dont l'effet est potentialisé par l'hormone de croissance en fin de gestation et en début de lactation ; la lipogenèse est stimulée par l'insuline (Jean-Blain, 1995).

Les acides gras non estérifiés (AGNE) du plasma peuvent être dosés également. Les valeurs usuelles sont comprises entre 0,03 et 0,1 g/L (Brugère-Picoux, 1995), ou entre 0 et 0,8mmol/L (Van Winden et coll., 2003). En cas d'anomalie, ces valeurs ont tendance à augmenter et indiquent le degré de lipomobilisation associé à une anorexie par exemple. Cela peut aller jusqu'à plus de 1 g/L.

A jeun ou quand le bilan énergétique devient négatif, elle augmente considérablement (Jean-Blain, 1995). La corrélation entre les AGNE et les apports en UFL est forte et négative : plus la ration est pauvre en énergie, plus la concentration d'AGNE circulants est élevée (Doreau et al., 1983). La concentration plasmatique en AGNE est soumise à de nombreux facteurs de variation (rythme circadien, stress, prise alimentaire), mais elle est un bon indicateur de l'accumulation des triglycérides dans le foie. Elle augmente à partir de 2-3 semaines avant le vêlage jusqu'à la fin du premier mois de lactation, se stabilise vers 6-8 semaines *postpartum*, puis décroît (Schelcher et al., 1995).

### III.2.1.3.Corps Cétoniques :

Les trois corps cétoniques sont normalement présents dans le sang à moins de 100 mg/L (Bareille et Bareille, 1995 ; Brugère-Picoux, 1995). Même si le foie n'en produit aucun, la

conversion du butyrate en  $\beta$ -hydroxybutyrate persiste au niveau du rumen, entraînant une cétonémie plasmatique minimale de 40 à 50 mg/L, soit 0,4 à 0,5 mmol/L (Jean-Blain, 1995).

La quantité de butyrate dépend de la quantité d'énergie métabolisable et de la nature de la ration (l'ensilage de maïs, surtout lorsqu'il est mal conservé, ainsi que les betteraves donnent beaucoup de butyrate). Une augmentation au-delà de ces valeurs traduit une cétose. Une vache atteinte de cétose clinique peut avoir jusqu'à 1,2 g/L de corps cétoniques dans le sang. De même, ces corps cétoniques sont détectables dans le lait : 3 mg/100mL chez une vache normale, 40 mg/100mL chez une vache cétosique (Bareille et Bareille, 1995). D'autres valeurs usuelles sanguines sont établies par Van Winden et coll. (2003) entre 0 et 1,2 mmol/L.

Il est intéressant d'associer à ces valeurs celles de l'insulinémie. Puisque celle-ci est libérée sous l'effet du glucose et des AGNE, elle suit leurs variations. Par exemple, chez une vache saine, lorsque la glycémie et la concentration en AGNE sont élevées, l'insulinémie est élevée également : elle stimule leur utilisation par les tissus. On a ces variations en période postprandiale, notamment. Par contre, en hypoglycémie et hypoinsulinémie, on a une concentration en AGNE élevée également, mais cette fois à cause de la lipomobilisation. Les valeurs usuelles sont comprises entre 0 et 5  $\mu$ U/L (Van Winden et coll., 2003).p

#### **III.2.1.4. Le cholestérol sanguin :**

Le cholestérol sanguin a une double origine : alimentaire, absorbé dans l'intestin, et endogène, synthétisé au niveau du foie, de l'intestin, des surrénales, des ovaires, de la peau et dans le système nerveux (Allaoua, 2003). Le cholestérol sanguin est le principal précurseur des hormones stéroïdes. Les valeurs usuelles de la cholestérolémie varient selon les publications (Tableau 4). La teneur du sérum en cholestérol total est sensible à de nombreux facteurs de variation comme le stade de lactation, l'alimentation et l'intervalle vêlage-vêlage (Rosenberger, 1977 ; Blum et al, 1983). Une différence significative entre les valeurs de cholestérol chez les vaches tarées et chez les vaches en lactation est notée (Tasker et al, 1978). Ainsi la cholestérolémie des vaches tarées est statistiquement plus faible que les vaches en lactation ( $P < 0,001$ ) mais les intervalles de référence sont larges et se recouvrent (Tasker et al, 1978).

**Tableau 4 :** Exemples d'intervalles de référence du cholestérol sanguin en g/l proposes dans la littérature (E = établi; R = rapporté; VL = vaches laitières; VLHP = vaches laitières hautes productrices).

Cholestérolémie (g/l)	Intervalles des valeurs usuelles	Auteurs
E, VLHP	0,81- 2,64 (toute vache) 1,05- 2,75 (VL en lactation) 0,58- 1,90 (VL tarie)	Tasker et al (1978)
E.VL <sup>1</sup>	0,78-2,40	Lumsden et al(1980)
E,VL <sup>2</sup>	1,12-3,10	Duffield et al(2003)
R,VL	0,80-2,5	Allaoua (2003)
R,VL <sup>3</sup>	0,80-2,00	Plet (2007)

<sup>1</sup> 43 VL sélectionnées au hasard dans 6 exploitations (âge et numéro de lactation variables)

<sup>2</sup> 99 VL (dont des primipares) entre 30 & 150 jours postpartum

<sup>3</sup> VL en début de lactation (synthèse de plusieurs auteurs)

Un taux élevé de cholestérol peut être du à une forte quantité de corps gras dans la ration. Une atteinte hépatocellulaire se traduit par une diminution de lipoprotéines (transport de lipides du sang) et du taux du cholestérol sérique, Chez la vache laitière, les concentrations du cholestérol plasmatique sont positivement corrélées avec le bilan énergétique (Lean et al, 1992). La concentration plasmatique du cholestérol augmente au cours de la période allant de la mise bas a la sixième semaine post-partum (Carroll, 1990; Spicer et al, 1993 ; Francisco et al, 2002).

En début de lactation, les valeurs du cholestérol sanguin sont positivement corrélées avec la balance énergétique (Reist et al, 2002) et inversement corrèles avec la perte d'état corporel (Ruegg et al, 1992).

### III.2. 1.5. Les triglycérides sanguins :

Les triglycérides (TG) résultent de l'estérification des fonctions alcool du glycérol par des molécules d'acides gras, constituant la principale réserve énergétique de l'organisme. L'origine des triglycérides plasmatiques est intestinale et hépatique. Les triglycérides sanguins comme le cholestérol subissent des variations importantes lors de certaines maladies métaboliques. Leurs valeurs sériques varient en fonction de plusieurs facteurs : Apport en énergie alimentaire, l'importance de la lipomobilisation des graisses de réserves et la synthèse de lipoprotéines par le foie (Transporteurs de TGL). La concentration plasmatique en TG est comprise entre 80 et 230 mg/l, selon les auteurs et le stade physiologique de L'animal (Cuvelier et al, 2005). Elle est

approximativement deux fois plus élevée chez la vache tarie en gestation que chez la vache en lactation : 226 vs 114 mg/l et 232 vs 135 mg/l selon Van Dijk et Wensing (1989) et Takahashi et al (2003), respectivement (cites par Cuvelier et al, 2005). Pendant la période de sous-alimentation de la lactation, la vache obtient de l'énergie grâce à la mobilisation des tissus adipeux. Les triglycérides de réserve sont dégradés en acides gras qui sont libérés dans le sang. Ces AG peuvent aussi être convertis en corps cétoniques qui sont libérés dans le sang et utilisés comme combustible énergétique par de nombreux tissus (Wattiaux et Gaimmer, 2003).

### **III.2.1.6, Les protéines totales plasmatiques :**

Les protéines totales sanguines sont représentées par le fibrinogène, l'albumine, les globulines et autres protéines librement classées sous ce nom. La plupart sont synthétisées dans le foie (Kerr, 2002). Les valeurs normales de protéinémie varient de 65 à 80 g/l (Varriale, 1999 ; Plet, 2007). Néanmoins, la teneur sérique en protéines totales est sensible à de nombreux facteurs de variation comme le stade de lactation et l'alimentation (Tableau 5).

Mohebbi-Fani et al. (2005) ont observé une augmentation de la protéinémie entre les 35<sup>ème</sup> et 45<sup>ème</sup> jours postpartum chez les animaux traités par le Monensin (antibiotique ionophore). Le Monensin a été administré chez les vaches laitières pour améliorer le statut énergétique en fin de gestation et en début de lactation.

L'augmentation des concentrations de protéines peut refléter l'altération de certaines fonctions de l'organisme (inflammation chronique, déficience d'eau). L'hypo protéinémie est observée lors de sous-nutrition, en cas de maladies parasitaires qui entraînent une perte excessive en protéines, lors d'alimentation insuffisante par mauvaise absorption intestinale et en cas d'affection hépatique ou rénale (Tasker et al, 1978).

**Tableau 5 :** Exemples d'intervalle de référence des protéines sériques totales en g/L proposés dans la littérature (E = établi; R = rapporté).

<b>Protéines sériques totales (g/l)</b>	<b>Intervalles des valeurs usuelles</b>	<b>Auteurs</b>
E, VLHP <sup>1</sup>	60 - 89 (toute vache) 63 - 89 (VL en lactation) 57-82(VL tarie)	Tasker et al (1978)
E,VL <sup>2</sup>	59-81	Lumsden(1979)
E,VL <sup>3</sup>	70-94	Duffield et al (2000)
R,VL <sup>4</sup>	65-80	* Plet (2007)

<sup>1</sup> 146 VLHP de 11 troupeaux différents dont taries (n=69) vs en lactation (n= 74) p<0,01

<sup>2</sup> 43 VL sélectionnées au hasard dans 6 exploitations (âge et numéro de lactation variables)

<sup>3</sup> 99 VL dont % de primipares entre 30-150 jours PP de 10 exploitations en Ontario

<sup>4</sup> VL en début de lactation (synthèse de plusieurs auteurs)

Il apparaît que le peripartum est une période cruciale dont dépend la réussite d'un élevage. C'est également une période à risques du point de vue alimentaire. La disparité qui existe entre les besoins lors du tarissement et ceux du début de lactation nous permet de comprendre aisément que l'alimentation de la vache laitière varie énormément d'une période à l'autre. Ces changements doivent être réfléchis (aussi bien au niveau quantitatif que qualitatif) et réalisés progressivement (phase de transition).

Une des dernières avancées en matière de nutrition des animaux de rente en peripartum concerne la supplémentation des rations en probiotiques. En effet, un grand nombre d'études scientifiques ont été lancées ces dernières années pour étudier l'impact que pourrait avoir sur la santé et la production des vaches laitières, l'ajout de certains additifs alimentaires dans les rations à savoir les levures probiotiques. Il semblerait que celles-ci permettent une optimisation du fonctionnement du rumen par la valorisation des composés alimentaires et l'amélioration des performances de production tout en garantissant un confort digestif et la santé de l'animal. Ces suppléments seraient donc d'autant plus importantes en période de peripartum.

Ensuite, dans le (chapitre 2), nous ferons une présentation générale des probiotiques et nous étudierons en particulier la levure *Saccharomyces cerevisiae*, objet de notre étude expérimentale.

# *Chapitre II*

*Les levures probiotiques et leurs applications en nutrition animale ?*

## **CHAPITRE II**

### **Les levures probiotiques et leurs applications en nutrition animale**

#### **I. Généralités sur les probiotiques :**

##### **I.1.Définition :**

Les techniques d'élevage se sont rationalisées, dans le but de couvrir les besoins de plus en plus croissants de la population mondiale. En parallèle, l'utilisation de substances médicamenteuses dans l'alimentation des animaux a contribué à l'amélioration de l'état sanitaire et des performances zootechniques des animaux d'élevage (Russell & Strobel, 1989; Newbold & Wallace, 1988). Cependant, les crises alimentaires et sanitaires qui ont touché l'Europe récemment, les risques d'antibiorésistance et une opinion publique de plus en plus réticente face aux additifs ont contraint les autorités à la mise en place d'une réglementation (Corpet, 1999a). Ainsi on a assisté à une interdiction de certains antibiotiques facteurs de croissance ionophores (Monensin, lasalocide) et non ionophores (avoparcine) en élevage en janvier 2006 au sein de l'U.E.

Pour faire face à ces interdictions, des solutions alternatives en accord avec la législation européenne sont recherchées. L'incorporation d'organismes vivants ou revivifiables dans les aliments est de plus en plus pratiquée par les spécialistes de l'agroalimentaire. Des effets bénéfiques sont mis en avant par ceux-ci notamment sur l'équilibre et le bon fonctionnement du microbiote digestif, la régulation du système immunitaire intestinal ou le renforcement de la barrière intestinale. Ces microorganismes constituent la « famille » **des probiotiques**.

Le mot « probiotique » dérive de deux mots grecs : « pro » et « bios » qui signifient littéralement « pour la vie ». En fait, ce terme a bénéficié de plusieurs définitions qui ont évolué dans le temps en fonction des connaissances scientifiques et des avancées technologiques.

Les probiotiques ont été ainsi définis comme des préparations de micro-organismes vivants utilisées comme additif alimentaire, et qui ont une action bénéfique sur l'animal hôte par l'amélioration de la digestion et l'hygiène intestinale (Parvez *et al.*, 2006).

Les microorganismes probiotiques utilisés sont généralement des bactéries (Trocino *et al.*, 2005; Guerra *et al.*, 2007) et des levures (Onifade & Babatunde, 1996; Santos *et al.*, 2006; Marden, 2007). D'une façon générale, un additif alimentaire constitué de microorganismes vivants ou revivifiables est appelé « probiotique » lorsqu'il respecte les critères fondamentaux selon la loi européenne. Le premier critère est la qualité du produit qui correspond à une identification scientifique et un contrôle de la stabilité de celui-ci. Le second point est la preuve de l'efficacité du produit voire si possible connaître son mode d'action, ses effets zootechniques et sanitaires, la dose minimale active ou son efficacité économique (Wolter, 1990). Et enfin s'assurer de l'innocuité pour le consommateur, l'animal, l'utilisateur et pour l'environnement de cet additif.

Les probiotiques peuvent être différenciés en fonction du génome, de la composition de la paroi cellulaire, de la capacité d'adhésion à la cellule épithéliale en culture ou à des mucus, et à la capacité de produire des substances antimicrobiennes. En dehors de ces caractéristiques, les propriétés technologiques et les conditions dans lesquelles les probiotiques sont ingérés peuvent constituer un critère de classification, car elles influencent souvent leur mode d'action dans le tube digestif.

Les microorganismes probiotiques sont habituellement présents dans l'écosystème digestif des animaux (bactéries en majorité). Toutefois les microorganismes tels que *Bacillus* (bactéries) ou *Saccharomyces* (levure) ne sont pas systématiquement rencontrés dans la biocénose digestive.

### **I.2.Caractères généraux des bactéries probiotiques :**

Plusieurs « genres » bactériens sont utilisés comme probiotique. Les plus couramment rencontrés sont les *Lactobacillus* (*acidophilus* ou *bulgaricus*), *Streptococcus* (*lactis* ou *faecium*), *Bacillus* (*subtilis* ou *cereus*). Ces souches sont spécifiques entre elles et entre espèces. Ainsi Marteau & Shanahan (2003) ont observé que la survie dans l'intestin des *Lactobacillus* est différente selon les espèces. D'autres souches de *Lactobacillus* diffèrent pour leur propriétés d'antagonisme vis-à-vis de la souche d'*Hellicobacter pylori* (Wendakoon *et al.*, 1998). Au sein de la même espèce on constate des différences intrinsèques de propriété entre souches. De nombreux travaux ont rapporté des différences de propriétés antibactériennes ou d'adhésion à des cellules épithéliales et au mucus (Ouwehand *et al.*, 2001; Duc *et al.*, 2004; Gagnon *et al.*, 2004). Les effets d'une souche ne peuvent donc pas être extrapolés à une autre. De plus les espèces sur lesquelles sont utilisés ces probiotiques sont différentes ou simplement subissent des conditions d'élevage différentes. Il est donc conseillé de prendre avec beaucoup de réserves

certain résultats comparant les effets des probiotiques car les souches souvent utilisées sont différentes bien qu'appartenant à la même espèce.

Cependant de manière générale, des effets communs des probiotiques d'origine microbienne ont été observés chez les monogastriques (Guerra *et al.*, 2007; He *et al.*, 2008; Wenus *et al.*, 2008) ainsi que chez les ruminants (Chaucheyras-Durand *et al.*, 2006; Fleige *et al.*, 2007). Le tableau résume les principaux micro-organismes considérés comme probiotiques.

**Tableau 6 :** Les micro-organismes considérés comme probiotiques

(adapté de hozalpfel et al , 1998).

**Levures probiotiques**

*Saccharomyces cerevisiae*\*

**Bactéries probiotiques**

**Lactobacillus**

*L.acidophilus*  
*L.amilovirus*  
*L.brevis*  
*L.casei*  
*L.cellobius*  
*L.crispatus*  
*L.curvatus*  
*L.delbruckii*  
*L.farciminis*  
*L.fermentum*  
*L.gallinarum*  
*L.gasseri*  
*L.johnsonii*  
*L.paracasei*  
*L.plantarum*  
*L.reuteri*  
*L.rhamnosus*

**Bifidobacterium**

*B. adolescentis*  
*B.animalis*  
*B.bifidum*  
*B.breve*  
*B.infantis*  
*B.lactis*  
*B.longum*  
*B.thermophilum*

**Autres bactéries lactiques**

*Enterococcus faecalis*  
*Enterococcus faecium*  
*Lactococcus lactis*  
*Leuconstoc mesenteroides*  
*pediococcus acidilactici*  
*Sporolactobacillus inulinus*  
*Streptococcus thermophilis*  
*Streptococcus diacetylactis*  
*Streptococcus intermedius*

**Autres bactéries**

*Bacillus spp* ; *Escherichia colis train Nissle* ; *Propionibacterium freudenreichii*

\* il s'agit de plusieurs souches identifiées telles que la souche *S. boulardii*

### **I.3. Effet des bactéries probiotiques chez les monogastriques :**

Chez le porcelet, l'utilisation de probiotiques à base de bactéries lactiques notamment *Pediococcus acidilactici* NRRLB-5627, *Lactococcus lactis subsp. lactis* CECT 539, *Lactobacillus casei subsp. casei* CECT 4043 et *Enterococcus faecium* à des doses respectives de  $2,6.10^{10}$ ,  $1,4.10^{10}$ ,  $1,3.10^{10}$  et  $1,110^{10}$  UFC/g permettait une amélioration significative du gain de poids de +1,6kg et de l'IC de -0,1 en moyenne entre 21 et 63 jours d'âge (Guerra *et al.*, 2007). Ces études ont aussi révélé chez les porcelets l'augmentation de la biomasse intestinale et la chute du nombre de coliformes. Pour Roselli *et al.*(2005) l'utilisation des probiotiques chez le porc a un effet positif sur la santé digestive de l'animal, se manifestant par une action préventive contre les troubles digestifs, l'inhibition de l'adhésion des pathogènes et l'action immunomodulatrice. L'administration par voie orale de *Streptococcus faecium* ( $7.10^8$ - $3.10^{10}$  UFC/g) provoque la régression des souches d'*E. coli* pathogènes introduites, suivie de l'arrêt de la diarrhée et d'une augmentation de la croissance chez des porcelets gnotobiotiques (Underdahl *et al.*, 1983; Ushe & Nagy, 1985). *Bifidobacterium lactis* ou *Bacillus toyoi* ou encore *Bacillus licheniformis* réduisent la sévérité des diarrhées par l'inhibition du développement et la réduction du nombre d'enterococci et des coliformes notamment des *E. coli* entérotoxigènes (ETEC) (Adami & Cavazzoni, 1999; Kyriakis *et al.*, 1999; Shu & Gill, 2001). Les probiotiques (exemple de *E. faecium*) inhibent l'adhésion à la muqueuse intestinale des pathogènes notamment celle de ETEC K88 grâce à leur action stérique (Devriese *et al.*, 1994; Kyriakis *et al.*, 1999). Des résultats similaires ont été obtenus par une équipe hongroise avec *Bacillus cereus* var. *toyoi* (Toyocerin R) (Andras *et al.*, 2008) et une équipe slovène avec *Enterococcus faecium* EK13 (Laukova *et al.*, 2006) chez le lapin. Du point de vue immunologique, les bactéries probiotiques participent au renforcement de l'immunité contre les affections intestinales (Erickson & Hubbard, 2000). Elles activent la production d'IgA et stimulent l'activité des macrophages ou des cellules NK (natural killer) (Perdigon *et al.*, 1995; Chiang *et al.*, 2000; Matsuzaki & Chin, 2000; Zanini *et al.*, 2007). Shu & Gill (2001) ont ainsi constaté que *B. lactis* à  $3.10^8$  UFC/g introduit pendant 7 jours dans l'alimentation des souris, leur permettait de résister à une infection de *E. coli* O157:H7. Le taux sanguin de phagocytes était significativement plus élevé chez les souris traitées. Ils ont aussi constaté que la charge bactérienne d'*E. coli* était 100 fois plus élevée chez le témoin.

Chez l'homme plusieurs actions ont à l'actif des bactéries probiotiques dont l'inhibition des processus diarrhéiques et l'amélioration clinique des patients atteints de VIH (Gournierchateau *et al.*, 1994). Chez le lapin tout comme chez les autres monogastriques, les effets positifs sur la santé digestive peuvent s'accompagner d'une amélioration des performances zootechniques. La

supplémentation de l'aliment du lapin par *Bacillus cereus* var. *toyoi* à un taux de  $2.10^5$  et  $1.10^6$  spores/g d'aliment, améliorerait le poids final des animaux de 100 g, le GMQ de 2 g/j et l'efficacité alimentaire de 0,1 point (Trocino *et al.*, 2005). Ce probiotique a permis une réduction de la morbidité de ces lapins de 9 %.

#### **I.4. Effet des bactéries probiotiques chez les ruminants :**

Comme pour les monogastriques, le but principal de l'utilisation des bactéries probiotiques chez les ruminants est la recherche de microorganismes susceptibles d'améliorer la santé et la productivité des animaux.

L'addition de probiotiques dans l'alimentation des ruminants augmente la dégradabilité de la matière sèche (MS) et la fermentation ruminale. Des études *in vitro* effectuées à l'aide d'une culture probiotique (*Enterococcus faecium*) ont pu montrer une augmentation de la dégradabilité de la matière sèche et de la fermentation mesurée par le cumul de la production de gaz après 24 h d'incubation à 39°C. La production est d'environ 20 ml plus élevée lorsque l'incubation est faite avec le probiotique (71,7 ml) comparativement au témoin (50,9 ml) (Dutta & Kundu, 2005). Au-delà du volume de gaz produit, les travaux de ces auteurs ont montré que les proportions des différents acides gras volatils (AGV) sont influencées par les probiotiques. La concentration d'acétate est plus faible de -20 % lorsque la fermentation a lieu surtout en présence d'un apport combiné de levure *S. cerevisiae*-NCDC-45 (souche-522) et de bactérie *Lactobacillus plantarum*-NCDC-25 par rapport au témoin. Par contre, les concentrations de propionate et de butyrate sont plus élevées en présence de bactéries probiotiques (*E. faecium*). D'autres bactéries probiotiques (*Lactobacillus acidophilus*) sont

utilisées pour stimuler la biocénose pendant la fermentation ruminale Dawson (1990) et Raeth-Knight *et al.*(2007). L'ingestion de bactéries probiotiques peut aussi provoquer des modifications structurales de la biocénose. Chez la chèvre, la supplémentation du régime en bactéries probiotiques augmente significativement la population de *Bacilli* dans le tube digestif (Kumagai *et al.*, 2004).

Les probiotiques sont aussi utilisés pour la prévention de zoonose notamment le « Shiga toxin-producing *E. coli* » vivant en commensalisme dans le tube digestif du ruminant, mais responsable de troubles digestifs graves chez l'homme. L'utilisation d'un probiotique tel que *Lactobacillus acidophilus* réduirait de plus de 50% la souche d'*E. coli* O157 responsable de cette zoonose (Chaucheyras-Durand *et al.*, 2006; Fairbrother & Nadeau, 2006). La souche utilisée par

Fairbrother & Nadeau(2006) agirait par exclusion compétitive de « Shiga toxinproducing *E. coli* » pathogène.

Les probiotiques peuvent être dans certains cas inefficaces. En effet les études effectuées avec *E. faecium* sur le bouvillon ont montré que ce probiotique sans autre forme d'association ne présentait aucun effet sur les protéines de l'inflammation (Emmanuel *et al.*, 2007). De même un mélange de divers microorganismes probiotiques (*Lactobacilli*, *Bacilli*, *Streptococci*, *Saccharomycetaceae*, *Candidae*) n'a aucune influence sur les paramètres zootechniques (ingestion, digestibilité) et fermentaires (AGV, NH<sub>3</sub>, pH) chez les chèvres (Kumagai *et al.*, 2004).

**Les bactéries probiotiques représentent une approche nouvelle du contrôle du microbiote digestif chez les mammifères et les oiseaux d'élevage. Elles assureraient indirectement une protection de l'hôte contre les infections digestives, et contribueraient à la stabilité de l'écosystème digestif, d'où une amélioration des performances zootechniques. Les bactéries probiotiques peuvent ainsi constituer une alternative à l'utilisation préventive des antibiotiques.**

**Bien que les bactéries probiotiques soient fréquemment utilisées, un intérêt de plus en plus grandissant est porté aux levures probiotiques notamment *Saccharomyces cerevisiae* et *S.boulevardii* en santé humaine, mais aussi en élevage des ruminants (vache laitière) et des monogastriques (lapin, porc, volaille, etc.). Cette partie bibliographique portera principalement sur l'utilisation de *S. cerevisiae* en élevage bovins lait.**

## **II. Etude d'une levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* :**

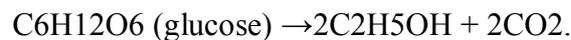
### **II.1. Généralités :**

La levure *S. cerevisiae* est utilisée depuis longtemps dans la panification et la fabrication de boissons alcoolisées, et plus récemment pour la production de bioéthanol ou biocarburant. Mais elle est aussi utilisée comme régulateur de la biocénose intestinale chez l'homme et comme additif alimentaire pour l'amélioration des performances zootechniques des animaux d'élevage.

*S. cerevisiae* est une cellule eucaryote qui se présente sous la forme d'une petite cellule sphérique, d'environ 4 microns de diamètre, définie comme un champignon unicellulaire

appartenant à la classe des ascomycètes. La levure se reproduit de manière asexuée par bourgeonnement. En conditions défavorables, elle forme des spores haploïdes qui peuvent fusionner pour donner des colonies de spores diploïdes (Kurtzman & Fell 1998). son génome est très petit ( $3.10^7$  m), à peine trois fois supérieur au génome bactérien. Il est composé de 16 chromosomes correspondant à 13 millions de paires de bases avec 6275 gènes. Elle est la première cellule eucaryote dont le génome a été entièrement séquencé en 1996 présentant 23% d'homologie avec le génome humain (Goffeau et al, 1996). Elle se développe en milieu anaérobie et aérobie mais nécessite une source de carbone, d'azote, de vitamines et des sels minéraux.

La croissance de *S. cerevisiae* se fait grâce à une réaction de fermentation en milieu anaérobie, et par la voie respiratoire en milieu aérobie. La respiration est plus efficace pour la production de l'énergie que la fermentation. Les produits de la fermentation sont l'éthanol et le dioxyde de carbone. L'équation de la réaction est la suivante :



La température optimale de croissance se situe entre 20 et 25 °C. Quant au pH optimum, divers intervalles de croissance optimale sont proposés. Rose (1987) repris par Marden (2007) donne un pH optimum compris entre 4,5 et 5. Pour Rampal (1996) le pH optimum de croissance des levures se situe entre 4,5 et 6,4. Cependant ces différences pourraient être dues à la différence entre les souches. Du point de vue chimique, une cellule de levure est composée d'environ 75 % d'eau et 25 % de MS et constitue un aliment presque complet (**Tableau7**). Les colonies d'une levure *S. cerevisiae* (SC 47) (Biosaf®) en culture sur gélose sont en forme étoilée (**Figure**).

Tableau7 : Composition chimique d'une cellule de levure.

Composition	Taux (%MS)
Eau	75
Matière sèche	25
Hydrate de Carbone	18-44
Lipides	4-7
Protéines	36-60
Acides nucléiques	4,8
Minéraux	6-10

Minéraux dont : 1-3% de phosphate, 1-3% de potassium et 0,4% de soufre

*S. cerevisiae* est utilisé en industrie comme additif pour l'alimentation animale sous diverses appellations. Pour le groupe Lesaffre Feed Additive (LFA) le nom commercial de la levure utilisée est BIOSAF® et a été déposé à la collection Nationale des Cultures de Levures, le 22/11/1973 à Norwich, en Angleterre où il existe déjà plus d'un millier de souches connues.

La souche concernée est la NCYC Sc 47. C'est une souche pure (sans milieu de culture) de levures vivantes ou revivifiables. Il en est de même pour la souche CNCM I-1077 commercialisée par la société Lallemand sous le nom LEVUCCELL®. Les souches associées au milieu de culture contrairement aux souches pures sont cultivées et séchées avec leur milieu de croissance. L'une de ces souches utilisées en association avec le milieu de culture est commercialisée par Alltech sous le nom de YEA-SACC® (souche CBS 493.94).

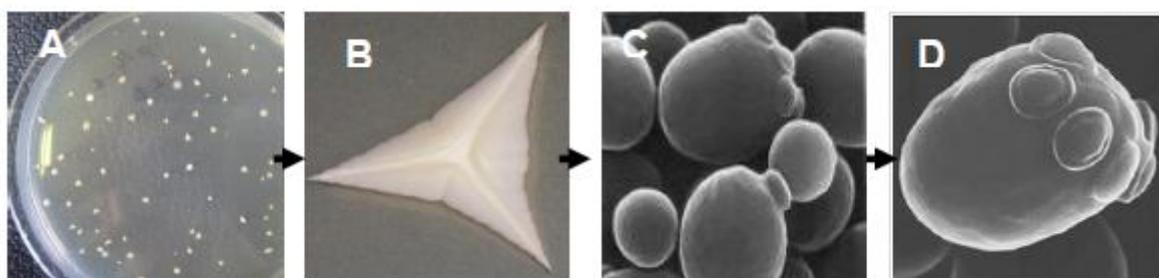


Photo 1 : Photographies de *S. cerevisiae* : A et B vue à l'œil nu sur boîte de pétrie en milieu gélosé (B est une colonie) ; C et D vue au microscope électronique (D cellule isolée)

(Source internet)

La levure probiotique (*S. cerevisiae*) disparaît « rapidement » du tube digestif soit par excrétion ou par digestion. Pour assurer donc la présence permanente de la levure dans le tube digestif, elle devra être administrée régulièrement et doit être résistante à la digestion.

### **II.1.1. Classification de *saccharomyces cerevisiae* :**

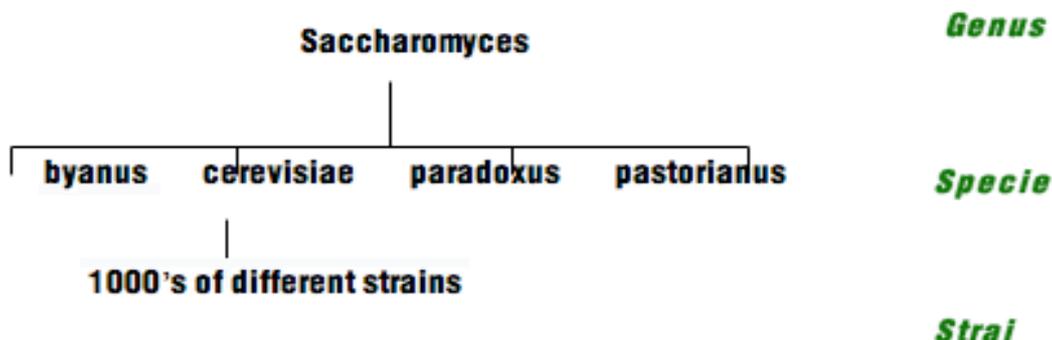
Son nom provient des mots « saccharo » et « myces » signifiant successivement « sucre » et « champignon », alors que « *cerevisiae* » fait référence à « cervoise », nom donné autrefois à la bière. Sa classification est donnée dans le **tableau 8**.

**Tableau 8 :** Classification de *saccharomyces cerevisiae*

(Adapté de Kurtzman & Fell, 1998).

<b>Règne</b>	Fungi
<b>Division</b>	Ascomycota
<b>Classe</b>	Hemiascomycetes
<b>Ordre</b>	Saccharomycetales
<b>Famille</b>	Saccharomycetaceae
<b>Genre</b>	Saccharomyces

## **Yeast Taxonomy**



Today the agri-food industry is using strain specificity technology to improve fermentation efficiency.

Graphic: 1000's of different strains used in the agri-food industry

<b>Bakers yeast</b>	<b>Maltose utilization</b> <b>Propionate tolerance</b>
<b>Fuel Ethanol yeast</b>	<b>Ethanol production</b> <b>Vigorous growth</b>
<b>Distillers yeast</b>	<b>Conversion efficiency</b> <b>Alcohol tolerance</b>
<b>Rumen specific yeast</b>	<b>Rumen activity</b> <b>Lactate utilization</b>

**Each strain is unique and selected based on the desired characteristics**

### **II.2. Saccharomyces cerevisiae chez les ruminants :**

La levure a été introduite dans l'alimentation de la vache laitière depuis près d'un siècle. Les effets bénéfiques observés sur les fonctions digestives des vaches furent attribués à sa composition chimique (**Tableau7**) (Carter & Phillips, 1944). Le succès plus récent des cultures de levure dans le domaine de la production animale a donné lieu à de nombreuses recherches. L'intérêt croissant des scientifiques à l'étude des levures se manifeste par le nombre important d'articles publiés chaque année (Jouany, 2000). Les résultats de ces recherches montrent que les levures ont des effets bénéfiques sur la digestion notamment la dégradation des fibres et sur la biocénose digestive. Elles influenceraient le métabolisme du lactate, le pH et  $Eh$  dans le rumen,

la croissance des veaux et la production de lait des vaches. Cependant toutes les levures vivantes ne sont pas identiques et les effets positifs attendus ne sont pas souvent obtenus.

### **II.2.1. Impact de *S. Cerevisiae* sur l'utilisation digestive de la ration chez les bovins :**

La majorité des résultats de recherches s'accorde à dire qu'un apport continu de levure probiotique au bovin a des effets positifs sur la digestion ou la fermentation ruminale (Miller-Webster *et al.*, 2002). L'impact positif de la levure *S. cerevisiae* sur la digestion est mesurable sur la digestibilité de la MS, de la MO, des fibres (NDF, ADF) et des constituants azotés.

#### ***A- Digestibilité des constituants non azotés :***

L'effet de la supplémentation de deux doses 0,5 et 1% de levures (*S. cerevisiae*) dans l'aliment (en MS) a été étudié par Saremi *et al.* (2004) sur des veaux de race Holstein ayant bénéficié du lait maternel jusqu'à 52 jours d'âge. Ces animaux ont été aussi alimentés de concentrés et de fourrage 7 jours après la naissance jusqu'à 90 jours. Les animaux dont le régime contenait de la levure avaient une meilleure digestibilité de la MO. Par contre aucun effet sur la digestibilité des fibres (NDF, ADF) et sur celle des protéines n'a été observé. Ces résultats comme nous le verrons dans plusieurs autres cas ne sont pas homogènes et varient d'une étude à une autre, même quand les animaux utilisés sont de la même espèce et du même âge. Cependant, d'autres travaux effectués sur des jeunes bovins Holstein de 2 à 6 mois d'âge, dont le régime est complété de 20.109 UFC de levure *S. cerevisiae*/g d'aliment, n'ont présenté aucun effet significatif des levures sur la digestibilité de la MO, des protéines et des fibres (Ramirez *et al.*, 2003).

Chez la vache laitière la levure probiotique améliorerait la digestibilité de la MS (Wiedmeier *et al.*, 1987; Dann *et al.*, 2000), de la MAT (Gomez-Alarcon *et al.*, 1990) et du NDF (Mir & Mir, 1994) ou de l'ADF (Doreau & Jouany, 1998). D'autres études plus récentes ont montré une amélioration de la digestibilité de la MO, du NDF et de l'ADF lorsque le régime de la vache en lactation est complété avec la levure *S. cerevisiae* Biosaf® (Marden, 2007).

Cette amélioration de la digestibilité n'est souvent pas très accentuée. Il peut souvent s'agir d'une tendance, comme dans le cas des travaux de Sobhani *et al.* (2006). Il est aussi fréquent qu'aucune modification notable de la digestibilité ne soit observée avec l'addition des probiotiques. Ainsi Cooke *et al.* (2007) n'ont constaté aucune amélioration de la digestibilité

chez des vaches laitières dont le régime est complété à hauteur de 2% de levure *S. cerevisiae*.

Les études *in vitro* confirment la variabilité des réponses relatives à l'utilisation des levures probiotiques chez les ruminants. Les résultats montrent que la levure probiotique améliore nettement la vitesse de dégradation de certaines fractions (cellulose, NDF, ADF, MS, MO) (Wylegala *et al.*, 2005 ; Dolezal & Dolezal, 2007) et la dégradabilité globale (Ando *et al.*, 2004). Dolezal & Dolezal (2007) ont observé une amélioration de la digestibilité *in vitro* d'environ 4 et 3 % pour des doses respectives de 2,4 et 0,3 g de *S. cerevisiae* pour 2 litres de jus ruminal. Ando *et al.* (2004) ont ainsi montré que la dégradabilité des fibres suite à une addition de levures, mesurée 6, 12 et 24 h après incubation augmentait significativement. Ces résultats avaient auparavant été observés par Baljit *et al.* (2003) qui avaient eux aussi signifié une amélioration de la dégradabilité de la cellulose, de la MS et des fibres (NDF) particulièrement durant les premières heures de l'incubation. Par contre dans certains cas, aucune amélioration significative n'est observée (Doreau & Jouany, 1998). Ces variations de l'effet des probiotiques sur la digestibilité, bien qu'elles soient difficiles à expliquer, seraient en partie dues au mode d'alimentation (rationnement ou *ad libitum*), le régime de base et l'état physiologique de l'animal.

Chez les petits ruminants, l'effet des probiotiques est aussi variable que chez les bovins. Les mesures réalisées *in vitro* ont aussi montré une amélioration de la digestibilité de la MS et des fibres (NDF) chez le mouton lorsque le régime de celui-ci contient des levures *S. cerevisiae*. Ces résultats ont été confirmés par Biricik & Turkmen (2001). Ceux-ci ont montré qu'une alimentation à base de concentrés et de luzerne respectivement à 30 et 70 % ou respectivement 70 et 30 % à laquelle un apport de levure *S. cerevisiae* est effectué (4 g Yea Sacc1026® pour 100 g d'aliment), augmente la digestibilité de la MS, de la MO et du NDF. D'autres études plus récentes ont montré que l'incorporation dans la ration de 4 g de *S. cerevisiae* par jour et par animal (mouton) entraînait une amélioration de la digestibilité de la MO et du NDF respectivement de + 11,6, 7,4 et 7,1% par rapport au témoin (Paryad, 2009). El-Waziry *et al.* (2007) ont aussi observé une amélioration de la digestibilité de la MO et NDF respectivement de +1,5 et 5,1% pour une très forte dose de *S. cerevisiae* dans l'aliment du mouton (22,5 g par animal par jour). Cependant Ding *et al.* (2008) ont seulement observé une amélioration de la digestibilité de l'hémicellulose de +6 %, alors que celle de la MO, NDF et ADF est inchangée chez l'agneau.

***B- Digestibilité de la matière azotée (MAT) :***

La production d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) dans le rumen est due à la dégradation des protéines alimentaire et au recyclage de l'urée salivaire. La concentration en NH<sub>3</sub> dans le liquide ruminal est régulée par son absorption à travers la paroi du rumen, son utilisation pour la synthèse bactérienne et son transit intestinal. Un apport excessif d'azote entraîne une perte de NH<sub>3</sub> car la quantité captée pour la synthèse microbienne est inférieure à la production.

L'apport de levure probiotique dans la ration permet de corriger la concentration ruminale d'NH<sub>3</sub> (Kamamma *et al.*, 1996; Arcos-Garcma *et al.*, 2000). Baljit *et al.*(2003) ont constaté une baisse de plus de 7,5 % de la concentration en NH<sub>3</sub> chez les veaux pour une complémentation de 10 g de levure *S. cerevisiae* (YEA-SACC228®) par animal par jour.

Chez l'agneau, un apport de 20.10<sup>9</sup> UFC/g de levure n'a pas d'effet sur la concentration de NH<sub>3</sub> ruminal, mais par contre elle entraîne une baisse de la concentration de l'azote sous forme d'urée dans le sang de 20% (Ding *et al.*, 2008). La réduction de la concentration en NH<sub>3</sub> se produit lorsque la ration dont bénéficie le ruminant est riche en glucides rapidement fermentescibles et non lorsque celui-ci est riche en fibres (Carro *et al.*, 1992; Moloney & Drennan, 1994). Cette baisse de la concentration en NH<sub>3</sub> (20 à 34 %) avec l'addition de la levure pourrait être liée à l'utilisation plus importante du NH<sub>3</sub> pour la synthèse des protéines microbiennes. Ce qui serait à l'origine de l'augmentation de la biomasse microbienne. Cette chute de la concentration n'est donc pas le fait d'une baisse de l'activité protéolytique microbienne (Harrison *et al.*, 1988; Williams & Newbold, 1990). L'apport de levure dans la plupart des cas améliore la digestibilité ruminale, avec néanmoins de nombreuses variations (niveau d'ingestion, état physiologique et sanitaire, composition de l'aliment). Cette amélioration de la digestibilité en présence de levure serait surtout liée aux bactéries fibrolytiques.

**II.2.2.Effet de la supplémentation en levure sur les paramètres métaboliques :**

A notre connaissance, peu d'études rendent compte de l'impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique sur les paramètres biochimiques sanguins de la vache laitière. Les quelques données bibliographiques disponibles sont résumées ci-dessous( **tableau 9**).

**Tableau 9 :** Effet de la supplémentation alimentaire en *S. cerevisiae*

sur les paramètres sanguins des ruminants.

<b>Animaux</b>	<b>Durés</b>	<b>Variation des paramètres sanguins par rapport au témoin</b>	<b>auteurs</b>
24 VL (milieu de lactation)	28j	↗ Glycémie (+6%, p= 0.18) ↗ PTP (+4 %, p= 0.15) → Cholestérol → Urémie	Piva et al (1993)
8VL (début lactation)	28j	↗ Glycémie (+3% NS) → Urémie	Putnam et al (1997)
4VL (fistulées)	35j	→ AGNE → Urée	Doreau et jouany(1998)
36VL (de -28 à +28j pp)	56j	↗ Urée (+12%)	Wohlt et al (1998)
44VL	91j		Nocek et Kautz (2006)
30VL (début lactation)	119j	→ Glycémie + 15%* ↗ PTP (NS) ↗ Urée (NS)	Iwanska et al (1999)
Veaux nouveaux	42j	→ PTP → BHB	Lesmeister et al (2004)

↗: Augmentation, ↘Diminution, → Pas de variation

NS : non significatif, \* : p< 0.05, PTP : protéines totales plasmatiques, BHB : β-hydroxybutyrate

Dans ce tableau il apparaît que l'effet de *S. cerevisiae* sur les paramètres sanguins est très variable entre les études, probablement en raison de la variabilité des doses de levure utilisées ou encore des caractéristiques des rations distribuées, comme déjà suggéré par Galip (2006).

### **II.2.3. impact de *s. cerevisiae* sur le profil de la biocénose ruminale :**

Les effets positifs de *S. cerevisiae* observés sur les performances des ruminants, notamment sur la digestion, laissent croire que cette levure probiotique modifierait positivement la biocénose ruminale. Lorsque la ration contient une forte concentration de glucides rapidement fermentescibles (faible teneur en fibres), il y a une baisse de l'activité cellulolytique ce qui correspondrait à un déséquilibre au niveau de l'écosystème ruminal. L'addition de levure probiotique contribuerait à la restauration de l'équilibre de la biocénose et au développement de bactéries spécifiques notamment des bactéries cellulolytiques ainsi que celles utilisatrices de lactate.

### **II.2.4. Effet des levures sur le nombre total de bactéries dans le rumen :**

Les effets bénéfiques des levures peuvent être attribués aux modifications qui s'opèrent au niveau de la fermentation et au niveau de la population microbienne dans le rumen.

La grande majorité des travaux s'accordent à dire que les levures augmenteraient la concentration de bactéries totales anaérobies dans le rumen (Wiedmeier *et al.*, 1987; Newbold & Wallace, 1992). L'effet des levures est surtout marqué chez la vache laitière lorsque la ration de celle-ci est pauvre en fibres (ration acidogène). L'effet de la levure probiotique sur la population bactérienne est donc dépendant du régime tout comme dans le cas de la digestion. L'effet est plus marqué sur les bactéries anaérobies strictes (bactéries fibrolytiques et cellulolytiques) que sur les bactéries anaérobies facultatives telles que les bactéries amylolytiques (Chaucheyras *et al.*, 1997; Baljit *et al.*, 2003).

Chez le jeune, l'incorporation de la levure dans la ration semble accélérer la colonisation des micro-organismes du rumen (Wallace, 1994).

L'action des levures probiotiques sur la population microbienne est aussi dépendante de la souche. Chez *S. cerevisiae*, les souches utilisées en brasserie ont une meilleure capacité à stimuler la croissance de la biocénose ruminale que celles utilisées en boulangerie (**Figure 6**) (Newbold & Wallace, 1992).

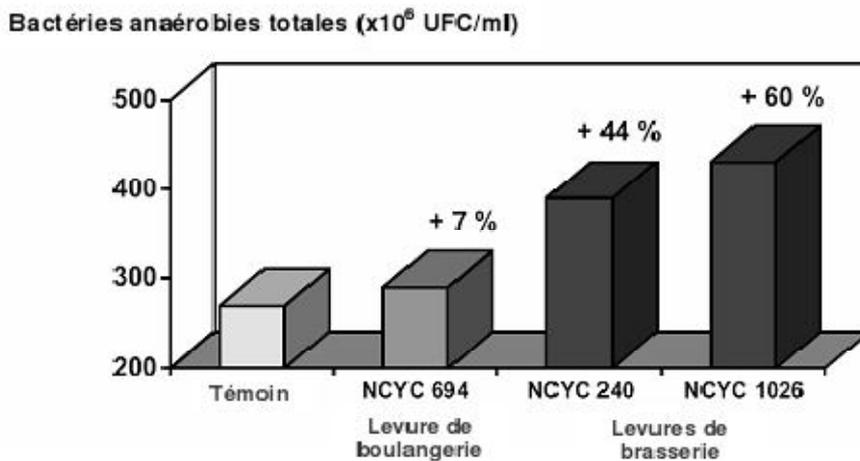


Figure 6 : Effets des différentes souches de *S. cerevisiae* sur la population bactérienne ruminale en culture mixte (adapté de (Newbold & Wallace, 1992)).

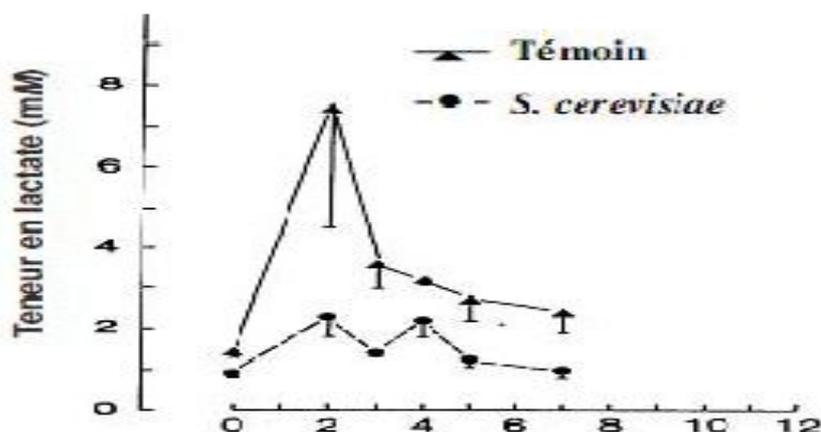
#### II.2.4.1. Effets des levures sur les bactéries cellulolytiques du rumen :

La concentration de bactéries cellulolytiques dans l'écosystème ruminal augmente lorsque la ration des bovins est supplémentée en levure. Marrero et al (2006) ont confirmé cet accroissement par des tests *in vitro*: les principales bactéries cellulolytiques dont la croissance est stimulée sont les genres *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus* et *Ruminococcus flavefasciens* (Girard & Dawson, 1994). Cette augmentation de la population de bactéries cellulolytiques dans la biocénose ruminale n'améliore pas nécessairement la quantité de cellulose dégradée par *Fibrobacter succinogenes* S85 et *R. flavefasciens* (Callaway & Martin, 1997). La levure probiotique (*S. cerevisiae*) ne fournirait donc que les facteurs de croissance (vitamine, acides organiques et les acides aminés) pour la multiplication bactérienne. L'amélioration de la dégradabilité évoquée précédemment s'expliquerait par une activité accrue des enzymes telles que la carboxyméthylcellulase (CMCase) et la xylanase dans le rumen (Michalet-Doreau et al., 1997). La levure créerait les conditions favorables aux activités métaboliques des bactéries cellulolytiques, en augmentant le niveau d'anaérobiose ruminal (Wallace & Newbold, 1993).

#### II.2.4.2. Effet des levures sur les bactéries utilisatrices de lactate du rumen :

Les levures jouent un rôle important dans la stabilité du processus de fermentation ruminal et la diminution des troubles métaboliques. Les effets bénéfiques d'une culture de levure probiotique *S. cerevisiae* vivante ( $5.10^9$  UFC/g) sur les concentrations ruminales de lactate pour des rations très concentrées en énergie (ou acidogènes) ont été montrés par (Williams et al.,

1991) (**Figure 7**). La chute de la concentration en acide lactique serait due à une croissance importante et à une plus forte activité des bactéries utilisatrices de lactate, et non d'une inhibition directe des bactéries qui produisent le lactate en dégradant l'amidon. Les bactéries lactiques responsables de la baisse de l'acide lactique dans le milieu ruminal sont *Selenomonas ruminantium* et *Megasphaera elsdenii* (Chaucheyras *et al.*, 1996). Certaines études ont lié l'augmentation de l'activité de ces bactéries à la disponibilité de facteurs de croissance apportés par le milieu de culture de la levure. L'utilisation de souches pures permet de s'affranchir de cette hypothèse. La baisse de la concentration de lactate est associée à la hausse du pH dans le rumen, caractéristique d'une fermentation plus stable. Ces modifications de la fermentation ruminale améliorent la digestion, ce qui engendre l'augmentation de la consommation alimentaire.



**Figure 7** : Effet de la levure probiotique sur la teneur de lactate dans le rumen après le repas (Williams *et al.*, 1991).

#### **II.2.4.3. Effet de la levure sur le nombre de protozoaires du rumen :**

Une augmentation des teneurs du rumen en protozoaires suite à l'ingestion de *S. cerevisiae* est rapportée par Miranda *et al* (1996) et Plata *et al* (1994).

Dans une étude récente, Galip (2006) a évalué l'effet de *S. cerevisiae* ( sous forme de cultures) sur la population ruminale totale et les pourcentages de chaque type des protozoaires des animaux traités. L'impact de 2 doses de levures a été ainsi évalué chez des brebis canulés : 5g/jour ( soit  $25 \cdot 10^9$  CFU) ou 10g/jour (soit  $50 \cdot 10^9$  UFC) de *S. cerevisiae*. L'addition de levure à la ration a significativement modifié les proportions des différents types de protozoaires .

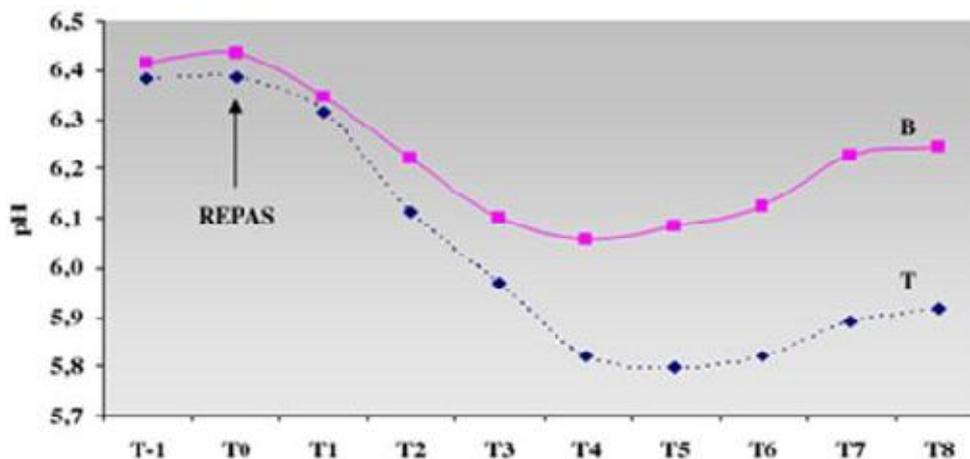
Par ailleurs, les travaux de Mathieu et al (1996) indiquent que l'augmentation du pH avec la levure est enregistrée uniquement chez les moutons pourvus de protozoaires ruminiaux et non pas chez les moutons défaunés. Ceci suggère que les protozoaires sont importants dans l'effet de *Saccharomyces cerevisiae* sur l'augmentation du pH.

### ***II.2.5. Impact de *S. cerevisiae* sur le pH ruminal :***

La capacité des levures à améliorer la digestion et à stimuler la croissance d'une population microbienne spécifique bénéfique à l'hôte, et leur capacité à empêcher l'accumulation de lactate dans le rumen, suggère que les levures probiotiques peuvent jouer un grand rôle dans la prévention des dysfonctionnements du rumen, associés à l'utilisation d'aliment très énergétique en élevage. Ces dysfonctionnements concernent le biotope ruminal principalement la teneur en acide lactique et le pH. Lorsque la ration est pauvre en fibres (riche en amidon, substances peptidiques), il y a une augmentation de la vitesse et de la quantité d'AGV produits sous l'action des bactéries (*Streptococcus bovis*). Cette augmentation de la quantité ruminale d'AGV entraîne un début d'acidification modifiant du

coup l'activité fermentaire de *S. bovis*. Le biotope déjà acidifié le sera encore plus avec la hausse de la production d'acide lactique à l'origine de la chute du pH (Cotta, 1992). L'acide lactique s'accumule dans le rumen car il n'est pas régulé par les bactéries utilisatrices d'acide lactique (*S. ruminantium* et *M. elsdenii*). Des études ont montré que l'addition de *S. cerevisiae* (1,32 g de levure/litre de contenu ruminal) conduisait à la réduction de la production de lactate par *S. bovis* de 32% environ (Lila *et al.*, 2004). Pour Chaucheyras *et al.*, (1996), les cellules de levure entrent en compétition avec *S. bovis* pour l'utilisation du glucose dans les conditions anaérobies strictes laissant moins de glucose disponible pour la bactérie. *S. cerevisiae* stimule également l'utilisation du lactate par les bactéries *S. ruminantium* et *M. elsdenii*, ce qui relève le pH. Pour une dose de  $20 \cdot 10^9$  UFC/g de levure dans la ration, Ding *et al.*, (2008) a observé une hausse du pH ruminal de +0,4 unité de pH. Cette hausse du pH ruminal sous l'action de la levure probiotique (*S. cerevisiae*) a été également observée par plusieurs travaux antérieurs (Sobhani *et al.*, 2006; Laszlo *et al.*, 2007; Marden, 2007). Les levures ont pour effet de stabiliser le pH ruminal et permettent aux bactéries cellulolytiques de retrouver leur activité normale. 4 g de levure *S. cerevisiae* (Biosaf®) ( $10^{10}$  UFC/g) dans un régime acidogène permet la stabilisation du pH 4 h après l'ingestion de la ration puis la remontée de celui-ci pour atteindre sa valeur initiale contrairement au témoin sans levure (**Figure 8**) (Marden, 2007). Cependant lorsque le régime est riche en fibres, la levure semble n'avoir aucun effet sur le pH (Carro *et al.*, 1992; Plata *et al.*, 1994).

*S. cerevisiae* permet la baisse de la concentration en acide lactique et la stabilisation du pH ruminal lorsque la ration de l'animal est pauvre en fibres. La levure permet donc aux bactéries cellulolytiques de retrouver leur activité fermentaire dans les conditions d'une alimentation acidogène



**Figure 8** : Evolution du pH ruminal chez la vache après un repas complété ou non de 4 g de levure *S. cerevisiae* (Marden, 2007).

### II.2.6. Impact de *S. cerevisiae* sur le profil fermentaire :

Les levures probiotiques ont un effet significatif sur le profil fermentaire ruminal (**Figure 9**).

Les réponses sont variables et dépendent de divers facteurs tels que la teneur en fibres de la ration, la dose de levure, la souche de levure etc. L'incorporation de levure *S. cerevisiae* (10 g/j/vau) dans une ration riche en concentrés entraîne une hausse de la concentration en AGV totaux de plus 6 % (Baljit *et al.*, 2003). Dolezal & Dolezal (2005) ont aussi observé une hausse de la production d'AGV total de plus 1,3 g/100ml pour un apport quotidien de 6 g de levure *S. cerevisiae* par vache. Khadem *et al.* (2007) estiment à 103 mmol/l la production totale d'AVG après 3 h chez des moutons ingérant 2,5 g de levure (*S. cerevisiae*) par jour contre 91 pour le témoin. Erasmus *et al.* (2005) ont constaté une hausse de 18,6% de propionate chez la vache laitière. Marden (2007) estime à +12 mmol/l l'augmentation de la production totale d'AGV ainsi qu'une hausse des proportions de C2 (+ 12%) et de C3 (+ 24%). Par contre, Laszlo *et al.* (2007) constatent certes une augmentation des AGV totaux, mais avec hausse des ratios C2/C3 et C4/C3.

Certains auteurs ne constatent aucun effet significatif de *S. cerevisiae* sur la production d'AGV (Plata *et al.*, 1994; Miranda *et al.*, 1996). La raison principale de cette absence d'effet serait due à la forte teneur en fibres des régimes utilisés. L'effet des levures serait donc plus important sur

la production d'AGV si le régime utilisé est pauvre en fibres tout comme sur la stabilité du pH et la production de lactate.

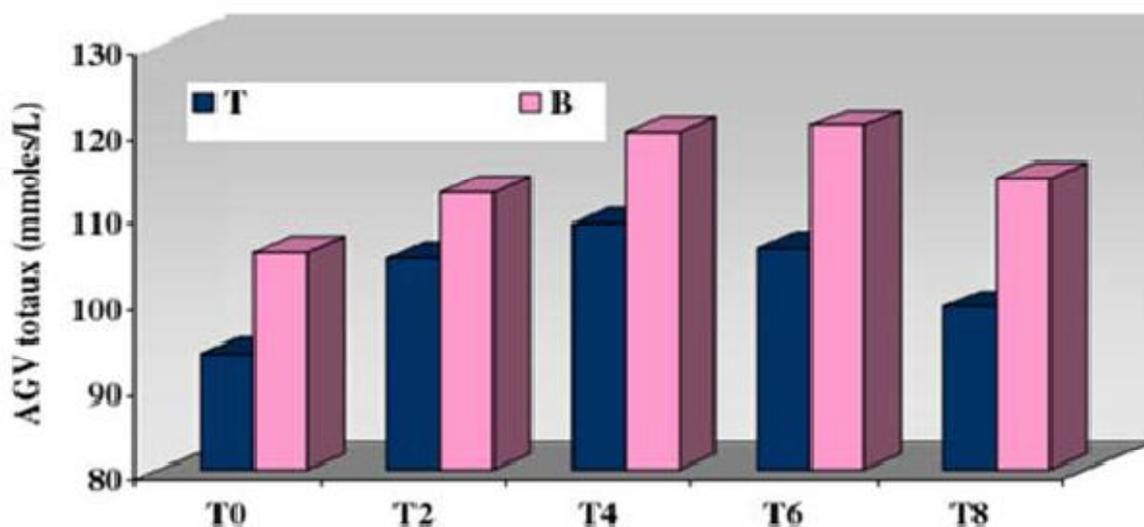


Figure 9 : Effet d'un apport de 4 g de levure *S. cerevisiae* sur la concentration en AGV totaux (Marden, 2007).

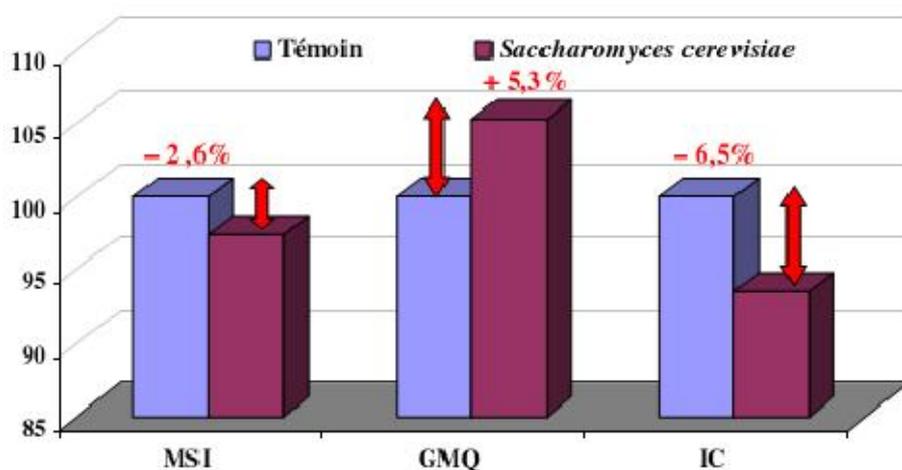
T : régime témoin sans levure ; B régime contenant la levure Biosaf®

### II.2.7. Impact de *S. cerevisiae* sur la croissance et la production laitière :

L'augmentation de la digestion et la stabilisation des paramètres microbiologiques, physiques et chimiques de l'écosystème ruminal, montrent que la levure probiotique pourrait améliorer les performances zootechniques. Elle aurait une action bénéfique sur la croissance des veaux et sur la production laitière. L'effet sur la croissance et sur la production laitière serait dû principalement à l'augmentation de la vitesse d'ingestion, elle-même liée à la biocénose et aux paramètres chimiques du biotope ruminal. L'effet de la levure sur les performances des animaux est variable. Certaines études ne montrent aucune amélioration, tandis que d'autres signalent des améliorations pouvant atteindre 20% de production de lait (Denev *et al.*, 2007). L'augmentation de la vitesse de dégradation de la MS entraînerait une augmentation du niveau d'ingestion (Denev *et al.*, 2007). Les études de l'impact de levure sur la croissance montrent généralement une amélioration du GMQ et de l'indice de consommation chez les ruminants (Saha *et al.*, 1999; Kim *et al.*, 2006). L'incorporation de 2 g de levure *S. cerevisiae* pour 100 g de MS dans une ration de veaux, augmenterait de 15,6 % le GMQ selon Lesmeister *et al.*(2004). Une étude effectuée sur 180 taurillons de race Blonde Aquitaine dont

l'aliment de base est du maïs humide inerte complémenté avec une levure *S. cerevisiae* (Biosaf®) confirme cette augmentation du GMQ et de l'indice de consommation IC (Figure 10).

Une autre étude effectuée en Iran avec la même levure probiotique (Biosaf®) a montré qu'elle augmente le pH et la population microbienne anaérobie stricte de l'écosystème ruminal. Elle augmenterait par ailleurs le gain de poids et améliorerait l'efficacité alimentaire (Rezaee *et al.*, 2006).



**Figure 10** : Effet de la levure *S. cerevisiae* sur matière sèche ingérée (MSI), le GMQ et l'IC chez les bovins viande (Moncoulon & Auclair, 2001).

L'utilisation de la levure en alimentation animale ne donne pas toujours de résultats favorables dans certaines études. Adams *et al.* (1981) n'ont pas obtenu d'amélioration du GMQ ni de l'IC chez des bovins de boucherie lorsqu'ils sont alimentés avec une ration supplémentée en levure composée à part égale de fourrage et de concentré. L'absence d'effet de la levure sur la croissance a été aussi constaté par d'autres auteurs (Ramirez *et al.*, 2003). Elle est dans la plupart des cas, accompagnée d'une digestibilité et d'une ingestion faibles. Cela se justifierait par le taux de fibres très important contenu dans la ration de base utilisée par ces auteurs. La levure *S. cerevisiae* améliore aussi la santé des animaux (Saha *et al.*, 1999). Ces auteurs ont obtenu une réduction de la diarrhée lorsque les veaux ingèrent environ  $2.10^9$  CFU/jour/veau.

La plupart des études mesurant l'impact des levures sur les performances des ruminants ont porté sur la production laitière. Les résultats obtenus bien que variables montrent une augmentation significative de la production laitière ou une amélioration de sa composition. Selon des données bibliographiques résumées par Marden (2007), la levure probiotique serait responsable d'une augmentation significative de la production laitière de + 0,7 à 2,4 kg par jour. Le regroupement des données de plusieurs essais comparant la production laitière de 1073 vaches témoins et 1179 autres ayant reçu une alimentation supplémentée de 10 g/j de levure probiotique, montre que celle-ci permet une amélioration de 2,2 litres de lait en moyenne par vache (Wallace & Newbold,

1993). D'autres études du même type sur 245 vaches montrent une augmentation moyenne de 2% chez les primipares et 2,7 chez les multipares par rapport aux témoins (Durand-Chaucheyras *et al.*, 1997). Les résultats de 22 publications portant sur plus de 9000 vaches donnent une amélioration de la production laitière variant entre 2 et 30%, et une moyenne de 7,3% (Dawson, 2000).

**Tableau 10** : Effet de la supplémentation alimentaire en *saccharomyces cerevisiae* sur la matière sèche ingérée (MSI), le poids vif (PV), et la production laitière (PL) des vaches laitières (synthèse de plusieurs auteurs)

supplémentation		Vaches laitières Effectif & parité	Amélioration par rapport aux témoins				auteurs
durée	période		MSI	PV	PL	autres	
28j	Début de lactation	8 primipares (n=4)	+5%	nd <sup>1</sup>	+3%	+6 TB	Putnam et al (1997)
28j	Milieu de lactation	24 multipares (n=12)	NS <sup>2</sup>	nd	+3%	+15 TB	Piva et al (1993)
28j	De-14j à +14j pp <sup>3</sup>	20 multipares (n=10)	NS	NS	+3% NS		Robinson (1997)
42j	Milieu de lactation	32 multipares (n=4)	+6%	nd	+9%		Williams et al (1991)
56j	De -28j à +28j pp	36 multipares (n=18)	+3%	NS	+8%	-	Wohlt et al (1998)
70j	Début et milieu de lactation	20 multipares (n=10)	NS	NS	NS		Arambel & Kent (1990)
75j	Début lactation	12 multipares (n=6)	+6%	nd	+6%	-	Erasmus et al (1992)
84j	De-23j à +56j pp	44 (dont 18 primipares) (n=22)	NS	NS	NS		Robinson & Garrett (1999)
91j	De -21j à +70j pp	44 multipares (n=22)	+10%	NS	+6%	Perte de poids en postpartum	Nocek & Kautz (2006) <sup>4</sup>
112j	Début/milieu de lactation	60 (primipares et multipares) (n=30)	nd	nd	+4%		Ali-haimoud-lakhal & chevaux (2003)
119j	De -28j à +91j pp	48 (dont 12 primipares)	NS	NS	+4%		Soder & Holden (1999)

		(n=12)				-	
119j	Début de lactation	30 VL	NS	nd	+38 kg/120j	↗ Caséine, ↗ Lactose du lait	Iwanska et al (1999)
154j	De -28j à +128j pp	24 primipares (n=12)	+3%	nd	+5%	Pic de lactation avancé et amélioré	Wohlt et al (1999)
161j	De -21j à +140j pp	39(dont 14 primipares) (n=19-20)	+20%	+4%	+3%	Perte de poids en postpartum Pic de lactation avancé	Dann et al (2000)

<sup>1</sup>nd : paramètre non déterminé ; <sup>2</sup> NS : augmentation non significative ; <sup>3</sup>pp : jours par rapport au part ; <sup>4</sup> Supplémentation de *S.cerevisiae* + *Lactobacilles*.

### **III. Mode d'action de *Saccharomyces cerevisiae* dans le rumen :**

Sur la base des observations faites, in vitro ou in vivo, plusieurs mécanismes ont été proposés dans la littérature pour expliquer l'interaction entre la flore microbienne ruminale et *Saccharomyces cerevisiae* à l'origine de l'impact bénéfique de l'utilisation des levures.

Parmi ces observations, des études réalisées in vitro montrent que les extraits aqueux préparés à partir de *Saccharomyces cerevisiae* stimulent la croissance de certains micro-organismes du rumen (Auclair, 2001).

Girard (1996) a démontré la présence des facteurs de stimulation thermolabiles (probablement lipidique) et des facteurs de stimulation thermostables (peptides à chaînes courtes) dans différentes fractions de la levure.

Il a été également démontré que *Saccharomyces cerevisiae* fournit des vitamines, en particulier de la thiamine (B1), qui stimule la croissance des champignons du rumen (Chaucheyras et al, 1996).

Les acides dicarboxyliques, particulièrement l'acide malique, contenus dans la levure semble être à l'origine de la stimulation de la croissance des micro-organismes ruminants in vitro. Toutefois, ces acides non pas le même rôle prépondérant in vivo (Newbold, 1996).

La suppression de l'oxygène qui inhiberait la croissance des bactéries strictement anaérobie a été aussi suggérée. Le contenu ruminale est essentiellement anaérobie mais de faibles concentrations d'oxygène dissous peuvent être détectées lors des cycles alimentaires journaliers. Cette augmentation du potentiel redox observé après le repas chez le mouton est principalement due à un apport d'oxygène dans le rumen durant l'ingestion alimentaire, la mastication et l'abreuvement (Mathieu et al, 1996).

La capacité des différentes souches de *Saccharomyces cerevisiae* à stimuler le nombre de bactéries vivantes dans le rumen semble être liées à leur capacité à capter l'oxygène à partir du liquide ruminal. En effet, les souches mutantes déficientes en respiration sont incapables d'induire une augmentation du nombre de bactéries anaérobies (Newbold et al, 1996).

Par ailleurs, l'action de *S. cerevisiae* semble être temps dépendant : l'ajout de cultures de levure diminuerait les variations post prandiales des fermentations ruminales (Wallace, 1994).

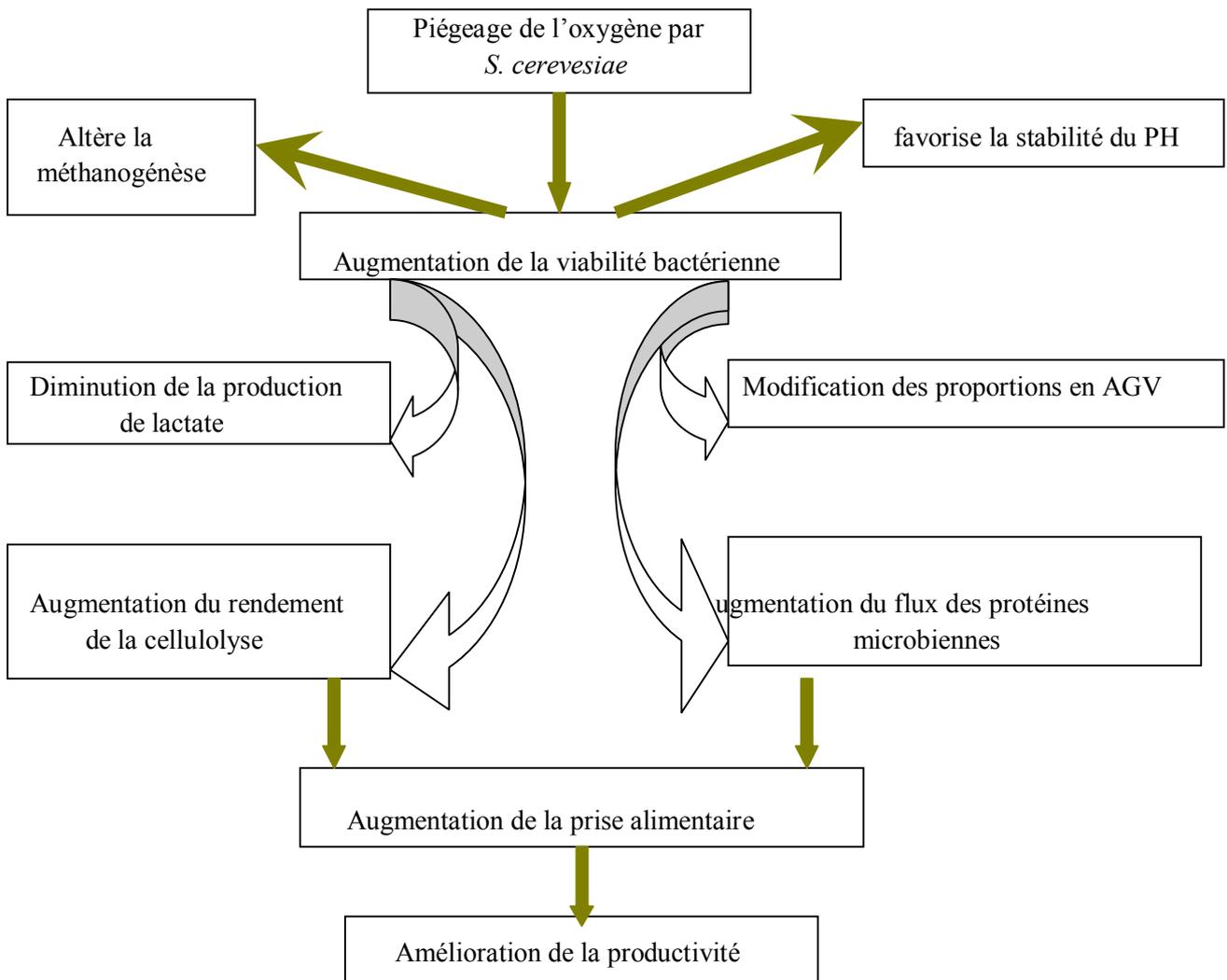
Finalement, pour regrouper en un mode d'action logique les différentes observations réalisées, des schémas ont été proposés. **La figure 11** présente une séquence proposée par Wallace (1994) permettant d'expliquer le mode d'action de ces levures.

L'augmentation de la prise alimentaire semble être en partie induite par un accroissement (le plus souvent léger) de la vitesse de dégradation des fibres (Wallace, 1994) et une partie liée à l'élévation du flux de protéines microbiennes (Williams et al, 1990 ; Erasmus et al, 1992). Il est suggéré que ces deux observations soient liées à la présence d'une population microbienne plus active dans le rumen : L'effet le plus reproductible des additifs microbiens est bien celui d'augmenter le nombre de bactéries anaérobies viables dans le rumen. Des augmentations de 50 à 100% sont communes, mais des augmentations de plus de 10 fois par rapport aux témoins ont été observées (Wallace, 1994).

La population cellulolytique augmente en nombre, et les bactéries utilisatrices des acides sont stimulées par les acides dicarboxyliques présents (Wallace, 1994).

Ceci explique en partie l'amélioration de la dégradation des fibres et l'augmentation de la stabilité des fermentations ruminales chez les animaux recevant des levures (Williams et al, 1991).

L'augmentation du nombre total de bactéries viables semble être surtout le fait d'une augmentation de la proportion des cellules vivantes : Cellules mortes. Comme le reflète la faible variation de la concentration en protéine totale dans le fluide ruminal (Wallace, 1994).



**Figure 11** : Mode d'action présumé de *Saccharomyces cerevisiae* chez le ruminant

adaptée de wallace, 1994.

# *Partie Expérimentale*

Selon différents auteurs, les effets des probiotiques et de la levure en particulier sur l'écosystème, sur la production laitière, le métabolisme et sur les performances zootechniques des animaux, nous proposons d'étudier son action chez la vache laitière dans les conditions locales en Algérie.

Afin de vérifier cette hypothèse, nous avons mis un protocole expérimentale pour étudier l'effet de la levure probiotique *S. cerevisiae* SC 47 (Biosaf®) sur quelques paramètres biochimiques, zootechniques (BCS), et les performances de production laitière chez la vache laitière en Algérie durant la période du peripartum.

## **I. Lieu et période de développement de l'essai :**

Ce travail a été réalisé dans une ferme privée située dans la commune de Ain-Mesbah, (wilaya de Tiaret) à environ 17 Km au sud de la wilaya.

La période expérimentale s'est étalée du 1<sup>er</sup> mai 2010 au 15 septembre 2010, la période la plus chaude de l'année. Dont un mois pour la période pré expérimentale (mois de mai) nécessaire à l'homogénéisation des lots des animaux.

La durée de la supplémentation en probiotiques couvrait la période allant des deux dernières semaines précédant la date probable de mise bas (j-14) jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine postpartum (j+45 PP), soit une durée de 8 semaines au total.

## **II. Période pré expérimentale :**

### **II.1. Commémoratifs de l'élevage :**

La ferme expérimentale privée dispose d'un effectif global de 70 vaches laitières, de race prim'Holstein, friesland Holstein, pie noire et pie rouge.

Ces vaches sont identifiées par un numéro de boucle apposé sur l'oreille et dispose d'une fiche individuelle signalétique mentionnant toutes les informations propres à l'animal (date de naissance, parent, production laitière,...).

Le cheptel est sous contrôle sanitaire régulier avec un dépistage prophylactique permanent (brucellose et leucose bovine).

La ferme ne dispose pas de vétérinaire permanent, le suivi est assuré par des vétérinaires privés.

L'état sanitaire du troupeau est en général acceptable. Les troubles pathologiques rencontrés sont pour la plupart d'origine nutritionnelle coïncidant le plus souvent avec les changements brusques d'aliment concentrés, et le non respect de la période de transition.

En plus des ces dernières, on constate les mammites clinique et subclinique, les boiteries et les pneumonies en deuxième rang.

La production laitière du troupeau est d'une moyenne de 950 litres par jour, avec un maximum de 1250 litres et un minimum de 700 litres. ces chiffres sont en relation avec le nombre de vaches en lactation.

## **II.2. Bilan initial :**

A partir du 01 mai 2010, nous avons commencé par établir un bilan initial du troupeau pour sélectionner par la suite les animaux destinés à notre expérimentation. Pour cela, pour un effectif global de 70 vaches laitières disponibles, nous avons récolté les informations concernant l'ensemble de ces animaux, à savoir : le numéro de lactation et la date de la dernière insémination.

Par la suite, nous avons opéré à l'estimation du poids vif de l'ensemble des vaches (n=70) et à la notation de leurs état corporel (méthode d'EDMONSON et al., 1989).

Nous avons également vérifié l'état de gravidité des animaux par fouiller rectal.

Pour les vaches gravides, le stade de gestation a été confirmé par le herd book pour les génisses pleines et par fouiller rectal; date de la dernière insémination naturel et fouiller réctal pour les vaches pluriparts.

## **II.3. Sélection des animaux et constitution des lots :**

Vingt vaches gestantes sont ainsi sélectionnées parmi les 52 disponibles et sont répartie en deux lots homogènes (n=10) en prenant comme critères de tri et par ordre de priorité : la race, l'âge, le numéro de lactation, l'état corporel ainsi que la date probable de mise bas. Cette dernière est déduite à partir de la date de la dernière insémination.

Concrètement, pour former des lots les plus homogènes possible, les vaches sont d'abord appariées 2 par 2 en fonction des critères de tri initialement fixés. Ce tri a permis d'obtenir 10 paires d'animaux aux caractéristiques proches. Ensuite, chaque animal d'une paire a été affectée aléatoirement à l'un des deux lots expérimentaux : lot supplémenté en levure ou lot témoin.

## II.4. Homogénéisation des animaux :

La période pré expérimentale a duré environ un mois et a servi à mettre les animaux en conditions expérimentales et à les adapter au système de contention par des chaines au cou. Ces vaches ont fait l'objet d'un suivi régulier et périodique de l'état sanitaire, et une surveillance de l'évolution de la gestation.

Pour l'alimentation on laissait le système comme auparavant la ration n'était pas calculée selon les besoins des animaux des deux lots.

## III. Période expérimentale :

### III.1. Schéma expérimental :

Pour étudier l'effet de la supplémentation en levure probiotique chez la vache laitière en peripartum, nous comparons deux traitements expérimentaux :

1. Un lot témoin recevant un aliment classique sans aditif (ration de base).
2. Un lot levure recevant le même aliment que le lot témoin mais supplémenté avec la levure probiotique *saccharomyces cerevisae*.

La durée de la supplémentation est de 8 semaines s'étalant des deux dernières semaines précédant la date probable du part jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine postpartum.

L'impact de la complémentation alimentaire en *S. cerevisae* est évalué sur l'évolution des paramètres de production et des paramètres métaboliques mesurés à J0 (avant la supplémentation), Jmb (à la mise bas), J15PP (à 15 jours postpartum), J30PP (à 30 jours postpartum), J45PP fin de la supplémentation (à 45 jours postpartum).et à J49PP (49 jours postpartum) la fin de l'expérimentation.

Le diagramme expérimental et les mesures effectuées sont récapitulés dans le schéma suivant (figure 12).

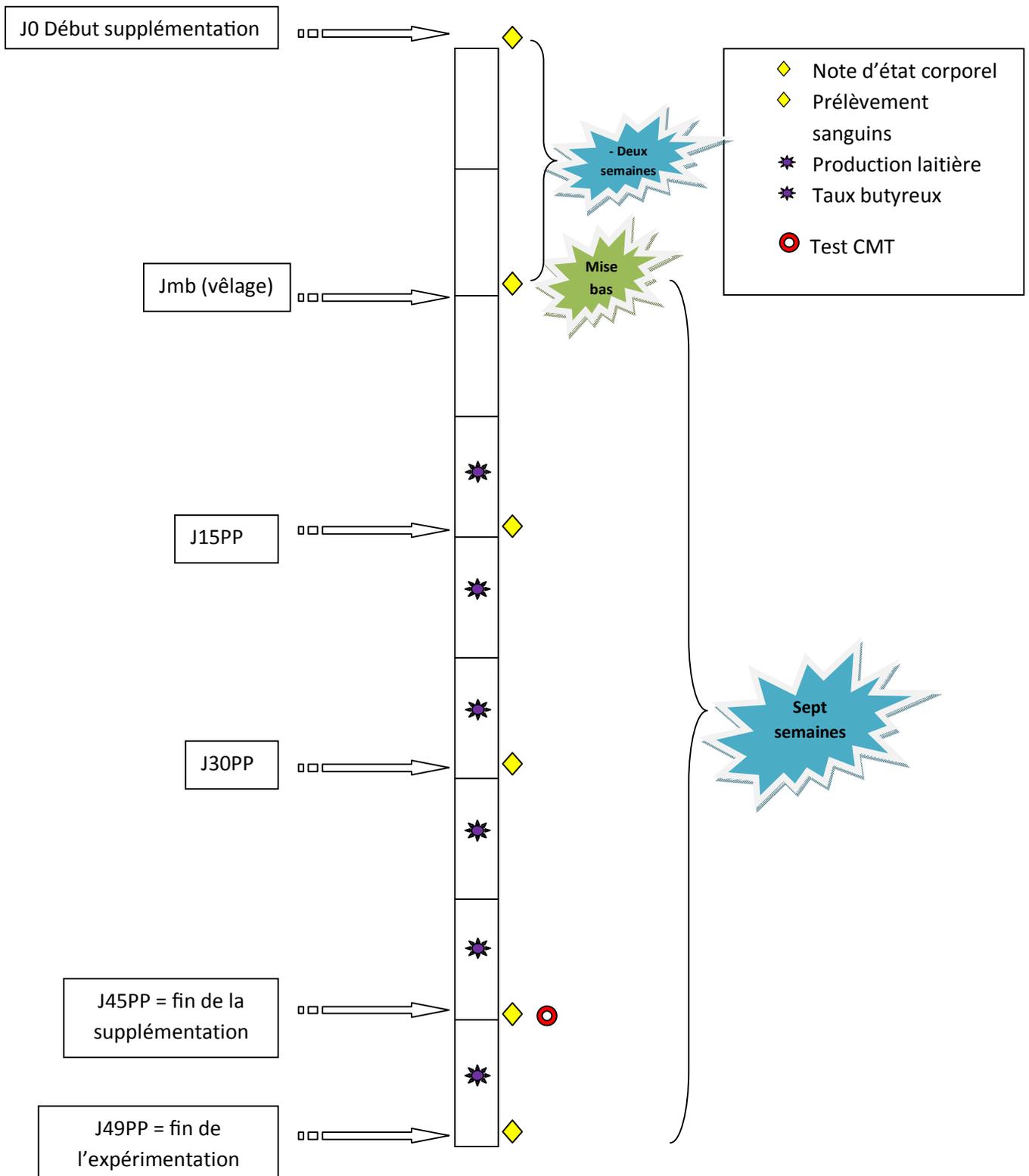


Figure 12 : Schéma du protocole expérimental.

### III.2. Bâtiment d'élevage :

L'essai s'est déroulé dans un bâtiment de type fermé avec une superficie de 15x30m et une cours découverte servant pour l'exercice 40x30m. L'ensemble des deux parties (cours+bâtiment) offre une superficie totale de 1650m<sup>2</sup> .(figure 13)

### III.3. Alimentation :

#### III.3.1. Composition et calcul de la ration de basse :

Tous les animaux sont nourris avec le même aliment concentré de (aliment VLB20, SARL FAB GRAIN) supplémenté (lot levure) ou non (lot témoin) avec la levure probiotique. La composition et les caractéristiques du concentré utilisé sont données dans le tableau ci-dessous (tableau 11)

**Tableau 11:** Composition et caractéristique de l'aliment concentré de base (VLB20).

Matière première	Taux (%)	UF/kg	MAD (g/kg)
Mais	68	0.748	40.8
Son	10	0.073	10.7
Soja	20	0.206	86.2
Phosphate	1		
C.M.V	1		
Total	100	1.027	137.7

Composition par kg du C.M.V

Vitamine PP	250 mg	Calcium	190000 mg
Vitamine C	250 mg	Fer	5000 mg
Vitamine A	1300000 UI	Iode	30 mg
Vitamine D3	300000 UI	Cobalt	10 mg
Vitamine B2	320 mg	cuivre	1000 mg
Vitamine B1	120 mg	Manganèse	25000 mg
Vitamine B 12	0.5 mg	Zinc	5000 mg
Vitamine E	1250 mg	Sélénium	10 mg
Pantho Tanate de Calcium	200 mg	Bétaine	2500 mg
Acide Nicotinique	240 mg		
Chlorur De choline	30000 mg		
Vitamine K3	130 mg		
Di methionine	2400 mg		



**Figure 13:** Vue d'extérieur du bâtiment d'élevage utilisée pour l'essai (ferme privé, Tiaret 2010).



-A-

-B-

**Figure 14:** Vue de l'intérieur du bâtiment utilisé pour l'expérimentation, (ferme privé, Tiaret 2010).

A-Bâtiment vide

B-Bâtiment occupé par le cheptel

La quantité de fourrage distribuée (foin d'avoine) est identique pour les deux lots. La distribution quotidienne des aliments concentrés aux vaches des deux lots se fait de manière manuelle deux fois par jour et toujours à la même heure le matin à 03<sup>h</sup>:30, et l'après midi à 15<sup>h</sup>:30 juste avant la traite.

La ration distribuée aux vaches taries au cours de toute la période pré expérimentale était composée de 7 kg de foin, de 5 kg d'orge concassé mélangé avec le son, servi en deux repas matin et soir.

Après le part, la ration distribuée aux vaches en lactation comportait : 7 kg de foin, 11 kg de concentré (VLB20), distribué en deux repas avant chaque traite.

**Tableau 12:** Besoin d'entretien d'une vache laitière et besoins de production.

	Formule	Besoins d'entretien	Besoins de production
Besoins énergétiques (UFL)	$1.4 + 0.6 \frac{(PV)}{100}$	5 UF	0.43 UF
Besoins azotés (PDI)	$100 + 0.5 (PV)$	400 g	50 g
Besoins azotés (MAD)	60/100 kg (PV)	360 g	60 g

### III.3.2. Modalité de la supplémentation en levure probiotique :

Le probiotique utilisé dans cet essai est la souche de levure spécifique ruminant, *Saccharomyces cerevisiae souche NCYC Sc 47* (concentré thermostable de levure vivante) fabriqué par : société industrielle LESAFRE- France, commercialisée sous le nom de BIOSAF® HEAT RESISTANT CONCENTRATE OF LIVE YEAST (LESAFRE, FEED ADDITVES, France).

Il s'agit de concentré de levure sèche active développé spécifiquement pour la nutrition et la santé des animaux contenant  $1.10^{10}$  UFC/g de levures *Saccharomyces cerevisiae*. La dose préconisée par le fabricant est variable selon l'espèce et le stade physiologique de l'animal.

Dans notre expérimentation on c'est fixé sur une dose de 20g par vache et par jour.

Pour s'assuré de la prise totale et complète de la dose fixé par chaque une des vaches supplémentées, le probiotique (*Saccharomyces cerevisiae Sc 47*) à été fractionné en doses de 20g

en utilisant une balance de précision type Sartorius Basic et des sachets en plastique approprié, sachant bien que la levure est présentée sous un emballage de 5Kg.

Ces doses (20g) ont été saupoudrées quotidiennement et de manière individuelle, mélanger avec un Kg de concentré pour les vaches concernées par la supplémentation (lot levure) avant la distribution de la ration. Cette distribution commence deux semaines avant la date probable du vêlage (calculée à partir de la date de la dernière insémination) jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine postpartum. Elle est toujours réalisée à la même heure de la journée (à 15h après midi) et dans le même ordre de distribution des vaches.

### **III.4. Abreuvement :**

Pendant toute la période étudiée (pré expérimentale et expérimentale), les vaches ont été en stabulation semi entravée et ont l'accès à l'abreuvoir du bâtiment. Des bassins remplis fréquemment d'eau fraîche et renouvelée.

## **IV. Mesures réalisées :**

### **IV.1. Mesure des performances zootechniques :**

#### **IV.1.1. L'ingéré alimentaire :**

La consommation des aliments (concentrés et fourrages) est évaluée pour chaque vache quotidiennement par la pesée des refus.

$$\text{Quantité ingéré (Kg)} = \text{quantité distribuée (Kg)} - \text{refus (Kg)}$$

En fait, durant tout l'essai, la majorité des vaches ont consommé la totalité de la ration distribuée, la cause du refus pour les autres vaches qui n'ont pas consommé toute la quantité de l'aliment distribuée est le non respect de la période de transition. C'est pour cela que l'évaluation de l'impact de la supplémentation en levure sur la MSI est impossible dans notre cas.

### IV.1.2. Notation de l'état corporel :

Dans notre essai, l'état corporel est déterminé à 5 moments :

- A J0 c'est-à-dire juste avant de commencé la supplémentation, correspondant à J-14 avant la date probable du part.
- A la mise bas (Jmb).
- A J15 post-partum (J15PP).
- A J30 post-partum (J30PP).
- A J45 post-partum (J45PP) c'est-à-dire à la fin de la supplémentation.

L'état corporel a été noté selon la méthode décrite par Rodenburg (1996) avec une grille de notation allant de 1 à 5 : 1 pour vache cachectique, 2 pour maigre, 3 pour moyenne, 4 pour grasse et 5 pour très grasse, avec une précision de 0.25 unité.

La notation de l'état corporel est basée sur l'inspection visuelle et la palpation manuelle de la région lombaire, caudale et les dernières cotes. La note ou le score compris entre 1 (état émacié) et 5 (état gras) à été attribué en fonction du degré de couverture adipeuse et musculaire des endroits anatomiques examinés tout en utilisant des sous unité de 0.25.

En pratique, les vaches sont notées par le même opérateur et une note est attribuée pour chaque vache.

### IV.1.3 Mesure du poids vif :

Le poids vif des vaches à été déterminé juste avant de commencer l'expérimentation et la supplémentation, pour pouvoir calculer la ration distribuée si elle est équilibrée ou non.

Pour cela, on a utilisé la méthode du mètre à ruban appliquée pour déterminer le poids des animaux sur pied.

En pratique, le mètre ruban (RONDO® ; Hauptner-Instrument, Switzeland) ou le ruban zoo métrique (figure 15), est appliqué autour de la poitrine, en arrière de l'épaule pour avoir le tour de poitrine (TP) en centimètre (figure 16). Le poids ensuite est calculé selon la formule de CRAVAT :

$$PV (Kg) = (TP^3 / 100) \times 80$$

PV = poids vif en Kg, TP = tour de poitrine en cm



**Figure 15:** Ruban zoo métrique.



**Figure 16:** Mesure du tour de poitrine avec le ruban mètre de RONDO® .

## **IV.2. Mesure des paramètres de la production laitière :**

### **IV.2.1. Quantité de lait produite :**

La production laitière quotidienne est déterminé de manière individuelle sur l'ensemble des vaches de l'essai ( $n = 20$ ) et ce à partir du 7<sup>ème</sup> jour postpartum jusqu'à la fin de l'essai (J45 postpartum). la quantité de lait produite par vache et par jour a été également évaluée durant la 1<sup>ère</sup> semaine suivant l'arrêt de la supplémentation en levure (de J45 à J49 postpartum).

### **IV.2.2. Le taux butyreux du lait :**

Pour voir s'il existe un effet de la supplémentation de la levure sur la qualité du lait des vaches supplémentées et des vaches témoins ( $n = 10$ ) le taux butyreux est analysé périodiquement, à partir du 7<sup>ème</sup> jour postpartum et jusqu'au dernier jour de l'expérimentation (J49 postpartum) et durant chaque début de semaine. Pour cela, un volume de 50 ml de lait frais et prélevé juste après la traite de l'après midi sur toutes les vaches étudiées pour doser la matière grasse dans le lait. Ces mesures sont réalisées au niveau du laboratoire d'analyses de laiterie de SIDI-KHALED de Tiaret (GIPLAIT).

- ❖ Le taux butyreux du lait est mesuré par la méthode de GERBER :

### IV.2.2.1. Application

Cette méthode s'applique à la détermination de la teneur en matière grasse du lait cru ou du lait homogénéisé. La méthode GERBER est une méthode qui permet une détermination rapide de la teneur en matière grasse dans le lait. La crème, le fromage, le beurre et les sous-produits du lait peuvent aussi être dosés dans leur teneur en matière grasse en utilisant cette méthode mais avec de légères modifications.

### IV.2.2.2. Principe

La matière grasse est séparée des autres constituants du lait à la fois par l'action de l'acide sulfurique et par la force centrifuge.

L'acide sulfurique dissout tous les constituants solides du lait à l'exception de la matière grasse, permettant ainsi aux globules de gras d'être facilement séparés des autres constituants du lait. La réaction chimique de l'acide sulfurique sur le lait dégage une chaleur intense, ce qui maintient la matière grasse liquide, facilitant par le fait même sa séparation. L'acide est environ deux fois plus lourd que le lait et vient augmenter la densité de la solution non grasse, ce qui élargit l'écart entre la densité de la matière grasse et la densité du mélange (acide-solution non grasse). Ainsi la matière grasse, étant plus légère, s'élève au-dessus du mélange.

Cette matière grasse est ensuite séparée par la force centrifuge. Le mélange, étant plus lourd, est projeté vers le bas des butyromètres, forçant ainsi la matière grasse, plus légère, à se diriger vers le haut des butyromètres. et permet à cette dernière de monter dans la partie graduée du butyromètre là où la quantité de matière grasse peut être mesurée.

### IV.2.2.3. Matériel

- Butyromètres 9 % pour le lait gradués de 0 à  $9 \pm 0,05$  %
- Pipettes jaugées
- Distributeur pour l'acide sulfurique concentré
- Centrifugeuse dont la vitesse de rotation est réglée suivant le diamètre de la couronne

### IV.2.2.4. Réactifs

- Acide sulfurique concentré (densité 1,82 à 1,83 à 20 °C).
- Alcool iso-amylque.

### IV.2.2.5. Mode opératoire

- Garnir les butyromètres : Garnir les butyromètres : pour chacun des butyromètres utilisés, metre d'abord 10 ml d'acide sulfurique en s'assurant de ne pas mouiller le haut de l'appareil par la pipette à acide. Ensuite, mettre 11 ml de lait en évitant le mélange avec

l'acide pour ne pas augmenté la température du butyromètre, et veiller à ne pas souffler dans la pipette. Puis, mettre 1 ml d'alcool amylique et boucher à l'aide de bouchons secs. Agiter les butyromètres pour mélanger le lait, l'acide, et l'alcool pour favoriser l'attaque acide. au début du mélange l'acide coagule les caséines, agité pour dissoudre le caillé. Pour agiter, retourner les butyromètres et vider l'ampoule terminale à chaque fois. Pendant le mélange la température augmente. Prendre les précautions nécessaires pour ne pas interrompre les retournements.

- Centrifugation : introduire les butyromètres dans la centrifugeuse (1000 à 1200trs/min) avant leur refroidissement en équilibrant celle-ci. Vérifier la position des bouchons : s'ils sont mal enfoncés, la lecture de la zone sera impossible après la centrifugation.
- Lecture : faire sortir les butyromètres de la centrifugeuse et les maintenir immergés dans un bain-marie à 65°C pendant 4 à 5 min. puis il faut lire rapidement sur l'échelle du butyromètre : chaque centimètre dans l'échelle correspond à 10 gramme de matière grasse par litre de lait.

#### **IV.2.3. Le test CMT ou test au teepol :**

Dans cet essai, le test CMT est appliqué à l'ensemble des vaches expérimentales à J45 postpartum (figure 18).

Le California Mastitis Test (CMT) est Un outil très utile (voir photo A). Ce test permet de détecter la forme subclinique de la mammite. Le CMT est un test visuel utilisant un produit qui réagit avec les cellules somatiques (leucocytes) du lait. Ce test n'est pas très sensible et un comptage de 400 000 est nécessaire pour observer une réaction.

Il permet aussi d'identifier le quartier affecté et peut être effectué à la ferme à un coût minime.

Le test permet d'évaluer le succès du tarissement en termes de santé du pis. Un groupe souvent oublié est celui des primipares (vaches au premier vêlage) est c'est notre cas qui devraient bénéficier d'une attention particulière. On les considère intuitivement comme saines alors qu'au contraire on peut retrouver un pourcentage élevé (40%) de taures infectées. Un quartier sain ne donne pas de réaction à ce test.

L'information fournie par le CMT au moment du vêlage apporte un complément aux résultats obtenus par l'analyse des cellules somatiques du contrôle laitier. L'analyse de ces derniers est un outil essentiel pour évaluer la santé du pis du troupeau.

**IV.2.3.1. Le matériel utilisé :**

- ✓ Un plateau adapté
- ✓ Un flaquant de teepol
- ✓ Un seau contenant de l'eau chaude
- ✓ Un récipient vide
- ✓ Une seringue, dont l'utilisation est fortement conseillée

**IV.2.3.2. La réalisation du test :**

1. Après avoir éliminé les premiers jets de chaque quartier, on remplit les 4 coupelles, chaque une par un quartier (photo B), chaque coupelle possède un trait qui indique la quantité de lait à recueillir, pour vérifier la quantité de lait que vous avez recueillie on incline le plateau (photo C).
2. On rajoute une quantité de Teepol identique à celle du lait environ 2 ml (photo D).
3. Agitation du plateau à l'aide de petits mouvements circulaires dans le même sens pendant quelques secondes (photo E).
4. On note le précipité obtenu pour chaque coupelle.
5. A l'issue de chaque notation on vide les coupelles dans un seau et on rince par de l'eau chaude pour éliminer les résidus de lait.

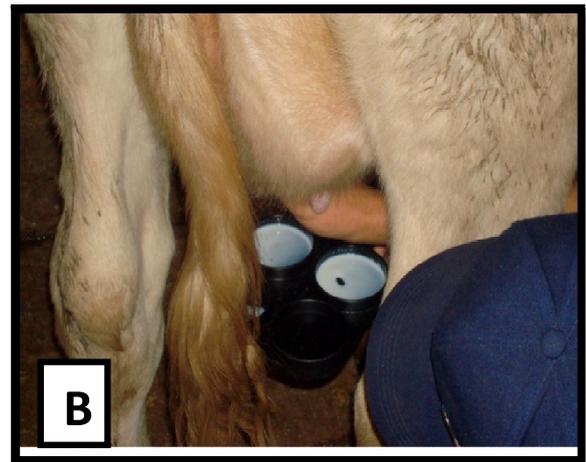
NB : lorsque vous utilisez un plateau test CMT pour la première fois, en vérifiez à l'aide d'une seringue la quantité de lait contenue dans la coupelle pour atteindre le trait. Le volume obtenu est normalement de 2 ml.

**IV.2.3.3. Comment interpréter les résultats :**

Le résultat est lu après 30 à 60 secondes et interprété selon la grille ci-dessous (figure 17).

Note	Aspect du gel
0	Pas de précipité, le mélange reste liquide (pas de grumeaux). Jusqu'à <b>200000 cellules</b> ; <i>le lait est réglementaire.</i>
1	Précipité trouble qui disparaît, le mélange montre, par inclinaison du plateau, une légère coagulation. <b>200000 – 500000 cellules</b> ; <i>début d'infection probable.</i>
2	Le gel précipitant avec filaments grumeleux De <b>500000 – 1000000 cellules</b> ; <i>mammites.</i>
3	Epaississement immédiat, gel de type « blanc d'œuf » se détachant du fond en filament lors des rotations du plateau. <b>1000000 – 5000000 cellule.</b>
4	Gel bombé, glissant en masse sur le fond du plateau lors de ces rotations. <b>Des millions de cellules</b> ; <i>très forte infection des mamelles.</i>

**Figure 17:** Grille d'interprétation des résultats du CMT.



**Figure 18:** Réalisation du test CMT  
(cliché personnel).

A- Plateau test + teepol.

B- Prélèvement de lait de la glande mammaire

C- Inclinaison du plateau pour avoir de quantités équilibrées dans chaque coupelle.

D- Rajout de teepol.

E- Rotation et lecture.

## V. Mesure des paramètres métaboliques sanguins :

### V.1. Prélèvement de sang :

Pour doser les paramètres biochimiques témoignant du statut métabolique des vaches témoins et supplémentées (n= 10), des prélèvements de sang ont été réalisés à 5 moments caractéristiques :

- A J0 c'est-à-dire juste avant de commencé la supplémentation, correspondant à J-14 avant la date probable du part.
- A la mise bas (Jmb).
- A J15 post-partum (J15PP).
- A J30 post-partum (J30PP).
- A J45 post-partum (J45PP) c'est-à-dire à la fin de la supplémentation.

Dans notre expérimentation les vaches expérimentales témoins et supplémentées, ont été prélevé l'après midi à 15 :00 h (Just avant la distribution de la ration), pour cela on a utilisé des tubes de prélèvements à l'héparinate de lithium type vacutainer (improvacuter®, evacuated blood collection tube for in vitro diagnostic use) (figure 19).

Le sang est prélevé de la veine jugulaire dans deux tube de 5 ml chaque un, le sang veineux collecté est transporté dans une glacière dans la quel on à mis des piles de glaces au laboratoire de biochimie clinique de l'institut vétérinaire de Tiaret, une centrifugation de 3500 trs/min pendant 10 minutes est réalisé. Après centrifugation les sérums sont transvasés dans des tubes secs étiquetés. Un volume de 6 ml de plasma est recueilli au moyen de seringues stérile à usage unique et répartis en 3 tubes secs, et stocké dans un congélateur à -25°C jusqu'aux dosages ultérieurs.

La température du congélateur à été suivis et durant tout la durée de stockage à l'aide d'un Thermocron spécial (figure 20) (e température) pour voir les changements de température durant la période de congélation (coupures d'électricités).

Dans cet essai, 7 paramètres sanguins sont mesurés :

- 1) La teneur plasmatique en glucose (glycémie).
- 2) La teneur plasmatique en urée (urémie).
- 3) La teneur plasmatique en cholestérol (cholestérolémie)
- 4) La teneur plasmatique en créatinine (créatinémie).
- 5) La teneur plasmatique en triglycérides.
- 6) La teneur plasmatique en protéines totales.
- 7) La teneur plasmatique en albumine (albuminémie).



**Figure 19** : Tubes de prélèvements à l'héparinate de lithium type vacutainer (improvacuter®, evacuated blood collection tube for in vitro diagnostic use).



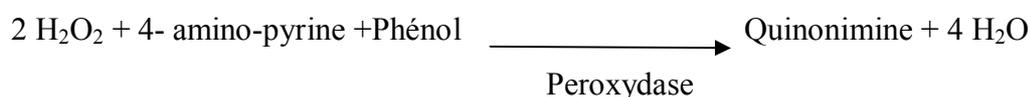
**Figure 20** : Photo du thermochron avec sont adaptateur pour la lecture des résultats.

Tous les dosages biochimiques sont effectués au niveau du laboratoire de biochimie de l'établissement public de santé de proximité- Tiaret, avec un spectrophotomètre « secomam ».

### V.1.1. Dosage du glucose plasmatique :

La glycémie est mesurée à l'aide d'un kit de dosage commercial (Glucose/GOD-PAP, SPINREACT, SA, Espagne). Avec un spectrophotomètre d'absorption moléculaire à UV. (fiche technique en annexes).

Le principe : le glucose plasmatique est apprécié par la mesure de l'oxygène consommé au cours d'une réaction d'oxydation catalysée par la glucose oxydase (GOD).



Ce dosage est effectué sur 10 µl de plasma. Le résultat (concentration de l'échantillon en glucose) est calculé selon la formule suivante :

$\frac{\mathbf{A} \text{ Echantillon}}{\mathbf{A} \text{ standard}}$	$\times \mathbf{C} \text{ standard} = \mathbf{C} \text{ Echantillon (mg/dl)}$
--	---

A : absorbance à la longueur d'onde de 505 nm

C : Concentration du standard = 100 mg/dl

Facteur de conversion : mg/dl x 0.0555 = mmol/l

### V.1.2. Dosage des protéines totales plasmatiques :

Le dosage de la teneur plasmatique en protéines totales est réalisé à l'aide d'un kit de dosage commercial (Total protein/ Biuret. Colorimetric, SPINREACT, SA, Espagne) ( la fiche technique en annexes).

**Le principe du dosage :** la protéine présente dans l'échantillon réagit avec les ions cuivre en milieu alcalin, pour donner un complexe coloré quantifiable par spectrophotométrie.

Ce dosage est effectué sur 25 µl de plasma. Le résultat (concentration de l'échantillon en protéines totales) est calculé selon la formule suivante :

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ standard}} \times C \text{ standard} = C \text{ Echantillon (g/dl)}$$

A : absorbance à la longueur d'onde de 540 nm

C : concentration du standard = 7 g/dl

### V.1.3. Dosage de l'urée plasmatique :

Ce dosage est effectué à l'aide d'un kit de dosage commercial (Urée-B, SPINREACT, SA, Espagne)(fiche du protocole en annexes).

Le principe de la réaction : l'urée présente dans l'échantillon est hydrolysée en  $\text{NH}_4^+$  et  $\text{CO}_2$ . Les ions  $\text{NH}_4^+$  réagissent avec le salicylate et le  $\text{NaClO}$  en présence d'un catalyseur (Nitroprusside), pour former de l'indophénol vert. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration d'urée de l'échantillon.



Le dosage de l'urée est réalisé sur 10µl de plasma. La concentration de l'échantillon en urée est calculée selon la formule suivante :

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ standard}} \times C \text{ standard} = C \text{ Echantillon (mg/dl)}$$

A : absorbance à la longueur d'onde de 580 nm

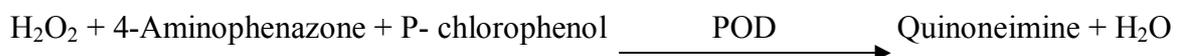
C : Concentration du standard = 50 mg/dl

Facteur de conversion : mg/dl x 0.1665 = mmol/l

#### V.1.4. Dosage des triglycérides plasmatiques :

Ce dosage est effectué à l'aide d'un kit de dosage commercial (Triglycéride/ GPO – PAP, SPINREACT, SA, Espagne)(fiche du protocole en annexes).

**Le principe de la réaction :** les triglycérides (TG) sont hydrolysés en glycérol et acides gras libres (AGL) par la lipoprotéine lipase (LPL). Le glycérol libéré réagit avec la glycérol kinase (GK) et la glycérol-3-phosphate oxydase (GPO) libérant du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dont la concentration est mesurée.



Le dosage des triglycérides est réalisé sur 10µl de plasma. La concentration de l'échantillon est calculée selon la formule :

$\frac{\text{A Echantillon}}{\text{A standard}} \times \text{C standard} = \text{C Echantillon (mg/dl)}$
--

A : absorbance à la longueur d'onde de 505 nm

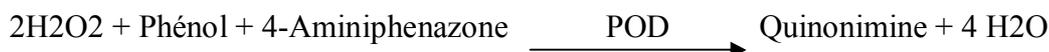
C : Concentration du standard = 200 mg/dl

Facteur de conversion : mg/dl x 0.0113 = mmol/l

#### V.1.5. Dosage du cholestérol plasmatique :

Le teneur plasmatique de cholestérol est évaluée en utilisant un kit de dosage commercial (Cholestérol/ GHOD- PAP, SPINREACT, SA, Espagne)(fiche du protocole en annexes).

**Le principe :** le cholestérol présent dans l'échantillon donne un complexe coloré selon les réactions décrites ci-dessous :



La mesure est effectuée sur 10µl de plasma. La concentration en cholestérol est calculée selon la formule suivante :

$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ standard}}$	$\times C \text{ standard} = C \text{ Echantillon (mg/dl)}$
--	---

A : absorbance à la longueur d'onde de 505 nm

C : Concentration du standard = 200 mg/dl

Facteur de conversion : mg/dl x 0.0258 = mmol/l

### V.1.6. Dosage de la créatinine :

La teneur plasmatique de créatinine est évaluée à l'aide d'un kit commercial (créatinine/Jaffé.colorimetric-kinetic, SPINREACT, SA, Espagne)(fiche du protocole en annexes).

**Le principe de la méthode :** l'essai est basé sur la réaction de la créatinine avec les picrat de sodium, cette dernière donne un complexe coloré, l'intensité de la couleur formé est proportionnelle a la concentration de créatinine dans le plasma de l'échantillon.

Ce dosage est effectué sur 100 µl de plasma. Le résultat (concentration de l'échantillon en créatinine) est calculé selon la formule suivante :

$\frac{\Delta A \text{ Echantillon} - \Delta A \text{ blanc}}{\Delta A \text{ standard} - \Delta A \text{ blanc}}$	$\times C \text{ standard} = C \text{ Echantillon (mg/dl)}$
--	---

$\Delta A$  : absorbance à la longueur d'onde de 492 nm

C : Concentration du standard = 2 mg/dl

Facteur de conversion : mg/dl x 88.4 =  $\mu\text{mol/l}$

### V.1.7. Dosage des protéines totales plasmatiques :

Le dosage de la teneur plasmatique en albumine est réalisé à l'aide d'un kit de dosage commercial (Albumin/ Bromcresol green. Colorimetric, SPINREACT, SA, Espagne) (la fiche technique en annexes).

**Le principe du dosage :** l'albumine présente dans l'échantillon réagit avec le vert bromcresol en milieu acide, cette réaction produit un changement de couleur indicateur, du jaune-vert au vert-bleu. L'intensité de la couleur formé est proportionnelle à la concentration de l'albumine dans l'échantillon. Ce dosage est effectué sur 25  $\mu\text{l}$  de plasma. Le résultat (concentration de l'échantillon en protéines totales) est calculé selon la formule suivante :

$$\frac{A \text{ Echantillon}}{A \text{ standard}} \times C \text{ standard} = C \text{ Echantillon (g/dl)}$$

A : absorbance à la longueur d'onde de 630 nm

C : concentration du standard = 5 g/dl

## VI. Etude statistique :

Tous nos résultats sont décrits par la moyenne et la déviation standard SD (calculée à partir de la formule suivante  $SD = 1.96\left(\frac{\delta}{\sqrt{n}}\right)$ , n étant la taille de l'effectif,  $\delta$  représente l'ecartype).

Les résultats sont soumis à une analyse de variance à un seul facteur (ANOVA 1) afin de déterminer l'effet de la supplémentation en levure sur les paramètres considérés, à un seuil de signification choisi est d'au moins 5 %.

La totalité des analyses à été effectuées à l'aide du programme Minitab® 15.1.30.0.Français (© 2007 Minitab Inc.

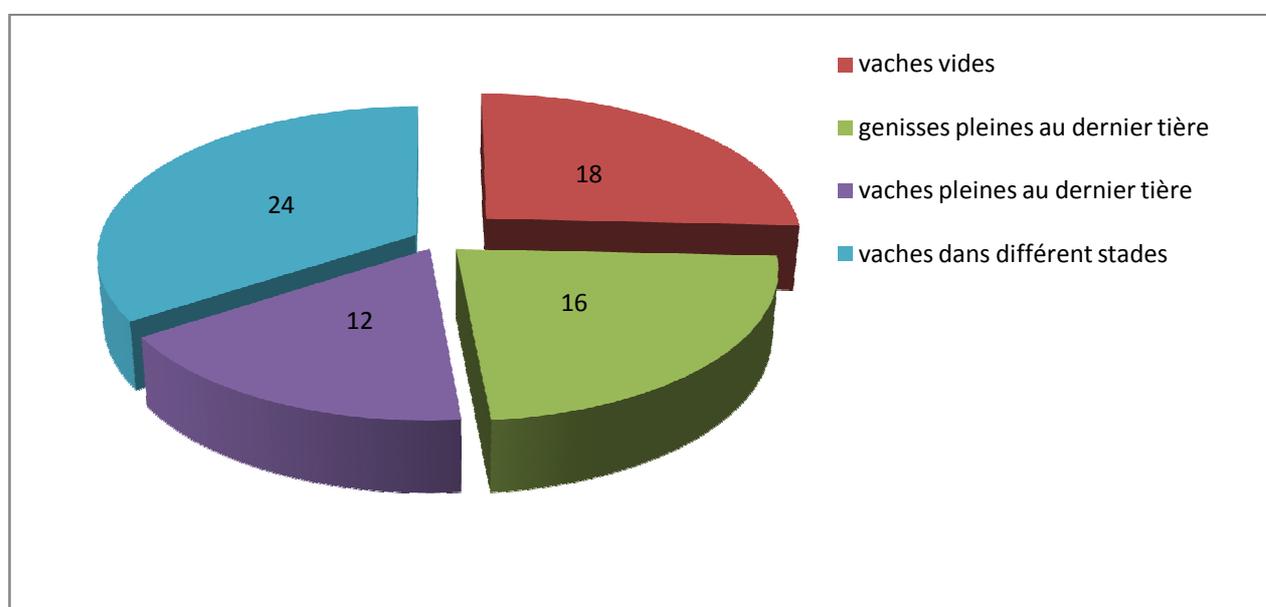
# Résultats

Dans notre expérimentation, nous évaluons, dans les conditions locales, l'effet de l'incorporation alimentaire de la levure probiotique *S. cerevisiae* SC 47 sur les performances zootechniques, la production laitière (quantité et qualité) et certains paramètres biochimiques sanguins de la vache laitière en peripartum, durant une période s'étalant de juin à septembre.

### I. Caractéristiques initiales des vaches de la ferme :

Du premier bilan établi, sur les 70 vaches laitières examinées, 18 vaches étaient vides, et 52 étaient gestantes, dont 16 génisses pleines au dernier mois de gestation, 12 vaches au dernier tiers de gestation et le reste des vaches réparties dans différents stades (figure 21).

Les vaches en question avaient un poids moyen de  $630 \pm 44$  kg et un âge moyen de  $3 \pm 0.8$  ans.



**Figure 21:** Caractéristiques initiales des vaches de la ferme expérimentale (états de gravités).

#### I.1. Caractéristiques initiales des animaux expérimentaux :

Les 2 lots constitués pour l'expérimentation recevaient une même ration de base, additionnée (pour le lot « levure ») ou non pour (le lot « témoin ») avec le probiotique, durant les deux semaines précédant le part jusqu'à la septième semaine postpartum.

Les deux lots (n=10) étaient homogènes d'un point de vue poids vif, âge et état corporel (tableau 13).

**Tableau 13** : Caractéristiques du lot témoin et du lot supplémenté en levure probiotique à la répartition initiale au début de l'expérimentation.

Paramètres	Lots expérimentaux		±SD	p□
	lot témoin (n=10)	lot levure (n=10)		
Poids vif (kg)	626±27.77	633.8±57.52		0.704
Age (ans)	3±0.94	2.95±0.72		0.896
Note d'état corporel	2,97±0,24	2,75±0.54		0,247

SD : standard déviation.

## I.2. Les valeurs énergétiques et azotées des rations distribuées dans la ferme :

Après calcul, les valeurs nutritifs des rations distribuées aux vaches tarées et en lactation sont représenté par le tableau 14.

**Tableau 14** : Valeurs énergétiques de la ration distribuée aux vaches tarées et en production (valeurs prises des tables de l'INRA).

Pour les vaches tarées							
Aliments disponibles	MS (%)	UF	MAD	Brute	MS (kg)	UF	MAD (g)
Foin d'avoine	85.0	0.21	13	7 kg	5.95	1.24	77.35
Orge concassé	86.7	1.00	74	5 kg	4.33	4.33	320.79
Son de blé	87.1	0.73	107	2 kg	1.74	1.27	186.39
				Total	12.02	6.84	584.53

## Résultats

<b>Pour les vaches en production</b>							
Aliments disponibles	MS (%)	UF	MAD	Brute	MS (kg)	UF	MAD (g)
Foin d'avoine	85.0	0.21	13	7 kg	5.95	1.24	77.35
Concentré	97.0	1.027	137.7	8kg	7.76	7.96	1068.55
Son de blé	87.1	0.73	107	3kg	2.61	1.9	279.59
<b>Total</b>					16.32	11.1	1425.29

MS : matières sèches, UF : unités fourragère, MAD : matières azotées digestibles.

Après déduction des besoins d'entretiens (- 5 UFL ; - 360 g MAD), le reste est pour la production laitière comme le montre le tableau 15.

**Tableau 15:** La production laitière permise par la ration distribuée aux vaches de l'expérimentation.

	<b>UFL</b>	<b>MAD (g)</b>
Totales des apports nutritifs	11.1	1425.29
Déduction des besoins d'entretien	-5	-360
Disponibilité nutritives pour la production	6.1	1065.29
Besoins pour la production d'un litre de lait 4% MG	0.43	60
Production permise (kg de lait)	14.18	17.75

De ce tableau Cette ration distribuée aux vaches en production permet théoriquement de couvrir en plus des besoins d'entretien une production de 14 litres de lait par jours.

## II. Effet du probiotique sur les performances zootechniques :

### II.1. Effet sur l'état corporel :

Les résultats correspondant aux BCS des deux lots expérimentaux sont présentés dans le tableau 16 et illustrés dans la figure 22 sous forme d'histogramme.

**Tableau 16** : Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur l'état corporel des vaches laitières en peripartum.

Body condition score (BCS)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	2,97±0,24	2,75±0,54		0,247
A la mise bas (Jmb)	2,81±0,24	2,43±0,66		0,137
A J15 post-partum (J15PP)	2,25±0,38	2,40±0,56		0,570
A J30 post-partum (J30PP)	2,22±0,33	2,35±0,39		0,548
A J45 post-partum (J45PP)	2,31±0,36	2,50±0,28		0,142

Variation du BCS en péri et postpartum		
De J0 à Jmb	-0.16	-0.32
De Jmb à J30PP	-0.59	-0.08
De J30 à J45PP	+0.09	+0.15
De Jmb à J45PP	-0.50	+0.07

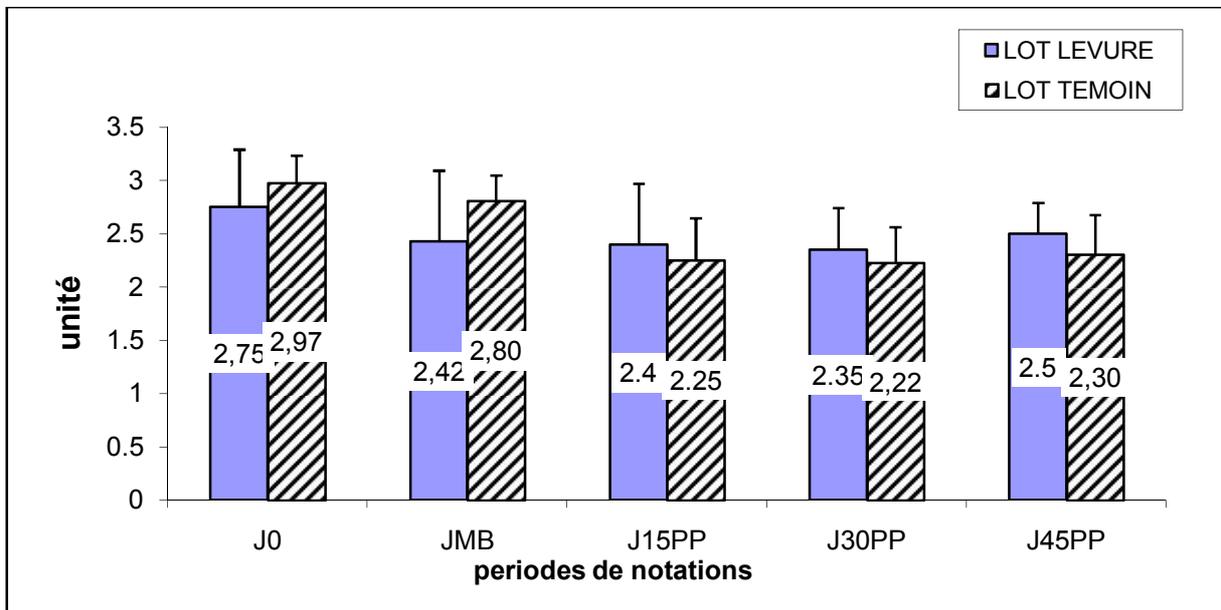
SD : standard déviation.

De ces résultats nous pouvons déduire ; de la même manière, en analysant l'évolution de la note d'état corporel durant toute la période expérimentale (8 semaines) des vaches laitières supplémentées ou non en levure probiotique, il apparaît que la diminution de la note d'état corporel entre J0 et le jour de mise-bas est 2 fois plus pour le lot levure par rapport au lot témoin -0.32 vs -0.16 unités en moyenne respectivement.

Par contre, entre le vêlage et le 30<sup>ème</sup> jours postpartum en remarque qu'il existe une stabilisation dans l'état corporel pour le lot supplémenté en comparaison avec le lot témoin : - 0.08 vs - 0.59 unité respectivement.

Entre le 30<sup>ème</sup> et le 45<sup>ème</sup> jour postpartum (fin de la supplémentation) le BCS s'est amélioré pour les deux lots mais avec une amplitude plus marqué pour le lot levure : +0.15 vs +0.09 unité respectivement.

Pour récapituler, l'évolution de la note d'état corporel sur toute la période postpartum, a oscillé entre un écart de -0.5 unité pour le lot témoin contre +0.07 unité pour le lot supplémenté.



**Figure 22:** évolution de l'état corporel des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

### III. Effet du probiotique *S. cerevisiae* sur les paramètres de la production laitière :

#### III.1. Effet sur la production laitière :

Dans notre essai, la production laitière est mesurée chez l'ensemble des vaches (n=10) de manière quotidienne et individuelle, et ce à partir du 7<sup>ème</sup> jour jusqu'au 49<sup>ème</sup> jour postpartum (soit 4 jour après la fin de la supplémentation en levure).

Les quantités de lait moyennes par lot et par jour sont illustrées dans la figure 23.

Les mesures ont débutées de la 2<sup>ème</sup> semaine après vêlage et non pas du premier jour car la première semaine correspond à la période colostrale.

Les quantités de lait produites par jour et par vache en moyenne pour chaque lot et durant chaque semaine (de la 2<sup>ème</sup> à la 7<sup>ème</sup> semaine postpartum) sont présentées dans le tableau 17 et illustrées dans la figure 24.

**Tableau 17** : Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la production laitière mesurée entre la 2<sup>ème</sup> et la 7<sup>ème</sup> semaine de lactation.

PL moyenne par semaine (l/vache)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
2 <sup>ème</sup> semaine	11.34±2.30	15.31±3.21		***
3 <sup>ème</sup> semaine	14.82±2.05	17.42±4.15		***
4 <sup>ème</sup> semaine	17.01±2.24	20.50±3.98		***
5 <sup>ème</sup> semaine	18.82±2.52	23.64±4.40		***
6 <sup>ème</sup> semaine	19.10±3.00	23.98±4.75		***
7 <sup>ème</sup> semaine	18.42±2.58	23.25±4.99		***

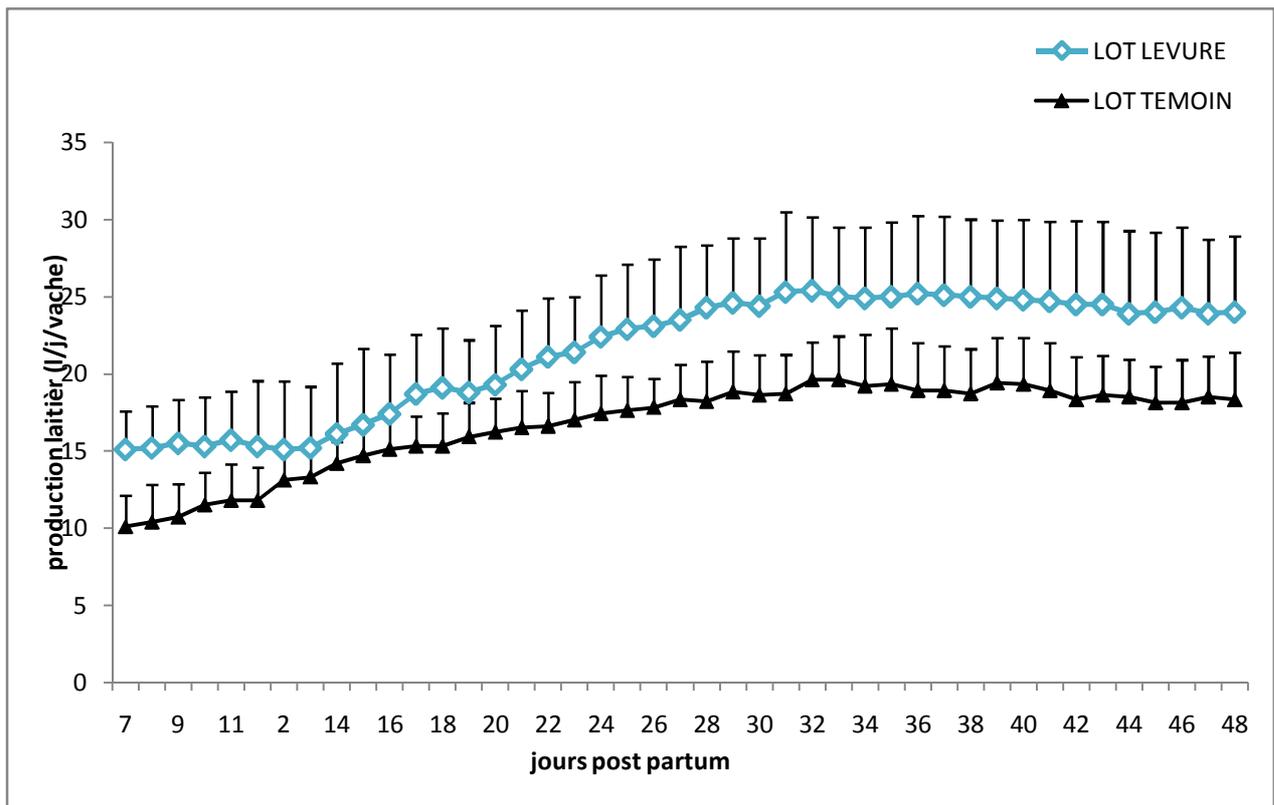
SD : standard déviation. \*\*\* : p ≤ 0.001.

D'après les figure 22 et 23, nous pouvons constater que la production laitière des deux lots témoin et supplémenté en levure probiotique évolue selon une courbe classique de lactation avec un pic de production observé la 5<sup>ème</sup> semaine postpartum (32<sup>ème</sup> jour de lactation).

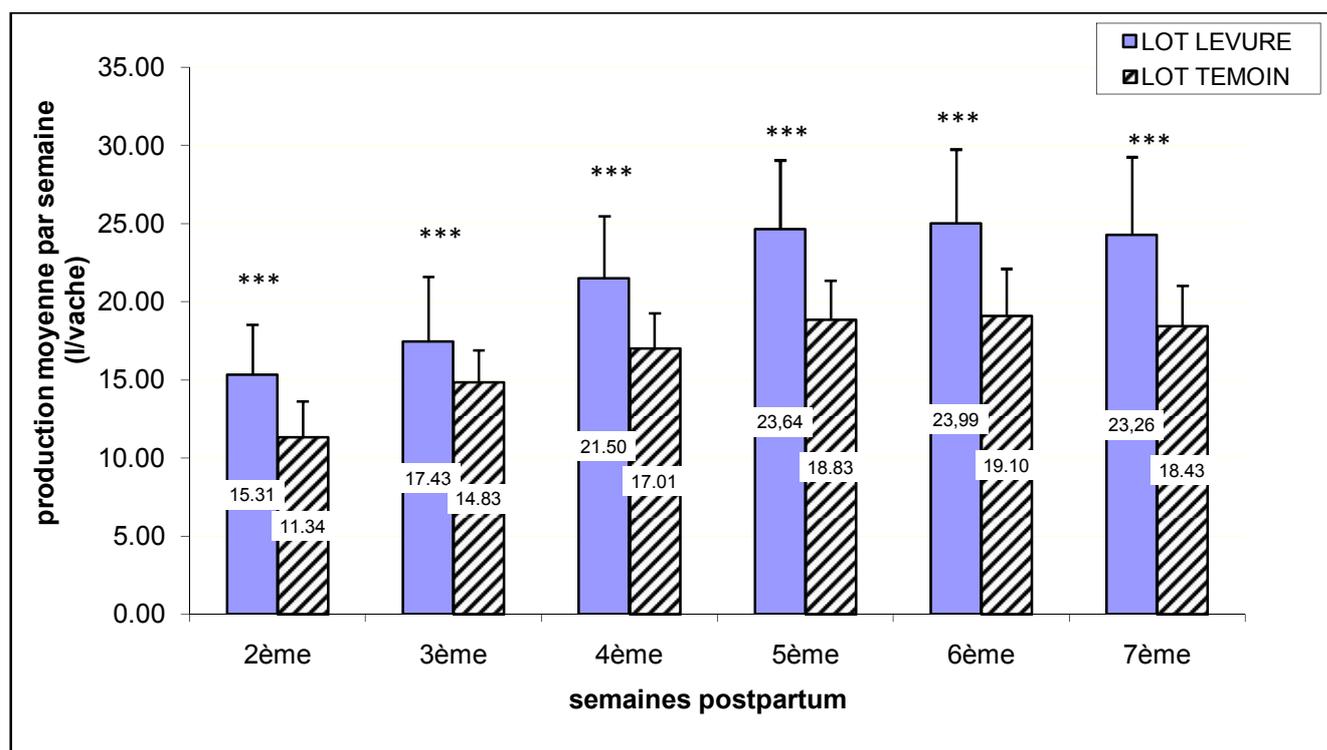
Toutefois, le pic de lactation des vaches recevant la levure *S. cerevisiae* est plus étalé que celui des vaches témoins.

Nous pouvons également noter que la production laitière moyenne par vache et par jour dans le lot supplémenté en levure probiotique est supérieure à celle des témoins dès le début des mesures : +3.9 l/vache, mais cette différence de production commence à être très hautement significatif à partir de la 3<sup>ème</sup> semaine postpartum jusqu'à la fin de l'expérimentation c'est-à-dire 49<sup>ème</sup> jour postpartum (4 jour après l'arrêt de la supplémentation) ( $p \leq 0.001$ )\*\*\*. Avec une moyenne de 4.8 l/vache ce qui signifie une augmentation de 25% pour les vaches supplémentées en comparaison avec les vaches témoins.

De plus le pic de lactation est plus étalé pour le lot recevant la levure (4 semaines), contre celui du lot témoin (3 semaines).



**Figure 23** : évolution de la production laitière quotidienne (l/j/vache) des vaches laitières témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant du 7<sup>ème</sup> jour après le part (J7PP) jusqu'au 49<sup>ème</sup> jour postpartum (J49PP).



**Figure 24** : évolution de la production laitière journalière moyenne par semaine (l/j) des vaches laitières témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de la 2<sup>ème</sup> semaine après le part jusqu'à la 7<sup>ème</sup> semaine postpartum.

## III.2. Effet sur la composition du lait :

### III.2.1. Le taux butyreux :

Les valeurs du taux butyreux du lait des vaches laitières témoins et supplémentées en levure mesuré chaque semaine pour chaque vache entre le 7<sup>ème</sup> et le 49<sup>ème</sup> jour de lactation sont présentés ci-dessous dans le tableau 18 et la figure 25.

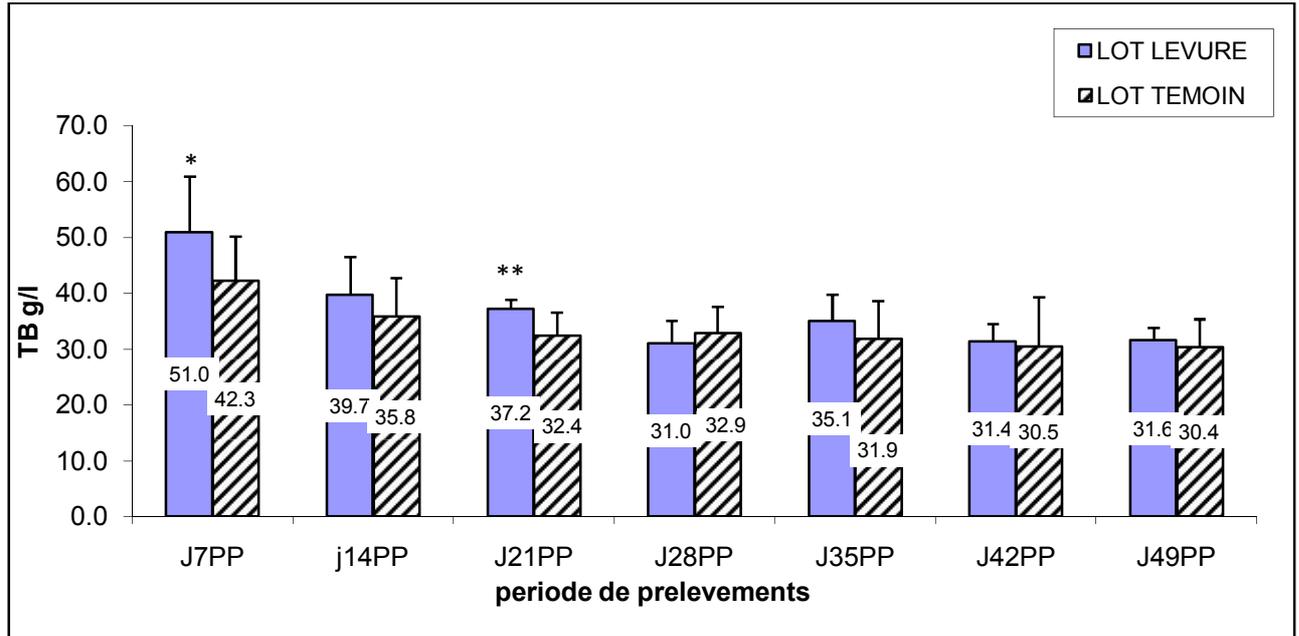
**Tableau 18** : Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur le taux butyreux du lait mesuré (en début de chaque semaine) de J7 à J49 postpartum.

Taux butyreux (g/l)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
J7PP	42,30±7,91	51,00±9,98		*0,045
J14PP	35,80±6,95	39,70±6,80		0,221
J21PP	32,40±4,16	37,20±1,61		**0,003
J28PP	32,90±4,72	31,00±4,13		0,351
J35PP	31,90±6,72	35,10±4,65		0,232
J42PP	30,50±8,83	31,40±3,13		0,765
J49PP	30,40±4,97	31,60±2,27		0,496

SD : standard déviation. \* : p □ 0.05, \*\* : p □ 0.01.

Les résultats montrent que le taux butyreux évolue de la même manière chez les deux lots expérimentaux, à l'exception des valeurs mesurées le 7<sup>ème</sup> et le 21<sup>ème</sup> jour postpartum. en effet, la supplémentation en levure tend à augmenté le TB du lait la première semaine (J7PP), cette augmentation devient significativement plus accentué à la troisième semaine postpartum (J21PP) et ce respectivement (+20%, p □ 0.05\*) et (+14 %, p □ 0.01\*\*).

Notons enfin que la la MG des vaches supplémentées en levure été élevé durant tout l'essai par rapport au vaches témoin, à l'exception du 28<sup>ème</sup> jour postpartum ou la MG du lait du lot témoin à dépasser celle du lot levure : 32.90 vs 31.00 respectivement.



**Figure 25 :** Taux butyreux (TB, g/l) du lait des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant du 7<sup>ème</sup> jour après le part (J7PP) jusqu'au 49<sup>ème</sup> jour postpartum (J49PP).

### III.2.2. Résultat du test CMT :

Le test CMT (indicateur de la santé de la mamelle) est effectué à J45 postpartum pour l'ensemble des vaches témoins et supplémentées en levure. Pour savoir s'il existe une différence entre les deux lots.

Le résultat du test est avéré négatif pour l'ensemble des deux lots le mélange (lait + réactif) est resté liquide sans grumeaux. Selon la grille d'interprétation des résultats, le taux de cellule somatiques est donc évalué à environ 100.000 cellules.

## IV. Effet du probiotique *S. cerevisiae* sur les paramètres métaboliques :

### IV.1. Effet sur la glycémie :

Le tableau 19 et la figure 26 résument les résultats concernant l'effet de la supplémentation alimentaire en levure probiotique sur la teneur plasmatique en glucose des vaches laitières en peripartum.

**Tableau 19** : Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la teneur plasmatique en glucose des vaches laitières en peripartum.

Glycémie (g/l)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	0,52±0,12	0,53±0,13		0,946
A la mise bas (Jmb)	0,89±0,17	0,79±0,11		0,145
A J15 post-partum (J15PP)	0,53±0,09	0,55±0,11		0,641
A J30 post-partum (J30PP)	0,62±0,13	0,53±0,11		0,108
A J45 post-partum (J45PP)	0,62±0,06	0,67±0,11		0,258

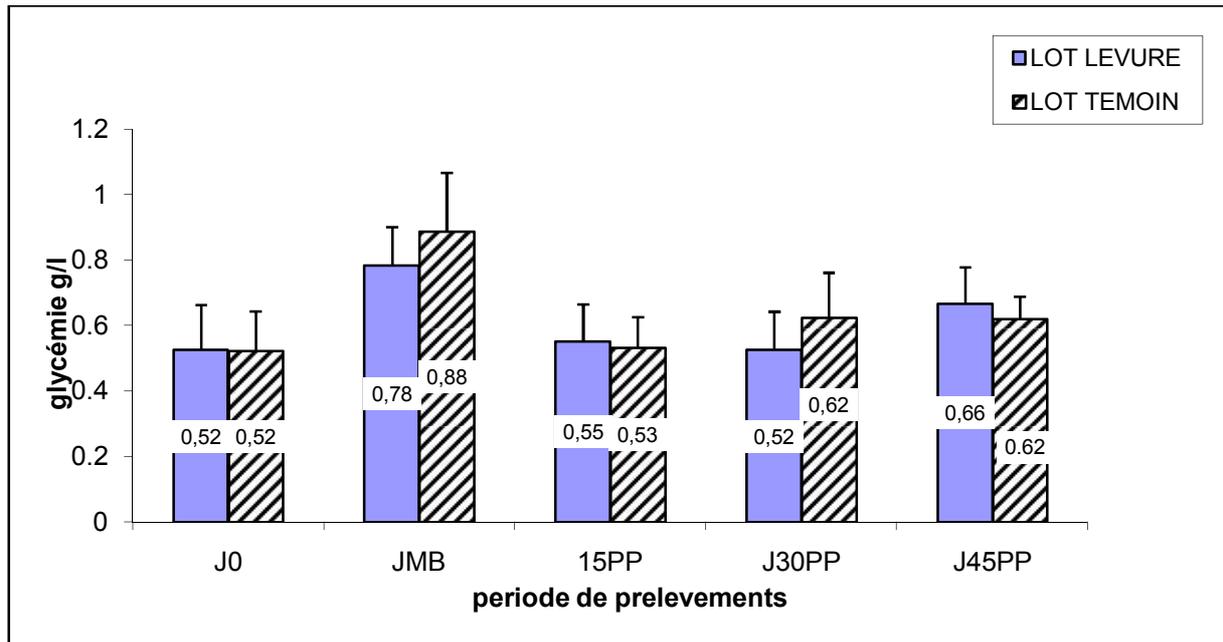
SD : standard déviation

Nous pouvons noter, tout d'abord, qu'à J0 (avant la supplémentation), tous les animaux ont une glycémie quasi-comparable : 0.52±0.12 g/l en moyenne. Par la suite, et comme illustré dans l'histogramme, la glycémie chez l'ensemble des vaches a augmenté à Jmb avec un écart plus important pour le lot témoin par rapport au lot supplémenté +0.37 vs +0.26 (g/l) respectivement. (p=0.14).

Au postpartum la teneur plasmatique en glucose a tendance à diminuer au 15<sup>ème</sup> jour postpartum avec un écart entre Jmb et J15PP de : -0.36 vs -0.24 (g/l) respectivement.

A J30PP la glycémie a ré augmenté pour le lot témoin mais elle reste stable pour le lot levure ce n'est qu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum que la glycémie ré augmente pour le lot levure : +0.14 g/l (+8%) par rapport aux témoins (p=0.25).

Signalons enfin que les valeurs plasmatiques du glucose enregistrées chez l'ensemble des vaches supplémentées et non supplémentées en levure probiotique rentrent dans les valeurs normales de la glycémie (0.4 à 0.7 g/l), sauf les valeurs enregistrées à la mise-bas où nous avons remarqué une hyperglycémie.



**Figure 26 :** évolution de la glycémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

#### IV.2. Effet sur la teneur plasmatique en cholestérol :

Les résultats relatif à la cholestérolémie des vaches témoins et supplémentées en *S. cerevisiae* sont présenté dans le tableau 20 et illustrés dans la figure 27.

**Tableau 20 :** Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la teneur plasmatique en cholestérol des vaches laitières en peripartum.

Cholestérolémie (g/l)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	1,02±0,24	0,98± 0,29		0,790
A la mise bas (Jmb)	1,00±0,26	0,82± 0,22		0,120
A J15 post-partum (J15PP)	1,07±0,26	1,06± 0,20		0,940
A J30 post-partum (J30PP)	1,42±0,26	1,21± 0,30		0,117
A J45 post-partum (J45PP)	1,71±0,53	1,58± 0,29		0,488

SD : standard déviation

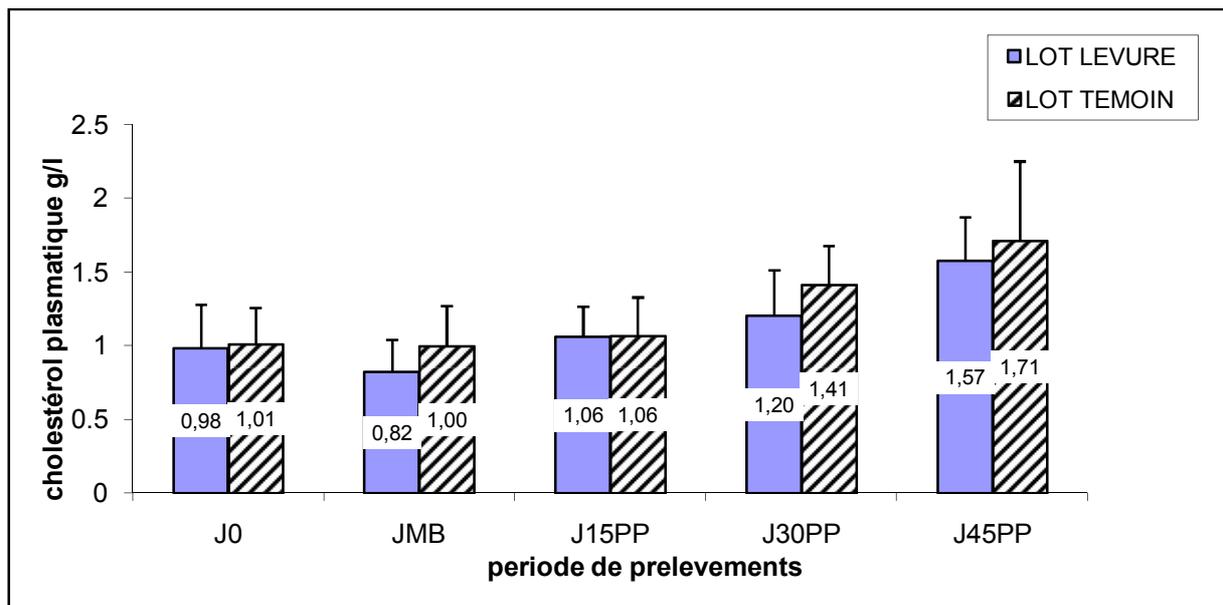
En se référant à l'histogramme on peut voir que la teneur sérique en cholestérol mesurée chez les deux lots expérimentaux est comparable au début de l'expérimentation à J0 : 1.02 g/l pour le lot témoin et 0.98 g/l pour le lot supplémenté en levure.

Par la suite, entre J0 et Jmb la cholestérolémie tend à diminuer pour le lot levure -0.16 g/l mais elle reste constante pour le lot témoin.

Après le part, la concentration sérique du cholestérol ré augmente progressivement chez les deux lots : +0.71 g/l pour le lot témoin et +0.76 g/l pour le lot supplémenté.

Signalons enfin que les teneurs plasmatiques du cholestérol enregistrées chez les vaches supplémentées tendent à être toujours inférieures à celles mesurées chez les vaches témoins durant toute la période de l'essai.

L'analyse statistique ne révèle aucune différence significative des valeurs sériques du cholestérol entre les deux lots expérimentaux.



**Figure 27** : évolution de la cholestérolémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

### IV.3. Effet sur la teneur plasmatique en urée :

Les valeurs de dosage de l'urée plasmatique sont présentées dans le tableau 21 et illustrés dans la figure 28.

**Tableau 21** : Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la teneur plasmatique en urée des vaches laitières en peripartum.

Urémie (g/l)	Traitement alimentaire		±SD	P
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	0,26±0,06	0,28± 0,08		0,744
A la mise bas (Jmb)	0,25±0,01	0,22± 0,03		*0,018
A J15 post-partum (J15PP)	0,30±0,08	0,22± 0,02		**0,007
A J30 post-partum (J30PP)	0,17±0,03	0,24± 0,03		***
A J45 post-partum (J45PP)	0,19±0,03	0,17± 0,03		0,090

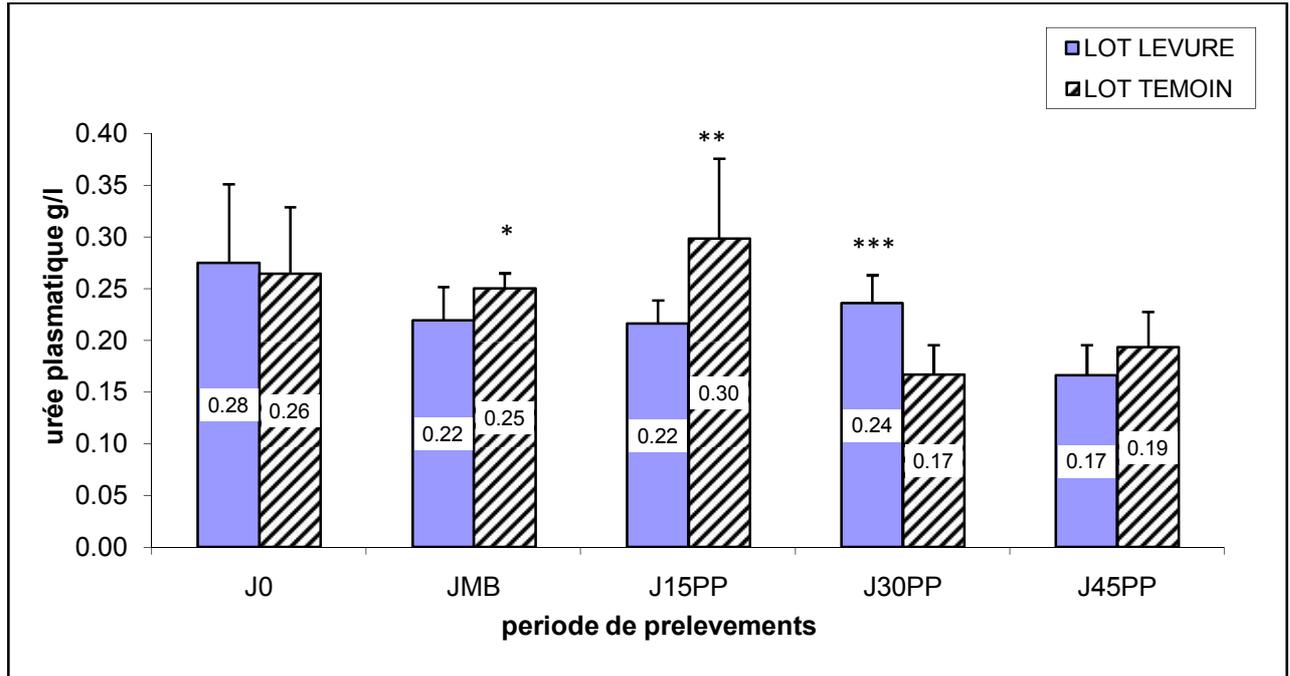
SD : standard déviation, \* : p ≤ 0.05, \*\* : p ≤ 0.01, \*\*\* : p ≤ 0.001

Il faut noter, qu'au démarrage de l'essai (J0), la teneur plasmatique en urée du lot levure semble plus élevée que celle mesurée chez le lot témoin mais l'écart est statistiquement non significatif (p= 0.74).

Après le part, à Jmb et J15 postpartum on a remarqué que la teneur plasmatique en urée a significativement augmenté pour le lot témoin, par rapport au lot supplémenté en levure probiotique (+12%, p=0.01\*) et (+26%, p=0.007\*\*) respectivement.

A J30 postpartum, l'urémie pour le lot levure a augmenté d'une manière très hautement significative par rapport au lot témoin (+41%, p ≤ 0.001).

A la fin de la supplémentation J45PP, on note une élévation de la valeur d'urée sanguine des vaches témoins contre une baisse de celle des vaches supplémentées mais l'écart est non significatif (p= 0.09).



**Figure 28 :** évolution de l'urémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

#### IV.4. Effet sur la teneur plasmatique en créatinine :

Les valeurs de la concentration plasmatique en créatinine des deux lots témoins et supplémentées en levure probiotique sont représentées dans le tableau 22 et illustrées dans la figure 29.

**Tableau 22 :** Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la teneur plasmatique en créatinine des vaches laitières en peripartum.

Créatininémie (mg/dl)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	11,28±2,07	11,36± 2,08		0,937
A la mise bas (Jmb)	15,10±3,30	13,14± 3,08		0,229
A J15 post-partum (J15PP)	11,59±1,77	11,67± 2,18		0,923
A J30 post-partum (J30PP)	13,99±1,80	11,67± 0,86		**0,002
A J45 post-partum (J45PP)	12,60±1,06	12,86± 1,71		0,692

SD : standard déviation, \*\* : p ≤ 0.01.

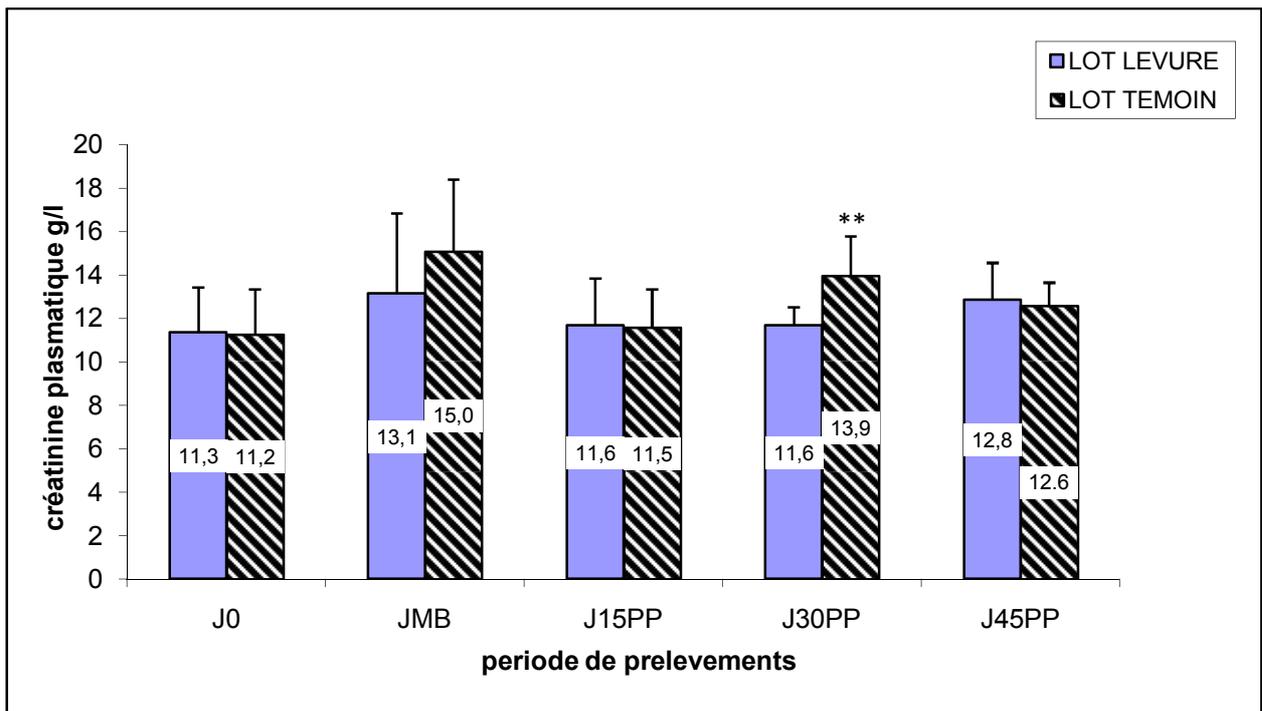
A partir de ces valeurs on peut déduire que la teneur plasmatique en créatinine mesurée juste avant le début de l'expérimentation (J0) est similaire pour les deux lots (p=0.93).

En revanche, nous remarquons, qu'à (Jmb) la concentration de la créatinine a augmentée dans les deux lots mais avec un écart plus élevé pour le lot témoin par rapport au lot levure : 3.82 vs 1.78 mg/dl respectivement. (p= 0.229).

Après mise-bas, à J15PP la valeur de la créatinine redeviens presque égale pour l'ensemble des vaches expérimentales.

Entre J15PP et la fin de la supplémentation, et plus précisément à J30PP nous constatons que la créatininémie reste stable pour le lot levure, mais elle augmente pour le lot témoin.

Pour conclure, l'analyse statistique a révélé que les teneurs plasmatique en créatinine ne sont pas significatif pour les deux lots, à l'exception des valeurs mesurées à J30PP, où l'addition de levure *saccharomyces cerevisiae* à l'aliment diminue la concentration de la créatininémie par rapport au témoin, (-16%, p= 0.01).



**Figure 29** : évolution de la créatininémie (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

#### IV.5. Effet sur la teneur plasmatique en triglycérides :

Les concentrations plasmatiques en triglycérides (TG) mesurées chez les deux lots au cours de l'essai sont présentées dans le tableau 23 et illustrées dans la figure 30.

**Tableau 23** : Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la teneur plasmatique en triglycérides des vaches laitières en peripartum.

TG plasmatiques (g/l)	Traitement alimentaire		±SD	P□
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	0,39±0.04	0,34± 0.09		0,163
A la mise bas (Jmb)	0,39±0.09	0,28± 0.15		0,073
A J15 post-partum (J15PP)	0,43±0.10	0,24± 0.10		**0,001
A J30 post-partum (J30PP)	0,19±0.05	0,13± 0.07		0,052
A J45 post-partum (J45PP)	0,17±0.13	0,12± 0.04		0,219

SD : standard déviation, \*\* : p□ 0.01.

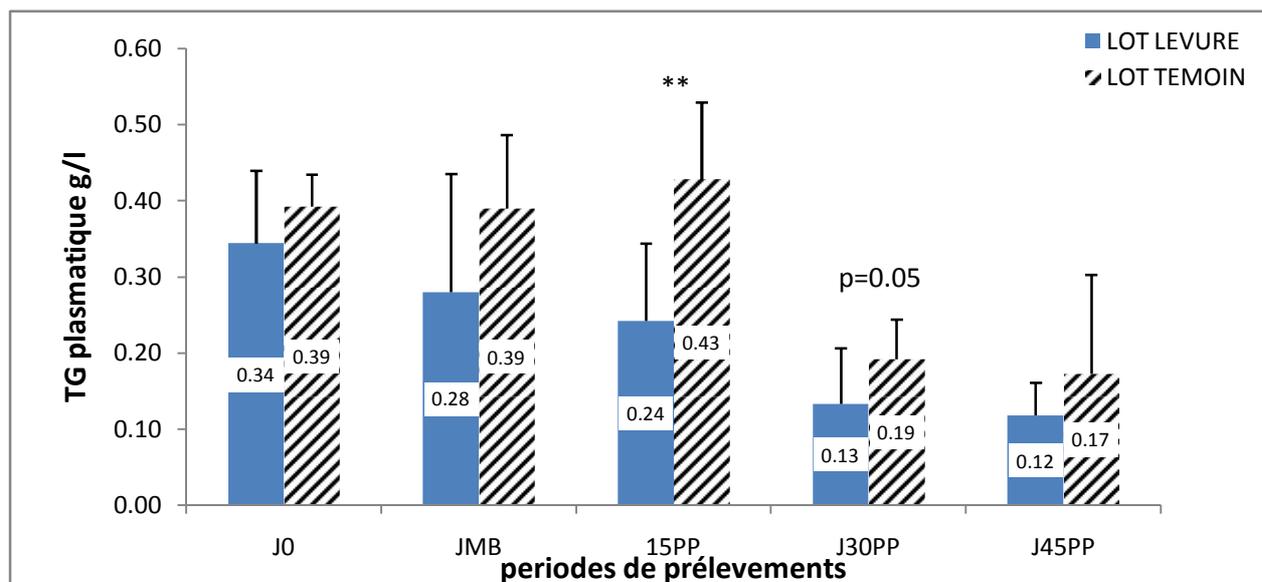
Nous pouvons constater qu'en début d'essai, les teneurs plasmatiques initiales en TG sont supérieures pour le lot témoin par rapport au lot supplémenté 0.39 vs 0.34 g/l, mais cet écart n'est pas significatif statistiquement (12%, p=0.16).

En revanche, nous remarquons que les valeurs mesurées à la mise-bas et au 15<sup>ème</sup> jour postpartum sont nettement plus faibles chez les vaches supplémentées comparées aux témoins (-12%) à la mise-bas (p=0.07), (-44%) à J15PP (p□ 0.01).

A J30 et J45 postpartum, les valeurs des teneurs plasmatiques en triglycérides continuent à diminuer pour les deux lots avec une différence de concentration pour le lot supplémenté par rapport au lot témoin : - 31% et - 29% respectivement.

Nos résultats montrent que les teneurs en TG des vaches supplémentées restent dans la plage des valeurs usuelles (0.08 à 0.23 g/l) à l'exception de J0 où on a remarqué une valeur élevée 0.34 g/l. Par contre les teneurs pour le lot témoin ont été très élevées par rapport aux valeurs usuelles à l'exception de J30PP et J45PP, où on a remarqué un retour aux normes considérées comme normales par les auteurs.

On peut noter que la teneur en TG a augmenté dans les vaches témoins entre J0 et J15 postpartum : + 0.04 g/l puis elle a rechuté à J30 et J45 postpartum.



**Figure 30** : évolution des TG plasmatique (g/l) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

#### IV.6. Effet sur la teneur plasmatique en protéines totales :

Les concentrations plasmatiques des protéines totales mesurées à J0, à la mise-bas, et au 15<sup>ème</sup>, 30<sup>ème</sup>, 45<sup>ème</sup> jours postpartum chez les vaches laitières témoins et celles nourries avec l'aliment complémenté en levure probiotique figurent dans le tableau 24 et sont illustrés par la figure 31.

**Tableau 24** : Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la teneur plasmatique en protéines totales des vaches laitières en peripartum.

Protéines totales plasmatiques (g/dl)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	6,51±0.60	6,80± 0.81		0,386
A la mise bas (Jmb)	6,72±0.93	7,09± 0.15		0,434
A J15 post-partum (J15PP)	7,06±1.56	6,34± 0.15		0,255
A J30 post-partum (J30PP)	7,22±1.61	7,14± 0.48		0,907
A J45 post-partum (J45PP)	6,95±1.67	8,03± 1.11		0,109

SD : standard déviation.

La protéinémie initiales mesurées juste avant le début de la supplémentation sont légèrement plus faible chez le lot témoin par rapport au lot levure : 6.51 vs 6.80 g/dl respectivement.

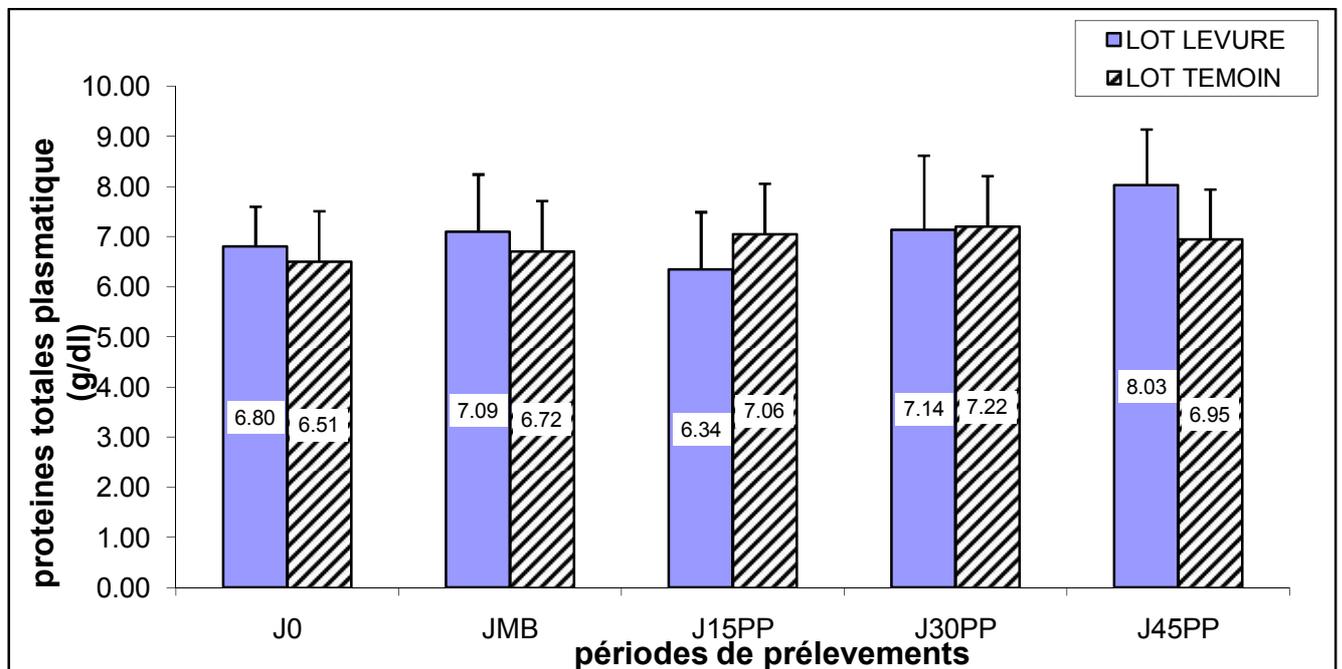
Entre J0 et la mise-bas, les protéinémies semblent augmenter surtout chez le lot levure : 0.29 g/dl contre 0.21 chez le lot témoin. (+5%,  $p=0.43$ ).

A J15 postpartum, nous constatons une augmentation des concentrations plasmatiques en protéines totales pour le lot témoin : +0.34g/dl contre une chute de concentration pour le lot levure : -0.72 g/dl. ( $p=0.25$ ).

Au 30<sup>ème</sup> jour postpartum, les valeurs de la protéinémie sont presque similaires pour les deux lots : 7.22 g/dl pour le lot témoin vs 7.14 g/dl pour le lot levure. ( $p=0.90$ ).

A la fin de la supplémentation (J45PP), la teneur plasmatique en protéines totales pour le lot levure continue d'augmenter mais en remarque une chute pour le lot témoin : +0.89 g/dl vs -0.27 g/dl respectivement. (+15%,  $p=0.10$ ).

Du début à la fin de l'expérimentation, l'analyse statistique ne révèle aucune différence significative entre les deux lots ( $p \geq 0.05$ ).



**Figure 31** : évolution de la protéine totale plasmatique (g/dl) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

#### IV.7. Effet sur l'albuminémie :

Les résultats concernant les teneurs en albumine dans le sang sont présentés dans le tableau 25 et illustrés par la figure 32.

**Tableau 25 :** Impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *saccharomyces cerevisiae* sur la teneur plasmatique en albumine des vaches laitières en peripartum.

Albuminémie (g/dl)	Traitement alimentaire		±SD	P □
	Lot Témoin (n=10)	Lot Levure (n=10)		
A J0 avant la supplémentation	2.75±0.47	2,90± 0.44		0,462
A la mise bas (Jmb)	2.95±0.66	2,67± 0.92		0,454
A J15 post-partum (J15PP)	2.77±0.71	2,60± 0.76		0,616
A J30 post-partum (J30PP)	2.56±0.64	2,96± 0.72		0,210
A J45 post-partum (J45PP)	2.46±0.40	2,59±0.41		0,463

SD : standard déviation.

Tout d'abord, nous pouvons constater qu'à J0 (juste avant le début de la complémentation), les valeurs enregistrées pour l'albuminémie sont légèrement plus élevée pour les vaches du lot levure : 2.90±0.44 g/dl, en comparaison avec celles mesurées chez les vaches témoins : 2.75±0.47 g/dl cet écart n'est toutefois pas significatif. (p=0.462).

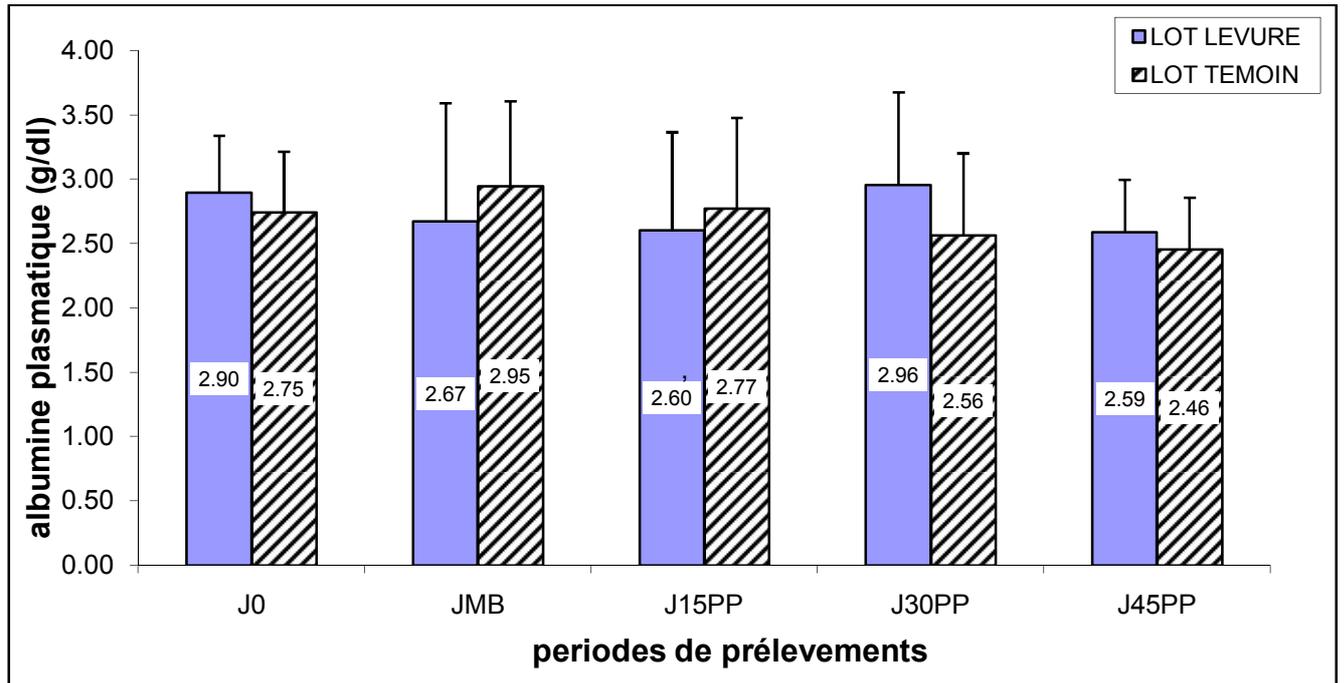
Par la suite nous remarquons qu'entre J0 et la mise-bas, l'albuminémie diminue chez le lot levure : -0.23 g/dl, par contre elle augmente pour le lot témoin : +0.2 g/dl.

Après le part, la teneur plasmatique en albumine des vaches supplémentées en levure probiotique semble encore décroître entre la mise-bas et le 15<sup>ème</sup> jour postpartum : -0.07 g/dl puis elle s'élève à J30 postpartum : +0.36 g/dl. Cette élévation ne persiste pas trop et décroît à la fin de la supplémentation pour atteindre une valeur de : 2.59±0.14 g/dl.

En revanche, chez le lot témoin, les concentrations sériques de l'albumine s'embent décroître entre la mise-bas et le 45<sup>ème</sup> jour postpartum : -0.31 g/dl.

Nous remarquons qu'à J30PP et J45PP l'albuminémie est plus élevée pour le lot supplémenté par rapport au lot témoin (+15%, p=0.21) et (+5%, p=0.46).

Statistiquement, aucune différence significative entre les deux lots : (p□ 0.05).



**Figure 32** : évolution de l'albuminémie (g/dl) des VL témoins et supplémentées en levure probiotique *Saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -14 jours avant le part (J0) jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum (J45PP).

# Discussion

Notre objectif dans cet essai était d'évaluer, dans nos conditions locales, avec les régimes utilisés, l'intérêt d'une supplémentation de l'aliment en levure probiotique sur les performances zootechniques, production laitière et paramètres biochimiques de la vache laitière autour du vêlage.

### ***Pourquoi choisir le peripartum ?***

Le peripartum est une période critique dans le cycle de production de la vache laitière où se succèdent deux stades physiologiques différents par leurs besoins : la fin du tarissement avec des besoins modérés et le début de la lactation avec des besoins plus accrus (Wolter, 1997).

A cette période, la vache se trouve confrontée à des contraintes liées à l'évolution moins rapide de sa capacité d'ingestion par rapport à l'accroissement des besoins nécessaires à la lactation. Ceci se traduit par une sous-alimentation inévitable en début de lactation qui est d'autant plus importante que la qualité de la ration est plus médiocre (Gadoud et al, 1992).

La nécessité de compenser ce manque alimentaire conduit la vache à mobiliser ses propres réserves provoquant un déficit énergétique inévitable en début de lactation. La réussite de la phase de transition passe obligatoirement par une bonne gestion de l'alimentation autour du vêlage.

### ***Comment gérer le peripartum ?***

#### ***...quelles sont les solutions nutritionnelles envisageables ?***

Une solution classique consiste à réajuster la composition de la ration. Le contrôle du déficit énergétique postpartum doit commencer bien avant le vêlage, par l'utilisation de fourrage riche et/ou par l'introduction de concentrés dans la ration. Il est ainsi recommandé, dès les 2-3 dernières semaines avant le part, de mettre en conditions la vache tarie en augmentant la densité énergétique de la ration. Ceci permet de réadapter la flore ruminale à une ration plus importante et plus riche en concentrés et permet le développement optimal de la muqueuse ruminale (Gadoud et al, 1992).

Il s'agit, en outre, de trouver un compromis entre une évolution trop rapide de la ration (prédisposant à l'acidose) et une insuffisance d'apports pouvant conduire à l'apparition d'une cétose primaire.

L'alimentation en période de tarissement, et même de fin de lactation, visera donc à la reconstitution des réserves énergétiques. En début de lactation, une bonne maîtrise du rationnement est nécessaire afin de valoriser l'utilisation de ces réserves, les déficits comme les excès exagérés pouvant porter préjudice à la production, à la santé ainsi qu'à la reproduction des vaches laitières (Wolter, 1997).

Une autre stratégie qui émerge de la littérature serait l'incorporation de levures probiotiques dans la ration de la vache en peripartum (Wallace, 1994, Sauvant, 2004). Il est en général admis que ces probiotiques optimisent le fonctionnement du rumen par la valorisation des composés alimentaires et améliorent, par conséquent, les performances de production tout en garantissant un confort digestif et la santé de l'animal.

L'ajout de probiotiques permettrait, en outre, de diminuer le risque d'acidose lors de distribution de ration plus riche en concentré (comme lors du postpartum immédiat lorsqu'il faut tenter de limiter au maximum le déficit énergétique en augmentant la densité énergétique de la ration) (Wallace, 1994).

Cette supplémentation de la ration permet le plus souvent une augmentation de la production laitière de 3 à 6 % sans modifier la qualité du lait (Wallace, 1994 ; Auclair, 2001). Cet effet positif est d'autant plus marqué que les animaux sont en période de stress (cas du début de lactation) (Williams et al, 1991).

Dans nos conditions locales, les rations alimentaires fournies aux vaches laitières pendant la phase de transition sont le plus souvent déséquilibrées et distribuées de façon non progressive. Ceci retentit négativement sur la production laitière et compromet la fertilité et l'état sanitaire de la vache.

Ainsi, vu nos conditions d'alimentation locales, l'utilisation des levures probiotiques se justifierait amplement pour pallier à cette situation tout en sachant que les réponses des vaches à cet apport en levure probiotique semblent fortement dépendre de la composition de la ration, du ratio concentré/fourrage du type et de la dose de levure utilisée.

### *Levure probiotique & peripartum...*

#### *...Aspects méthodologiques.*

Pour répondre à notre objectif de départ, à savoir une meilleure gestion de l'alimentation de la vache laitière pendant le peripartum par l'utilisation de la levure probiotique, nous avons choisi

d'incorporer cette dernière durant la période allant des deux dernières semaines précédant la date probable du vêlage jusqu'à la sixième semaine postpartum, soit une durée globale de huit semaines de supplémentation.

Les données bibliographiques indiquent que des périodes à peu près similaires (70 jours) ont été testées (Arambel et Ken, 1990) d'autres essais ont utilisé des durées de supplémentation inférieure entre 28 et 56 jours (Williams et al, 1991 ; Robinson, 1992 ; Wohlt et al, 1998) ou bien supérieures : de 75 à 161 jours (Erasmus et al, 1992 ; Robinson et Garrett, 1999 ; Dann et al, 2000).

D'une part, le choix des deux semaines prepartum était dicté par les impératifs liés au stade de gestation des vaches disponibles pour l'essai. En effet, le début de la période expérimentale (début de la supplémentation) coïncide avec l'état de gestation le plus avancé. Il est vrai qu'un apport de levure durant une période prepartum plus longue (de 3 semaines au minimum), comme préconisé dans la littérature, aurait été plus intéressant à étudier (Williams et al, 1991). Néanmoins, la durée de deux semaines antepartum, classiquement recommandée, est en général suffisante pour la préparation de la flore ruminale de la vache au cours de la période de transition (Enjalbert, 2003).

D'autre part, la durée postpartum choisie dans notre essai (45 jours) couvre les périodes critiques de la lactation (démarrage et pic de lactation). De plus, cette durée coïncide avec la période durant laquelle, de nombreux travaux scientifiques, montrent l'effet positif de la supplémentation de l'aliment en levure sur la production laitière (Dann et al, 2000). Néanmoins, il serait intéressant de considérer ultérieurement, dans nos conditions d'élevage, l'impact de la supplémentation sur toute la phase de lactation.

Le probiotique utilisé dans le cadre de notre travail est un concentré de levure sèche active dans la souche est spécifiquement développée pour la nutrition et la santé des animaux et plus spécialement des ruminants. Il s'agit d'une souche de *saccharomyces cerevisiae* SC47 de la société industrielle LESAFRE- France. Ce type de produit est facilement incorporé à l'aliment concentré mais peut être également distribué directement en « pop-feeding ». Nous avons adopté la distribution individuelle des doses de levure pour s'assurer de la prise complète de la dose préconisée par chacune des vaches supplémentées.

Dans la présente expérimentation, l'effectif de vaches laitières au dernier tiers de gestation, disponible à la ferme, nous a permis de constituer deux lots (n=10) homogènes et comparables d'un point de vue : poids vif, âge et état corporel.

Les études disponibles dans la littérature, utilisent des lots de taille variant entre 4 et 30 animaux (tableau 10) (voir bibliographie chapitre II). En comparaison, notre effectif expérimental (n=10) semble acceptable. Il paraît toutefois insuffisant pour l'étude des performances zootechniques qui nécessite un nombre supérieur d'animaux.

Dans notre essai, les quantités d'aliments (concentré plus fourrage) distribuées en pre et postpartum n'étaient pas calculées selon les besoins des animaux pour chaque stade physiologique, ce qui rend notre travail critiquable dans cette partie. Mais le but de notre travail était d'évaluer dans les conditions d'alimentation local l'effet de la levure probiotique sans aucun changement.

### *Saccharomyces cerevisiae & peripartum...*

#### **1. influence sur l'état corporel !**

Plusieurs études sont intéressées aux effets de l'incorporation alimentaire de la levure probiotique et plus spécialement *saccharomyces cerevisiae* sur le poids vif et l'état corporel des vaches laitières autour du vêlage. Les données bibliographiques révèlent généralement une amélioration modérée du poids vif et de l'état corporel postpartum lorsque la levure est additionnée à la ration au cours de la période de transition.

Dans nos conditions expérimentales, la supplémentation en *saccharomyces cerevisiae* durant la période allant de -2 semaines prepartum à +6 semaines postpartum, n'a pas permis une amélioration significative de l'état corporel postpartum des vaches, toutefois, on a enregistré une diminution de la perte d'état corporel avec une reprise du poids plus rapidement (45<sup>ème</sup> jours postpartum) en postpartum du lot supplémenté par rapport au lot témoin. Ces résultats sont similaires à de nombreuses études faites par plusieurs auteurs (Robinson, 1997, Nocek et Kautz, 2006).

De tels résultats traduisent une plus faible mobilisation des réserves endogènes de la vache supplémentée en levure, suggérant peut-être une plus grande disponibilité d'énergie. Dans nos conditions expérimentales, ce surplus d'énergie disponible ne pourrait être imputé à une surconsommation de matières sèches ingérées puisque les quantités d'aliments distribuées était

identiques pour les deux lots. Il serait plutôt associé à la supplémentation de l'aliment en *saccharomyces cerevisiae*. Celle-ci se serait donc avérée efficace pour réduire la perte de l'état corporel des vaches en peripartum.

## **2. influence sur la production laitière !**

Notre étude révèle une amélioration notable et très hautement significative de la production de lait induite par l'incorporation de *saccharomyces cerevisiae* dans la ration telle que rapportée dans la littérature (tableau 10). En effet, plusieurs études montrent que l'utilisation de levures vivantes se traduit par une augmentation significative de la production laitière, de 0.7 à 2.4 kg/vache/jour en moyenne (Williams et al., 1991, Wohlt et al., 1991, Piva et al., 1993, Wallace & Newbold., 1993, Scott et al., 1997, Marden., 2007).

Dans notre essai, la production de lait au cours des 6 premières semaines de lactation, augmente de (+25%) chez les vaches supplémentées en levure probiotique.

Cette augmentation est plus importante (+25 %; +4.8 litres de lait par vache) que celle trouvée (de 3 à 9%) par divers auteurs (Wohlt et al., 1991, Erasmus et al., 1992, Piva et al., 1993, Robinson., 1997, Putnam et al., 1997, Dann et al., 2000). malgré qu'il existe des auteurs qui cite une augmentation de la production laitière variant de 2 à 30% (dawson., 2000).

Il est vrai que la réponse aux probiotiques est souvent très différente entre les études en raison de la variabilité liée aux régimes distribués, aux types et doses de levures utilisés et aux animaux testés.

L'analyse de la courbe de la production laitière révèle un écart très hautement significatif entre les deux lots dès la 3<sup>ème</sup> semaine qui suit la mise-bas. Celui-ci s'accroît régulièrement jusqu'à la 6<sup>ème</sup> semaine. De plus, cet écart se maintient durant la semaine qui suit l'arrêt de l'ingestion de la levure (+25%). par ailleurs le pic de lactation des vaches recevant *saccharomyces cerevisiae* est plus étalé que celui des vaches témoins (4 semaines contre 3 semaines, respectivement).

Dans l'essai de Soder et Holden (1999), l'addition de *saccharomyces cerevisiae* (de -28 à +91 j autour du part) a permis d'augmenter le pic de lactation des vaches primipares et multipares. Wohlt et al (1991) indique également un pic de production supérieur et de surcroît avancé chez des primipares supplémentées durant 154 jours par rapport aux témoins (7<sup>ème</sup> semaines, 29.5 kg/j vs 11<sup>ème</sup> semaine, 28.5 kg/j).

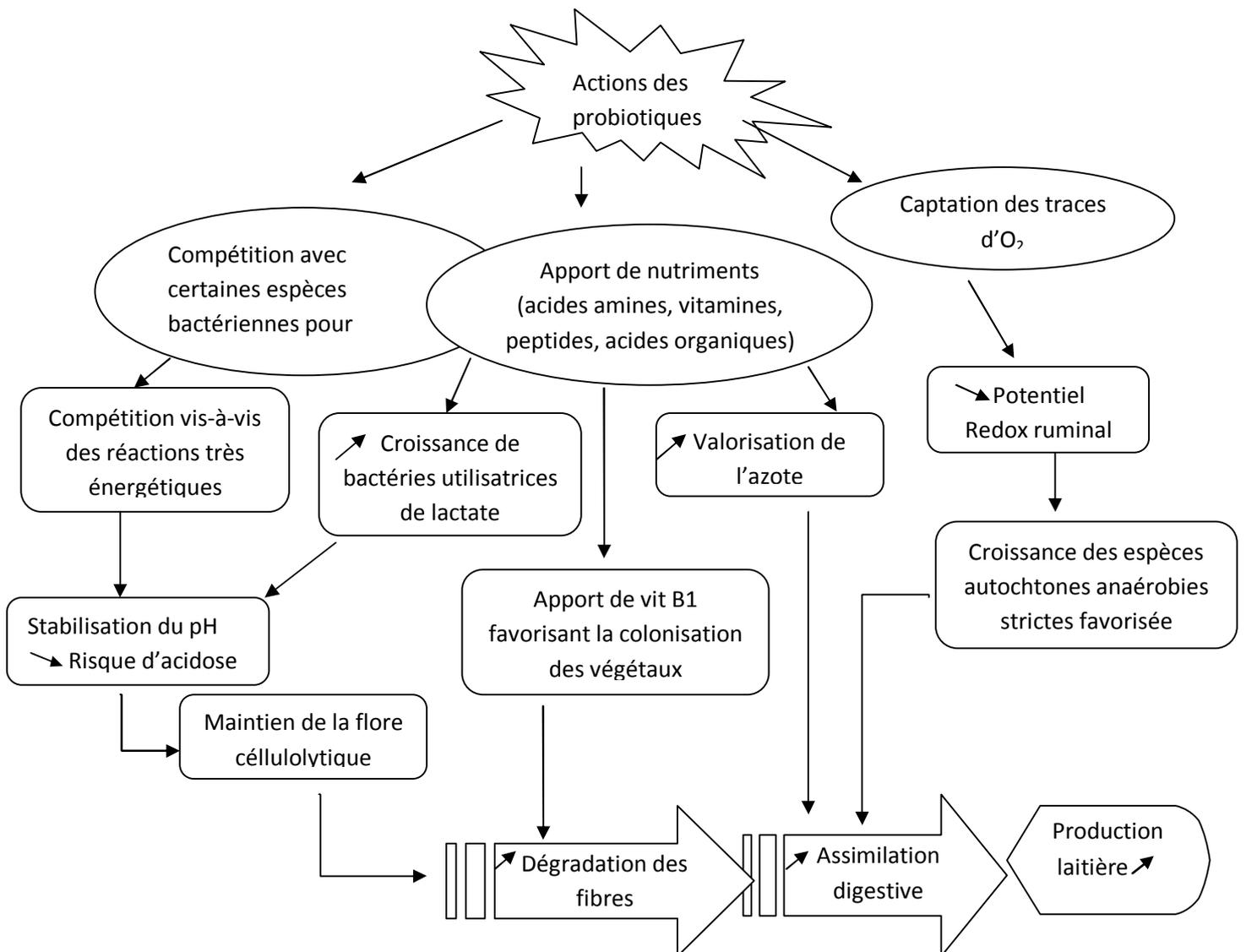
Par ailleurs, il s'avère que le ratio concentrés/fourrages et la nature du fourrage administré peuvent influencer la réponse des animaux à l'apport de levure probiotique, comme l'indique l'étude de Williams et al (1991). En effet, le ratio concentrés fourrages de 60/40 améliore la production de lait contrairement au ratio 50/50 ; cet effet positif est surtout observé avec le foin comparé à la paille.

Dans la présente étude, le ratio concentré/fourrage est évalué à 63/37 ce qui est similaire aux travaux la ou on a remarqué une réponse des animaux supplémentés en levure.

Cet accroissement de production laitière n'est pas attribuable à une surconsommation de MSI liée à la supplémentation de l'aliment en *S. cerevisiae*, comme rapporté par Wallace (1994) puisque l'ensemble des vaches de notre essai a consommé la même quantité d'aliment. Il serait plutôt associé à une meilleure valorisation de la ration permise par le probiotique, comme l'indique la littérature (Chaucheyras-Durand, 2006). Selon ces auteurs, les levures permettent une optimisation du fonctionnement du rumen grâce à l'interaction avec la flore microbienne, faisant intervenir trois types de mécanismes dans la figure 33.

Ainsi, les probiotiques stabilisent le pH ruminal en entrant en compétition avec les bactéries productrices de lactate (donc acidifiantes) (Chaucheyras et al, 1997), en apportant des nutriments (lors de leur mort) et permettant la croissance de bactéries détruisant le lactate (Newblod et al, 1998). Ceci permet le maintien de la flore cellulolytique et améliore la dégradation des fibres végétales et par conséquent la digestibilité de la ration (Wallace, 1994., Chaucheyras-Durand, 2006).

De plus, les probiotiques augmentent l'assimilation digestive des nutriments par l'apport de vitamine B1 (thiamine) (Chaucheyras et al, 1997) qui favorise la colonisation des végétaux par la flore ruminale et améliore davantage la digestibilité de la ration. De même une valorisation de l'azote est permis par la captation de l'ammoniac par les probiotiques qui seront eux-mêmes ensuite digérées (Wallace, 1994., Chaucheyras-Durand, 2006).



**Figure 33** : Diagramme schématisant des interactions entre les probiotiques et la flore du rumen (adapté de chaucheyras-durand et al, 2006).

### 3. influence sur la qualité du lait !

Les données bibliographiques indiquent dans leur majorité que l'apport de levure *saccharomyces cerevisiae* ne modifie pas la qualité du lait, puisque le taux butyreux et protéiques ne varie pas par rapport aux témoins. En effet, l'augmentation de la production laitière globale par la supplémentation en levures vivantes n'est pas toujours associée à une variation des TB et TP (Wholt et al, 1991; Soder et Holden, 1999 ; Ali-Haimoud-Lekhail et Chevaux, 2003).

Néanmoins, des auteurs rapportent un accroissement du TB du lait des vaches recevant de la levure probiotique : +6% (Puntam et al, 1997), +15% (Piva et al, 1993). Dans notre essai, cette élévation du TB est perçue au 7<sup>ème</sup> jours de lactation (+20%,  $p \leq 0.05$ ), et très significatif au 21<sup>ème</sup> jours de lactation (+14%,  $p \leq 0.01$ ) (première et troisième semaine postpartum).

Selon la littérature, l'amélioration du taux butyreux du lait de la vache laitière supplémentée en levure, serait associée à un effet positif de la stimulation des bactéries cellulolytiques et d'une orientation préférentielle vers la production d'acide acétique, surtout par des rations riches en concentrés ou contenant peu de fourrages dégradables (Piva et al, 1993 ; cott et al, 1994), ce qui est le cas de la ration distribuée dans notre essai caractérisée par un ratio concentré/fourrage de 63/37.

#### **4. influence sur quelques paramètres sanguins !**

Dans la présente étude, nous avons exploré l'impact de la supplémentation en *saccharomyces cerevisiae* sur quelques paramètres biochimique du sang, à savoir : le glucose, les triglycérides, le cholestérol, l'urée, la créatinine, les protéines totales et l'albumine. Ces paramètres sont souvent utilisés pour évaluer le statut énergétique et azoté en phase de transition (Lebeda, 1983 ; Vandehaar et al, 1999 ; Reist et al, 2002 ; Mohebifani et al, 2005).

Malheureusement, les teneurs plasmatiques en  $\beta$ -hydroxy-butyrates (BHB) et en acides gras non estérifiés (AGNE), qui sont deux paramètres biochimiques intéressants car indicateurs du métabolisme énergétique (en plus du glucose et du cholestérol sanguin) n'ont pu être mesurés dans cet essai, en raison de l'indisponibilité des Kits de dosage. Néanmoins, les quelques données bibliographiques disponibles indiquent des variations non significatives des AGNE (Doreau et Jouany, 1998 ; Nocek et Kautz, 2006) et du BHB (Leismester et al, 2004) chez les vaches supplémentées en levure.

D'une manière générale, les valeurs usuelles des différents paramètres biochimiques sanguines varient selon les publications et les auteurs (Tasker, 1978 ; Vagneur, 1992 ; Brugère-Picoux, 1995 ; Varriale, 1999 ; Cuvelier et al, 2005 ; Plet, 2007), soulignons que l'analyse des profils biochimiques est soumise à plusieurs contraintes. En outre, la détermination des seuils de « normalité » dépend étroitement du stade physiologique de l'animal. Pour interpréter nos résultats, on a retenue les valeurs de Brugère-Picoux, 1995 comme valeurs références. Celles-ci sont présentées dans le tableau ci-dessous (tableau26).

**Tableau 26** : Valeurs usuelles de quelques paramètres biochimiques de la vache laitière selon Brugère-Picoux, 1995.

PARAMETRES BIOCHIMIQUES	UNITES INTERNATIONALES	UNITES TRADITIONNELLES
Glucose	2.2-3.9 mmol/l	0.4-0.7 g/l
Cholestérol total	2.6 (1.3-3.9) mmol/l	110 (80-130) mg/dl
Urée sang	3.3-5 mmol/l	0.2-0.3 g/l
Protéines totales	65-75 g/l	6.5-7.5 g/dl
Albumines	23-36 g/l	2.3-3.6 g/dl
triglycéride	0,23 – 0,25 mmol/L	Sevinc et coll., 2002
Créatinine	90-240 µmol/l	1-2.7 mg/dl

### ...Effet sur la glycémie

Dans cet essai, les valeurs de la glycémie mesurées à l'état initial (avant la supplémentation en levure) sont comparables entre les deux lots ( $0.52 \text{ g/l} \pm 0.12$  en moyenne). Globalement, les teneurs plasmatiques en glucose mesurées durant notre étude varient entre 0.52 et 0.66 g/l. ces valeurs se trouvent en majorité dans les plages de valeurs normales de la glycémie des vaches laitières rapportées dans la littérature (0.4 à 0.7 g/l, Brugère-Picoux, 1995), à l'exception des résultats des prélèvements retrouvés en dehors du seuil normal : 0.78 et 0.88 g/l pour le lot levure et le lot témoin respectivement.

A la mise bas on a remarqué une hyperglycémie dans les deux lots supplémenté et témoin : 0.78 vs 0.88 respectivement ce qui justifie le passage brusque d'une ration moins énergétique à une ration hautement énergétique sans période d'adaptation, on a pu remarquer que la concentration de la glycémie chez le lot témoin est supérieure à celui supplémenté en probiotique.

Il est intéressant de relever que l'apport de levure probiotique semble maintenir une teneur plasmatique en glucose dans la plage des valeurs normales.

Nous pouvons également souligner que, dans nos conditions expérimentales, la glycémie des vaches recevant *S. cerevisiae*, n'a pas changé par rapport au lot témoin, cet effet négatif de la

levure sur la glycémie est aussi rapporté par des études menées chez la vache laitière (putnam et al, 1997) ou chez le veau (lesmeister et al, 2004), qui n'ont remarqués aucune modification de la glycémie après apport de levure. La glycémie serait même réduite chez le bélier fistulé d'environ 39% (NS) comme rapporté par Galip et al (2006). Dans d'autres essais la teneur en glucose plasmatique des vaches recevant la supplémentation en levure probiotiques tendent à être toujours supérieur à celles relevées chez les vaches témoins (+6%,  $p=0.18$  : Piva et al, 1993 ; +15% ,  $p \leq 0.05$  : Nocek et Kautz, 2006). la non concordance de ces données pourrait être liée à la nature de la ration distribuée, à la nature, dose et durée de supplémentation de la levure et peut être à l'orientation métabolique différentes selon les productions ( viandes, lait).

### ...Effet sur la teneur en protéines totales plasmatique

Dans la présente expérience, les concentrations plasmatiques en protéines totales apparaissent globalement réparties dans la plage des valeurs considérées comme normales dans la littérature (6.5 à 7.5 g/l selon Brugère-Picoux, 1995). A l'exception des valeurs enregistré à la fin de l'essai (J45PP) où on a noté une augmentation de la teneur protéique du lot supplémenté en levure (+15%,  $p=0.10$ ). Cette augmentation ne peut être reliée à l'apport en protéines totales plasmatique de la ration car les deux lots sont nourris par la même ration.

Plusieurs données bibliographiques indiquent également une élévation des protéines totales plasmatiques après supplémentation de la ration en *S. cerevisiae* chez la vache laitière (Abo et al cité par Galip, 2006 ; Iwanska et al, 1999) et chez le bélier (Galip, 2006).

Néanmoins, certaines études rapportent que la protéinémie n'est pas augmentée chez le veau supplémenté en levure (Lesmeister et al, 2004).

### ...Effet sur l'albuminémie

Dans notre essai, l'albuminémie est comprise entre les valeurs usuelles (2.3 à 3.6 g/l brugère-picoux, 1995) pour les deux lots. La teneur plasmatique en albumine est très importante parcequ'elle nous reflète directement l'état du rationnement azoté des vaches laitières avec le fonctionnement du foie qui synthétise cette protéine parmi les différentes protéines retrouvées dans le torrent vasculaire.

L'incorporation de la levure n'a pas modifié les teneurs plasmatiques en albumine' à l'exception des valeurs enregistrés le 30<sup>ème</sup> et 45<sup>ème</sup> jour postpartum où nous avons remarqués une augmentation pour le lot supplémenté contre celle observé pour le lot témoin de : (+15%,  $p=0.21$  et 5%,  $p=0.46\%$ ).

### ...Effet sur l'urémie

Dans la présente expérience, les concentrations plasmatiques en urée mesurée durant toute la période expérimentale apparaissent globalement dans les normes et similaire aux valeurs considérées comme normales dans la littérature (0.2 à 0.3 g/l selon Brugere-picoux, 1995).

Dans nos conditions expérimentales, l'incorporation de la levure dans la ration n'a pas modifié les teneurs plasmatique en urée à l'exception des valeurs mesuré à J30PP ou la différence entre le lot supplémenté et le lot témoin était très hautement significatif (+41%,  $p \leq 0.001$ ). Plusieurs données bibliographiques montrent une élévation de l'urémie, après supplémentation de la ration en *S. cerevisiae* chez la vache laitière (Abo et al, 1998 cité par Galip, 2006 ; Iwanska et al, 1999).

Néanmoins, certaines études rapportent que l'urémie serait même légèrement réduite (-12%, NS) chez la vache laitière supplémentée en levure en milieu de lactation (Piva et al, 1999).

Il a été trouvé que les levures probiotiques stimulent l'activité microbienne et augmentent l'utilisation de l'azote par la flore ruminale (Wallace, 1991). L'efficacité de l'utilisation de l'azote alimentaire chez les ruminants supplémenté en levure impliquerait, à la fois, une augmentation de l'utilisation de l'ammoniac dans les protéines microbiennes, un accroissement du flux et de l'absorption des acides aminés et aussi une modification du métabolisme de l'azote endogène (Erasmus et al, 1992). Les concentrations d'ammoniac en excès dans le rumen est inutilisé par les bactéries pourrait induire des concentrations élevées d'urémie (Iwanska et al, 1999, cité par Galip, 2006). La concentration d'urée dans le sang est intimement associée à l'efficacité avec laquelle la protéine alimentaire est utilisée. Roseler et al (1993) suggèrent que les teneurs plasmatiques en azote uréique serait un indicateur de la dégradabilité des protéines dans le rumen et de l'apport protéique post-ruminal.

### ...Effet sur la cholestérolémie

Les résultats obtenus pour le cholestérol plasmatique pour les deux lots expérimentaux évoluent de la même manière, à l'exception des valeurs enregistrées à J30PP et J45PP ou nous remarquons une hypercholestérolémie pour le lot témoin 1.41 et 1.71 g/l. ces valeurs sont en dehors des valeurs usuelles cité par (Brugère-picoux, 1995 ; 0.8 à 1.2 g/l), les valeurs du cholestérol sont plus faible pour le lot supplémenté par rapport au lot témoin, mais cet écart est statistiquement non significatif ( $p \leq 0.05$ ). Les études disponibles qui ont abordé ce paramètres

indiquent également que la cholestérolémie varie peu après supplémentation en levure probiotique (Piva et al, 1993 ; Galip, 2006).

### ...Effet sur les triglycérides plasmatiques

Dans notre étude la supplémentation en *Saccharomyces cerevisiae* a induit une réaction significative des teneurs plasmatiques en triglycérides par rapport aux vaches contrôles. Des écarts sont enregistrés entre les deux lots allons de 12% à 44% durant le début de l'essai ( $p=0.16$ ) et le 15<sup>ème</sup> jours postpartum ( $p \leq 0.01$ ) respectivement arrivons à la fin de l'expérimentation avec un écart de 29% ( $p=0.21$ ). Une telle diminution a été également relevée par (Galip, 2006) chez des veaux supplémentés en levure (-57% par rapport aux témoins,  $p \leq 0.01$ ). En outre, cette baisse des triglycérides circulants confirme de ressenties informations obtenus chez le rat et le poulet : l'addition de levure à l'aliment a diminué les taux sériques de TG, de phospholipides et la proportion du gras abdominal (Nakano, 1996 et onifade, 1997, cité par Galip, 2006). Toutefois, les mécanismes d'actions impliquées dans ces variations ne sont pas encore connus.

### ...Effet sur la créatininémie

Dans la présente étude, la créatininémie obtenues chez les deux lots expérimentaux se trouve dans les plages des valeurs usuelles cité par la littérature et qui varient entre 10 et 27 g/l selon (Brugere-picoux, 1995). Nous avons remarqué une différence très significatif ( $p=0.002$ ) entre les vaches supplémentées et celles non supplémentées en probiotique le 30<sup>ème</sup> jour après la mise-bas avec une valeur plus élevé pour le lot témoin +16% par rapport aux vaches supplémentés. vue l'absence d'études disponibles pour discuté ce paramètre, nous avons rendu l'augmentation de la créatinémie à une augmentation du catabolisme protidique pour les vaches témoins pour l'utilisé comme combustible dans la néoglucogenèse (acides aminés glucoformateurs) pour la fabrication du glucose sachant bien que cette période coïncide avec le pic de lactation qui nécessite un apport en glucose très important pour la fabrication du lactose.

✚ *...impact économique de la supplémentation en levure probiotique sur la production laitière :*

*Pour récapitulé, et pour que notre étude est un aspect économique (rentabilité de cette levure probiotique), car l'éleveur doit être satisfait de deux paramètres que nous considérons très important « l'augmentation de la production laitière », avec « réduction des dépenses », or, une augmentation de la production avec un coût très élevé n'est pas rentable pour le propriétaire.*

*Le prix de la levure : 5000 DA/ 5 kg, ce qui rend le coût d'utilisation de 20 gr/j/vache : 20 DA.*

*Ces dernières, permet une augmentation de production laitière : +4.8 litres/jour/vache.*

*En Algérie, le prix du litre de lait est estimé à 42 DA ; en multipliant le coût d'un litre par les litres en plus on aura :  $42 * 4.8 = 201.6$  DA, cette valeur par la durée de supplémentation postpartum (45 jours) :  $201.6 * 45 = 9072$  DA, en doit soustraire le prix de 14 jours de supplémentation ante-partum (période sans production),  $20 * 14 = 280$  DA.*

*-  $9072 - 280 = 8792$  DA. Nous avons utilisés 10 vaches, ce qui fait :  $8792 * 10 = 87920$  DA.*

*Conclusion*

Ce travail a permis de préciser l'impact de la supplémentation alimentaire en levure probiotique *S. cerevisiae* sur les performances des vaches laitières (production laitière, état corporel, paramètres biochimiques sanguins) dans la période la plus critique (période de transition alimentaire et début de lactation), dans les conditions Algériennes.

La supplémentation de *Saccharomyces cerevisiae* à la ration de la vache en peripartum à la dose de 20 g/vache et par jours, 15 jours avant et 45 jours après le vêlage a augmenté la production laitière de la vache de (+25% soit 4.8 litres/jour en moyenne), avec un effet positif sur la qualité de lait (TB).

L'addition de probiotique a stabilisé l'état corporel des vaches en réduisant la mobilisation des réserves corporels après le part.

En parallèle, l'apport de levure a induit des modifications du profil métabolique, caractérisé par une augmentation de la protéine totale plasmatique, de l'albuminémie, et une diminution significative des triglycérides plasmatiques, et de la créatinine avec une légère baisse du cholestérol plasmatique. Sans changement remarquable de la glycémie.

A l'issue de ces résultats, l'intérêt de l'addition de levure probiotique dans la ration de la vache au cours du peripartum paraît justifier dans les conditions locales.

L'inclusion de *Saccharomyces cerevisiae* permettrait de valoriser l'utilisation de la ration, réduire le déficit énergétique du début de lactation et de stabiliser l'état corporel de la vache au postpartum en réduisant la mobilisation des réserves lipidique et protéiniques tout en augmentant la production laitière.

Pour mieux comprendre ces effets positifs d'autres essais ultérieurs devraient être faites en utilisant d'autres doses de levures, d'autres types de ration, d'autres périodes et couvrant plus de jours et de paramètres dosés, avec un grand cheptel.

***Quelques recommandations :***

- Le respect du tarissement est très important, et surtout la période de transition (15 jours avant le part). donner le concentré de façon graduelle pour faire adapté la flore ruminal, et évité l'acidose métabolique, chronique et toute complication.
- Corriger les rations selon les besoins de chaque catégorie en respectant la capacité d'ingestion de chaque une.
- Essayez de traire les vaches plus que deux fois par jours durant les deux premier mois postpartum pour profiter mieux de cette période qui coïncide avec la phase ascendante et le pic de la courbe de lactation.
- Donnait le concentré après la traite, pour évité que les vaches se couchent après, ce qui les prédisposes aux mammites, sachant que le sphincter du trayon reste ouvert + d'une heure après traite.
- Incorporation de probiotiques, qui ont justifié leurs importances dans les conditions locales durant le peripartum et par leurs rendements économiques.

*Référence bibliographique*

- Adami A & Cavazzoni V (1999) Occurrence Of Selected Bacterial Groups In The Faeces Of Piglets Fed With *Bacillus Coagulans* As Probiotic. *J Basic Microbiol.* **39**, 3-9.
- Adams DC, Galyean ML, Kiesling HE, Wallace JD & Finkner MD (1981) Influence Of Viable Yeast Culture, Sodium Bicarbonate And Monensin On Liquid Dilution Rate, Rumen Fermentation And Feedlot Performance Of Growing Steers And Digestibility In Lambs. *Journal Of Animal Science* **53**, 780-789.
- Agabriel J, Giraud Jm, Petit M, Barboiron C, Coulaud G *Et Al.* - Détermination Et Utilisation De La Note D'état D'engraissement En Elevage Allaitant - Bull Tech Crzv Theix Inra, 1986 ; 66 : 43-50.
- Ali-Haimoud –Lekhal, D., Lescoat, P., Bayourthe, C., & Moncoulon, R. (1999). Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* And *Aspergillus Orizae* On Milk Yield And Composition In Dairy Cows: A Review. *Rencontres Reserches Ruminants*, 6:157.
- Allaoua S. A (2003) Alimentation. Reproduction Et Profil Métabolique Chez La Vache Laitière. Memoir De Magistère, ISV Blida: 157 Pages.
- Ando S, Khan RI, Takahasi J, Gamo Y, Morikawa R, Nishiguchi Y & Hayasaka K (2004) Manipulation Of Rumen Fermentation By Yeast: The Effects Of Dried Beer Yeast On The In Vitro Degradability Of Forages And Methane Production. *Asian-Australasian Journal Of Animal Sciences* **17**, 68-72.
- Andras B, Zsolt S, Zsolt M, Hedvig F, Roland P, Gabor T, Peter H, Ferenc K & Melinda K (2008) Effect Of *Bacillus Cereus* Var. *Toyoi* (Toyocerin (R)) On Caecal Microflora And Fermentation In Rabbits. *Magyar Allatorvosok Lapja* **130**, 87-95.
- Arambel, M. J., And B. A. Kent. 1990. Effect Of Yeast Culture On Nutrient Digestibility And Milk Yield Response In Early To Midlactation Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 73:1560.
- Arcos-Garcma JL, Castrejsn FA, Mendoza GD & Pirez-Gavilan EP (2000) Effect Of Two Commercial Yeast Cultures With *Saccharomyces Cerevisiae* On Ruminal Fermentation And Digestion In Sheep Fed Sugar Cane Tops. *Livestock Production Science* **63**, 153-157.
- Auclair E. (2001) Yeast As An Exemple Of The Mode Of Action Of Probiotics In Monogastric And Ruminant Species. In: Brufau J. (Ed). *Feed Manufacturing In The Mediteranean Region. Improving Safety: From Feed To Food.* Ciheam-Iamz: 45-43.
- Baljit K, Umesh K, Sareen VK & Sudarshan S (2003) Influence Of Addition Of Yeast Culture (YEA-SACC228) To The Diet Of Buffalo Calves On Ruminal Fermentation And In Sacco Digestibility Of Some Roughages. *SARAS Journal Of Livestock And Poultry Production* **19**, 38-46.

- Bareille S., Bareille N., La Cétose Des Ruminants. Le Point Vétérinaire, 1995, 27(Numéro Spécial « Maladies Métaboliques Des Ruminants »), 727-738.
- Bazin S - Grille De Notation De L'état D'engraissement Des Vaches Pie-Noires - Paris (France) : Itebrned, 1984, 31 P.
- Biricik H & Turkmen II (2001) The Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* On In Vitro Rumen Digestibilities Of Dry Matter, Organic Matter And Neutral Detergent Fibre Of Different Forage:Concentrate Ratios In Diets. *Veteriner Fakultesi Dergisi, Uludag Universitesi* **20**, 29-33.
- Blum J. W., Kunz P., Leuenbeurger H., Gautschi K. & Keller M. (1983) Thyroid Hormones, Blood Plasma Metabolites And Haematological Parameters In Relationship To Milk Yield In Dairy Cows. *Animal Production*, 36:93-104.
- Brugere-Picoux J., Remy D., Baisse De La Disponibilité En Glucose. La Dépêche Technique, 1995, Supplément Technique 46 A La Dépêche Vétérinaire, 9-21.
- Butterworths, London, UK.
- Callaway ES & Martin SA (1997) Effects Of A *Saccharomyces Cerevisiae* Culture On Ruminal Bacteria That Utilize Lactate And Digest Cellulose. *Journal Of Dairy Science* **80**, 2035-2044.
- Carro MD, Lebzien P & Rohr K (1992) Effects Of Yeast Culture On Rumen Fermentation, Digestibility And Duodenal Flow In Dairy Cows Fed A Silage-Based Diet. *Livest. Prod. Sci.* **32**, 219-229.
- Carroll D. J., Jerred M. J., Grummer R. R., Combs D. K., Pierson Ra. & Hauser E. R. (1990) Effect Of Fat Supplementation And Immature Alfalfa To Concentrate Ration In Plasma Progesterone Energy Balance, And Reproductive Traite Of Cattle. *Journal Of Dairy Science*, 73:28855-2863.
- Carter HE & Phillips GE (1944) The Nutritive Value Of Yeast Proteins. . *Fed. Proc.* **3**, 123-128.
- Chaucheyras F, Fonty G, Bertin G, Salmon J-M & Gouet P (1996) Effects Of A Strain Of *Saccharomyces Cerevisiae* (Levucell® SC), A Microbial Additive For Ruminants, On Lactate Metabolism In Vitro. *Canadian Journal Of Microbiology* **42**, 927-933.
- Chaucheyras F, Millet L, Michalet-Doreau B, Fonty G, Bertin G & Gouet P (1997) Effect Of An Addition Of LEVUCCELL® SC On The Rumen Microflora Of Sheep During Adaptation To High Starch Diets. In *Evolution Of The Rumen Microbial Ecosystem* Pp. 82 [Rria INRA, Editor. Centre De Clermont-Theix 'Evolution Of The Rumen Microbial Ecosystem.
- Chaucheyras-Durand F, Madic J., Doudin F. & C. M (2006) Biotic And Abiotic Factors Influencing In Vitro Growth Of *Escherichia Coli* O15:H7 In Ruminant Digestive Contents. *Applied And Environmental Microbiology* **72**, 4136-4142.

- Chiang BL, Sheih YH, Wang LH, Liao CK & Gill HS (2000) Enhancing Immunity By Dietary Consumption Of A Probiotic Lactic Acid Bacterium (*Bifidobacterium Lactis* HN019): Optimization And Definition Of Cellular Immune Responses. *Eur J Clin Nutr.* **54**, 849-855.
- Condition Scores And Conception At First Artificial Insemination In A Large Dairy Herd Of High Yielding Holstein Cows - *J Dairy Sci*, 1997a ; 80 : 113-120.
- Condition Scores And Milk Yield In A Large Dairy Herd Of High Yielding Holstein Cows - *J Dairy Sci*, 1997b ; 80 : 101-112.
- Cooke KM, Bernard JK & West JW (2007) Performance Of Lactating Dairy Cows Fed Whole Cottonseed Coated With Gelatinized Starch Plus Urea Or Yeast Culture. *Journal Of Dairy Science* **90**, 360-364.
- Corpet DE (1999a) Antibiotiques En Elevage Et Résistances Bactériennes : Vers Une Interdiction ? . *Rev Med Vet.* **150**, 165-170.
- Cotta MA (1992) Interaction Of Ruminant Bacteria In The Production And Utilization Of Maltooligosaccharides From Starch. *Applied And Environmental Microbiology* **58**, 48-54.
- Cuveier C., Cabaraux J. F., Dufrasne I., Isstass L. & Hornick J. L. (2005) Transport Sanguine Et Métabolisme Hépatique Des Acides Gras Chez Le Ruminant. *Annales De Medicines Vétérinaire*, 149, 117-131.
- Dann HM, Drackley JK, McCoy GC, Hutjens MF & Garrett JE (2000) Effects Of Yeast Culture (*Saccharomyces Cerevisiae*) On Prepartum Intake And Postpartum Intake And Milk Production Of Jersey Cows. *Journal Of Dairy Science* **83**, 123-127.
- Dawson Ka (2000) Some Milestones In Our Understanding Of Yeast Culture Supplementation In Ruminants And Their Implications In Animal Production Systems. In *Proceedings Of The 16th Annual Symposium.*, Pp. 473-486 [Bitf Industry, Editor]. Nottingham University Press, Nottingham, UK.: T.P. Lyons And K.A. Jacques.
- Dawson KA, Newman. KE & Boling JA (1990) Effects Of Microbial Supplements Containing Yeast And Lactobacilli On Roughage Fed Microbial Activities. *J. Anim. Sci.* **68**, 3392-3398.
- Denev SA, Peeva T, Radulova P, Stancheva P, Staykova G, Beev G, Todorova P & Tchobanova S (2007) Yeast Cultures In Ruminant Nutrition *Bulg. J. Agric. Sci.* **13**, 357-374.
- Devriese LA, Homme J, Pot B & Haesebrouck F (1994) Identification And Composition Of The Streptococcal And Enterococcal Flora Of Tonsils, Intestines And Faeces Of Pigs. *J Appl Bacteriol.* **77**, 31-36.

- Ding J, Zhou ZM, Ren LP & Meng QX (2008) Effect Of Monensin And Live Yeast Supplementation On Growth Performance, Nutrient Digestibility, Carcass Characteristics And Ruminal Fermentation Parameters In Lambs Fed Steam-Flaked Corn-Based Diets. *Asian-Australasian Journal Of Animal Sciences* **21**, 547-554.
- Dolezal J & Dolezal P (2007) Digestibility Of Organic Matter Of Total Mixed Rations With The Supplementation Of Yeast Culture Using The In Vitro Method. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis* **55**, 59-64.
- Domecq Jj, Skidmore Al, Lloyd Jw, Kaneene Jb - Relationship Between Body
- Doreau M & Jouany JP (1998) Effect Of A *Saccharomyces Cerevisiae* Culture On Nutrient Digestion In Lactating Dairy Cows. *Journal Of Dairy Science* **81**, 3214-3221.
- Doreau M, Flechet J, Lefaiivre R, Ollier A, Sornet C. Effects Of Food Intake On Variations In Different Plasma Constituents At The End Of Gestation And The Start Of Lactation. *Ann. Rech. Vet.*, 1983, **14**, 39-48.
- Drame Ed, Hanzen C, Houtain Jy, Laurent Y, Fall A - Profil De L'état Corporel Au Cours Du *Postpartum* Chez La Vache Laitière – *Ann Med Vet*, 1999 ; 143 : 265-270.
- Duc LH, Hong HA, Barbosa TM, Henriques AO & Cutting SM (2004) Characterization Of *Bacillus* Probiotics Available For Human Use. *Appl. Environ. Microbiol.* **70**, 2161-2171.
- Durand-Chaucheyras F, Fonty G & Bertin G (1997) L'utilisation De Levures Vivantes, Additif Microbiens Chez Le Ruminant : Effets Sur La Microflore Et Les Fermentations Ruminales, Effets Zootechniques. *Bulletin Des G.T.V. N°5B* **576**, 35-52.
- Dutta TK & Kundu SS (2005) In Vitro Rumen Fermentation And Gas Production As Affected By Probiotics Addition. *Indian Journal Of Animal Sciences* **75**, 817-822.
- Edmonson Aj, Lean Ij, Weaver Ld, Farver T, Webster G - A Body Condition
- El-Waziry AM & Ibrahim HR (2007) Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* Of Yeast On Fiber Digestion In Sheep Fed Berseem (*Trifolium Alexandrinum*) Hay And Cellulase Activity. *Australian Journal Of Basic And Applied Sciences*, **1**, 379-385.
- Emmanuel DGV, Jafari A, Beauchemin KA, Leedle JAZ & Ametaj BN (2007) Feeding Live Cultures Of *Enterococcus Faecium* And *Saccharomyces Cerevisiae* Induces An Inflammatory Response In Feedlot Steers. *Journal Of Animal Science* **85**, 233-239.
- Enjalbert F, Rationnement En *Peripartum* Et Maladies Métaboliques. *Le Point Vétérinaire*, 1995b, 27(Numéro Spécial « Maladies Métaboliques Des Ruminants »), 719-725.

- Enjalbert, F. (2003) Alimentation De La Vache Laitière: Les Contraintes Nutritionnelles Autour Du Vêlage. *Point Vétérinaire*, 34(236), 40-44.
- Erasmus L. J., Botha P. M., & Kisner A. (1992) Effect Of Yeast Culture Supplement On Production, Rumen Fermentation, And Diiodal Nitrogen Flow In Dairy Cows. *Journal Of Dairy Science* 75:3056-3065.
- Erickson KL & Hubbard NE (2000) Probiotic Immunomodulation In Health And Disease. *Journal Of Nutrition* **130**, 403.
- Fairbrother JM & Nadeau E (2006) Escherichia Coli: On-Farm Contamination Of Animals. *Revue Scientifique Et Technique-Office International Des Epizooties* **25**, 555-569.
- Ferguson Jd - Body Condition Scoring – Site Internet Du Texas Animal Nutrition Council, Page Consultée Le 18 Juillet 2005. Mid-South Ruminant Nutrition Conference 2002, Texas Animal Nutrition Council, Usa [En Ligne], Adresse Url : [Http://Www.Txanc.Org/Proceedings/2002/Body%20condition%20scoring.Pdf#Search=%22ferguson%20body%20condition%20scoring%22](http://www.txanc.org/proceedings/2002/body%20condition%20scoring.pdf#search=%22ferguson%20body%20condition%20scoring%22).
- Ferguson Jd - Nutrition And Reproduction In Dairy Herds. *In: Proc. 2001 Intermountain Nutr. Conf.*, Salt Lake City, Ut. Utah State Univ., Logan. Pp. 65-82.
- Ferguson Jd, Galligan Dt, Thomsen N - Principal Descriptors Of Body Condition Score In Holstein Cows - *J Dairy Sci*, 1994 ; 77 : 2695-2703.
- Fleige S, Preibinger W, Meyer HHD & Pfaffl MW (2007) Effect Of Lactulose On Growth Performance And Intestinal Morphology Of Pre-Ruminant Calves Using A Milk Replacer Containing Enterococcus Faecium. *Animal* **1**, 367-373.
- Francisco C. C., Chamberlin C. S., Waldner D. N., Wetteman R. P. & Spicer L. J. (2002) Propionibacteria Fed To Dairy Cows. Effects On Energy Balance, Plasma Metabolites And Hormones, And Reproduction. *Journal Of Dairy Science*, 85:1738-1751.
- Gadoud R, Joseph MM, Jussiau R, Lisberney MJ, Mangeol B, Montméas B And Tarrit A 1992 Alimentation Des Vaches Laitières. In *Nutrition Et Alimentation Des Animaux Domestiques*. Tome 2 (Les Editions Foucher, Paris, France) : 222pages.
- Gagnon M, Kheadr EE, Le Blay G & Fliss I (2004) In Vitro Inhibition Of Escherichia Coli O157:H7 By Bifidobacterial Strains Of Human Origin. *International Journal Of Food Microbiology* **92**, 6978.
- Galip N. (2006) Effect Of Supplemental Yeast Culture On Ruminale Protozoa And Blood Parameters In Rams. *Revue De Médecine Vétérinaire*, 157, 11:519-524.

- Girard D & Dawson Ka (1994) Effects Of A Yeast Culture On The Growth Characteristics Of Representative Ruminal Bacteria. *J. Anim. Sci.* **72**, 300 (Abstr.).
- Girard, I. D. (1996). The Mechanisms Of Action Of Yeast Culture In Stimulating Ruminal Fermentation. *Feed Compounder*, 16 (11):16-17.
- Goffeau, A., Barrell, B. G., Bussey, H., Davis, R. W., Dujon, B., Feldmann, H., Galibert, F., Hoheisel, J. D., Jacq, C., Johnston, M., Luis, E. J., Mewes, H. W., Murakami, Y., Philippsen, P., Tettelin, H. & Oliver, S. G. (1996) Life With 6000 Genes. *Science* 274:563-567.
- Gomez-Alarcon RA, Dudas C & Huber JT (1990) Influence Of Cultures Of *Aspergillus Oryzae* On Rumen And Total Tract Digestibility Of Dietary Components. *Journal Of Dairy Science* **73**, 703-710.
- Gournier-Chateau N, Larpent JP, Castellanos MI & Larpent JL (1994) *Les Probiotiques En Alimentation Animale Et Humaine*, Lavoisier Ed.
- Guerra NP, Bernardez PF, Mendez J, Cachaldora P & Pastrana Castro L (2007) Production Of Four Potentially Probiotic Lactic Acid Bacteria And Their Evaluation As Feed Additives For Weaned Piglets. *Animal Feed Science And Technology* **134**, 89-107.
- Hady Pj, Domecq Jj, Kaneene Jb - Frequency And Precision Of Body Condition Scoring In Dairy Cattle - *J Dairy Sci*, 1994 ; 77 : 1543-1547.
- Hansen Lb - Consequences Of Selection For Milk Yield From A Geneticist's Viewpoint - *J Dairy Sci*, 2000 ; 83 : 1145-1150.
- Harrison GA, Hemken RW, Dawson KA, Harmon RJ & Barker KB (1988) Influence Of Addition Of Yeast Culture Supplement To Diets Of Lactating Cows On Ruminal Fermentation And Microbial Populations. *Journal Of Dairy Science* **71**, 2967-2975.
- He T, Priebe MG, Zhong Y, Huang C, Harmsen HJM, Raangs GC, Antoine JM, Welling GW & Vonk RJ (2008) Effects Of Yogurt And Bifidobacteria Supplementation On The Colonic Microbiota In Lactose-Intolerant Subjects. *Journal Of Applied Microbiology* **104**, 595-604.
- Hoden A., Coulon J.B., Faverdin P., *Alimentation Des Vaches Laitières. Tables De L'alimentation Des Bovins, Ovins Et Caprins*, Institut National De Recherche Agronomique, Paris, 1988.
- Holzappel W.H., Haberer P., Snel J., Schillinger U. & Huis In't Veld J.H. Barker (1998) Overview Of Gut Flora And Probiotics. *International Journal Of Food Microbiology*, 41:85-10.
- Intérêts Et Limites. *Le Point Vétérinaire*, 1995, 27(Numéro Spécial « Maladies Métaboliques Des Ruminants »), 705-711.

- Iwanska S, Strusinska D, Zalewski W And Opalka A 1999 The Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* 1026 Used Alone Or With Vitamin-Mineral Premix On Milk Yield And Milk Composition In Dairy Cows. *Acta Veterinaria Hungarica* 47(1):41-52
- Jean-Blain C. Adaptation Ou Défaillance Hépatique Au Cours Du Cycle De Reproduction Chez
- Jouany JP (2000) Twenty Years Of Research Into Yeast Culture, Now A Standard In Ruminant Diets Around The World. In *Proceedings From Alltech's 15th Annual European*, Pp. 44-68. Middle Eastern And African Lecture Tour. .
- Kamamma, Krishnamoorthy U & Krishnappa P (1996) Effect Of Feeding Yeast Culture (Yea-Sacc1026) On Rumen Fermentation In Vitro And Production Performance In Crossbred Dairy Cows *Animal Feed Science And Technology* 57, 247-256.
- Kerr M. G. (2002) In: *Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Biochemistry And Hematology*, 2Ed: Blackwell Science. 368 Pages.
- Khadem AA, Pahlavan M, Afzalzadeh A & Rezaeian M (2007) Effects Of Live Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* On Fermentation Parameters And Microbial Populations Of Rumen, Total Tract Digestibility Of Diet Nutrients And On The In Situ Degradability Of Alfalfa Hay In Iranian Chall Sheep. *Pakistan Journal Of Biological Sciences* 10, 590-597.
- Kim HS, Ahn BS, Chung SG, Moon YH, Ha JK, Seo IJ, Ahn BH & Lee SS (2006) Effect Of Yeast Culture, Fungal Fermentation Extract And Non-Ionic Surfactant On Performance Of Holstein Cows During Transition Period. *Animal Feed Science And Technology* 126, 23-29.
- Kumagai H, Kumagai S, Mitani K & Endo T (2004) Effects Of Supplementary Probiotics On Dry Matter Intake, Daily Gain, Digestibility, Ruminal Ph, Faecal Microbial Populations And Metabolites Of Two Different Diets Of Ewes. *Animal Science Journal* 75, 219-224.
- Kurtzman C. P. & Fell J. W. (1998) *The Yeasts, A Taxonomic Study* (Fourth Edition). Elsevier.
- Kyriakis SC, Tsiloyiannis VK, Vlemmas J, Sarris K, Tsinas AC, Alexopoulos C & Jansegers L (1999) The Effect Of Probiotic LSP 122 On The Control Of Post-Weaning Diarrhoea Syndrome Of Piglets. . *Res-Vet-Sci.* 67, 223-228.
- Laszlo K, Viktor J, Attila T, Laszlo T, Hedvig F, Jozsef K & Endre B (2007) Comparative Examination Of The Biological Effects Of *Saccharomyces Cerevisiae* Yeast Cultures In Dairy Cows. *Magyar Allatorvosok Lapja* 129, 400-409.
- Laukova A, Strompfova V, Skrivanova V, Volek Z, Jindrichova E & Marounek M (2006) Bacteriocin-Producing Strain Of *Enterococcus Faecium* EK 13 With Probiotic Character And Its Application In The Digestive Tract Of Rabbits. *Biologia* 61, 779-782.

- Lean I. J., Farver T. B., Trout H. F., Bruss M. L., Galland J. C., Baldwin R. L., Holmberg C. A. & Weaver L. D. (1992) Times Series Cross Correlation Analysis Of Postparturient Relationships Among Serum Metabolites And Yield Variables In Holstein Cows. *Journal Of Dairy Science*, 75:1891-1900.
- Lebeda, M. (1983) "Blood Sugar In Dairy Cow" VETMED (PARHA), 28 (1): 1-12 (Résumé).
- Les Ruminants. *Le Point Vétérinaire*, 1995, 27(Numéro Spécial « Maladies Métaboliques Des Ruminants »), 689-696.
- Lesmeister KE, Heinrichs AJ & Gabler MT (2004) Effects Of Supplemental Yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) Culture On Rumen Development, Growth Characteristics, And Blood Parameters In Neonatal Dairy Calves. *Journal Of Dairy Science* **87**, 1832-1839.
- Lila ZA, Mohammed N, Yasui T, Kurokawa Y, Kanda S & Itabashi H (2004) Effects Of A Twin Strain Of *Saccharomyces Cerevisiae* Live Cells On Mixed Ruminal Microorganism Fermentation In Vitro. *Journal Of Animal Science* **82**, 1847-1854.
- Marden JP (2007) Contribution A L'étude Du Mode D'action De La Levure *Saccharomyces Cerevisiae* Sc 47 Chez Le Ruminant: Approche Thermodynamique Chez La Vache Laitière, Ecole Nationale Supérieure Agronomique De Toulouse.
- Marrero Y, Galindo J, Aldama AI, Moreira O & Cueto M (2006) In Vitro Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* On The Microbial Rumen Population And Fermentative Indicators. *Cuban Journal Of Agricultural Science* **40**, 313-320.
- Marteau P & Shanahan F (2003) Basic Aspects And Pharmacology Of Probiotics: An Overview Of Pharmacokinetics, Mechanisms Of Action And Side-Effects. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology* **17**, 725-740.
- Mathieu F, Jouany J, Sénaud J, Bohatier J, Bertin G & Mercier M (1996) The Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* And *Aspergillus Oryzae* On Fermentations In The Rumen Of Faunated And Defaunated Sheep; Protozoal And Probiotic Interactions. *Reproduction Nutrition Development* **36** 271-287.
- Matsuzaki T & Chin J (2000) Modulating Immune Responses With Probiotic Bacteria. *Immunol Cell Biol.* **78**, 67- 73.
- Michalet-Doreau B, Morand D & Martin C (1997) Effect Of The Microbial Additive LEVUCCELL<sup>®</sup> SC On Microbial Activity In The Rumen Microflora During The Stepwise Adaptation Of Sheep To High Concentrate Diet. In *Evolution Of The Rumen Microbial Ecosystem*, Pp. 81 [Rria INRA, Editor. Centre De Clermont- Theix.

- Miller-Webster T, Hoover WH, Holt M & Nocek JE (2002) Influence Of Yeast Culture On Ruminal Microbial Metabolism In Continuous Culture. *J. Dairy Sci.* **85**, 2009-2014.
- Mir Z & Mir PS (1994) Effect Of The Addition Of Live Yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) On Growth And Carcass Quality Of Steers Fed High-Forage Or High-Grain Diets And On Feed Digestibility And In Situ Degradability. *Journal Of Animal Science* **72**, 537-545.
- Miranda RLA, Mendoza MGD, Barcena-Gama JR, Gonzalez MSS, Ferrara R, Ortega CME & Cobos PMA (1996) Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* Or *Aspergillus Oryzae* Cultures And NDF Level On Parameters Of Ruminal Fermentation. *Animal Feed Science And Technology* **63**, 289-296.
- Mohebbi-Fani M., Nazif S., Shekakforush S. S & Fathi S. (2005) Changes Of Proteins Fractions, Lipoproteins, Ceruloplasmin And Urea Nitrogen In Serum Of Periparturient Cow, Receiving Dietary Monensin. *Revue De Médecine Vétérinaire*, 156 (3): 170-174.
- Moloney AP & Drennan MJ (1994) The Influence Of The Basal Diet On The Effects Of Yeast Culture On Ruminal Fermentation And Digestibility In Steers. *Animal Feed Science And Technology* **50**, 55-73
- Moncoulon R & Auclair E (2001) Utilisation Du BIOSAF® Sc 47 Pour La Production De Viande De Taurillon. Rapport De Recherche. In Marden (2007), Pp. 17.
- Newbold CJ & Wallace RJ ( 1988) Effects Of Ionophores Monensin And Tetronasin On Stimulated Development Of Ruminal Acidosis In Vitro. *Appl. Environ. Microbiol.* **54**, 2981-2985.
- Newbold CJ & Wallace RJ (1992) The Effect Of Yeast And Distillery By-Products On The Fermentation In The Rumens Simulation Technique (Rusitec). *Anim. Prod.* **54**, 504.
- Newbold CJ, Wallace RJ & McIntosh FM (1996) Mode Of Action Of The Yeast *Saccharomyces Cerevisiae* As A Feed Additive For Ruminants. *British Journal Of Nutrition* **76**, 249-261
- Nocek J.E., Kautz W.P., *Direct-Fed Microbial Supplementation On Ruminal Digestion, Health, And Performance Of Preat Postpartum Dairy Cattle*. *Journal Of Dairy Science*, 2006, **89** : 260-266.
- Onifade AA & Babatunde GM (1996) Supplemental Value Of Dried Yeast In A High-Fibre Diet For Broiler Chicks. *Animal Feed Science And Technology* **62**, 91-96.
- OTTO KL, FERGUSON JD, FOX DG, SNIFFEN CJ - Relationship Between Body Condition Score And Composition Of Ninth To Eleventh Rib Tissue In Holstein Dairy Cows - *J Dairy Sci*, 1991 ; 74 : 852- 859.

- Ouwehand AC, Tuomola EM, Tvllkv S & Salminen S (2001) Assessment Of Adhesion Properties Of Novel Probiotic Strains To Human Intestinal Mucus. *International Journal Of Food Microbiology* **64**, 119-126.
- Parvez S, Malik KA, Kang SA & Kim HY (2006) Probiotics And Their Fermented Food Products Are Beneficial For Health. *Journal Of Applied Microbiology* **100**, 1171-1185.
- Paryad AR, M. (2009) Effect Of Yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) On Apparent Digestibility And Nitrogen Retention Of Tomato Pomace In Sheep. *Pakistan Journal Of Nutrition* **8**, 273-278.
- Perdigon G, Alvarez S, Rachid M, Agüero G & Gobbato N (1995) Immune System Stimulation By Probiotics. *Journal Of Dairy Science* **78**, 1597-1606.
- Peyraud J.L., Apper-Brossard E., L'acidose Latente Chez La Vache Laitière. *Inra Productions Animales*, 2006, 19(2), 79-92.
- Piva, G., Belladonna, S., Fusconi, G., Sicbaldi, F., (1993). *J. Dairy Sci.*, 76 , 2717-2722.
- Plata FP, M GDM, Barcena-Gama JR & M SG (1994) Effect Of A Yeast Culture (*Saccharomyces Cerevisiae*) On Neutral Detergent Fiber Digestion In Steers Fed Oat Straw Based Diets. *Animal Feed Science And Technology* **49**, 203-210.
- Plet J. (2007) Interêt De Données Commemoratives, Clinique Et Biochimique Pour Le Diagnostic Etiologique Et Le Prognostic Des Maladies Métaboliques Bovines Du Peripartum A L'origine De Décubitus. Etude De 91 Cas Clinique. These De Docteur Vétérinaire De L'ecole National Vétérinaire De Nantes (France) N-2007-053, 134 Pages.
- Production Variables In High Producing Holstein Dairy Cattle - *J Dairy Sci*, 1993 ; 76 : 3410-3419.
- Putnam, D.E., Shewab, C.G., Socha, M.T., Whitehouse, N.L., Kierstead, N.A. And Garthwaite, B.D. (1997). Effect Of Yeast Culture In The Diet Of Early Lactation Dairy Cows On Ruminal Fermentation And Passage Of Nitrogen Fraction And Amino Acids To The Small Intestine. *J. Dairy Sci.*, 80: 374-384.
- Raeth-Knight ML, Linn JG & Jung HG (2007) Effect Of Direct-Fed Microbials On Performance, Diet Digestibility, And Rumens Characteristics Of Holstein Dairy Cows. *Journal Of Dairy Science* **90**, 1802- 1809.
- Ramirez A, Ortega ME, Gonzalez S, Becerril C & Ayala J (2003) Effect Of Supplementation Of Two *Saccharomyces Cerevisiae* Strains On The Performance Of Growing Cows. *Cuban Journal Of Agricultural Science* **37**, 131-136.

- Rampal P (1996) Les Levures : Classification, Propriete, Utilisations Technologiques Et Therapeutiques. *Journal De Pediatrie Et De Puericulture* **9**, 185-186.
- Reist M., Erdin D., Von Euw D., Tschvemperfin K., *Et Al.* Estimation Of Energy Balance At The Individual And Herd Level Using Blood And Milk Traits In High Yielding Dairy Cows. *Journal Dairy Science*, 2002, **85** : 3314-3327.
- Rezaee M, Rezaeian M, Shahrehabak MM & Mirhadi SA (2006) The Effects Of Strain And Doses Of Saccharomyces Cerevisiae Supplementation On Performance, Total Rumen Bacterial Population And Blood Serum Metabolites In Male Holstein Calves. *Journal Of The Faculty Of Veterinary Medicine, University Of Tehran* **61**, 63-69.
- Robinson, P.H., 1997. Effect Of Yeast Culture (Saccharomyces Cerevisiae) On Adaptation Of Cows To Diets Postpartum. *J. Dairy Sci.* 80, 1119– 1125.
- Rodenburg J - Body Condition Scoring Of Dairy Cattle – Site Internet De L'ontario Ministry Of Agriculture, Food And Rural Affairs, Page Consultée Le 8 Décembre 2010, [En Ligne], Adresse Url : [Http://Www.Omafra.Gov.On.Ca/English/Livestock/Dairy/Facts/00-109.Htm](http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/dairy/facts/00-109.htm).
- Rose AH (1987) Yeast Culture, A Microorganism For All Species: A Theoretical Look At Its Mode Of Action. In: *Biotechnology In The Feed Industry.* , Pp. 113-118. Nicholasville, Kentucky, U.S.A.
- Roselli M, Finamore A, Britti MS, Bosi P, Oswald I & Mengheri E (2005) Alternatives To In-Feed Antibiotics In Pigs: Evaluation Of Probiotics, Zinc Or Organic Acids As Protective Agents For The Intestinal Mucosa. A Comparison Of In Vitro And In Vivo Results. *Animal Research* **54**, 203-218.
- Rosenberger G. (1977) Examen Special: Le Foie. In: *Xeamen Clinique Des Bovines.* Edition Du Point Vétérinaire, 2ième Edition.
- Ruegg P. L., Goodger W. J., Holmberg C. A., Weaver L. D & Huffman E. M. (1992) Relation Among Body Condition Score, Milk Production And Serum Urea Nitrogen And Cholesterol Concentration In High Producing In Holstein Dairy Cows In Early Lactation. *Journal Of Veterinary Research*, 53 (1): 5-9.
- Russell JB & Strobel HJ (1989) Effect Of Ionophores On Ruminal Fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* **55**, 1-6.
- Saha SK, Senani S, Padhi MK, Shome BR, Shome R & Ahlawat SPS (1999) Microbial Manipulation Of Rumen Fermentation Using Saccharomyces Cerevisiae As Probiotics. *Current Science* **77**, 696-697.

- Saha SK, Senani S, Padhi MK, Shome BR, Shome R & Ahlawat SPS (1999) Microbial Manipulation Of Rumen Fermentation Using *Saccharomyces Cerevisiae* As Probiotics. *Current Science* **77**, 696-697.
- Santos FAP, Carmo CD, Martinez JC, Pires AV & Bittar CMM (2006) Supplementing Yeast Culture (*Saccharomyces Cerevisiae*) For Late Lactating Dairy Cows Fed Diets Varying In Starch Content. *Revista Brasileira De Zootecnia-Brazilian Journal Of Animal Science* **35**, 1568-1575.
- Saremi B, Naserian AA, Bannayan M & Shahriary F (2004) Effect Of Yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) On Rumen Bacterial Population And Performance Of Holstein Female Calves. *Agricultural Sciences And Technology* **18**, Pe91-Pe103.
- Sauvant D., Giger-Reverdin S., Schmidely P(2004) 20<sup>th</sup> Altech Symposium, 221-229.
- Schelcher F., Valarcher J.F., Foucras G., Espinasse J, Profils Biochimiques :  
Scoring Chart For Holstein Dairy Cows - J Dairy Sci, 1989 ; 72 (1): 68-78.
- Shu Q & Gill HS (2001) A Dietary Probiotic (*Bifidobacterium Lactis* HN019) Reduces The Severity Of *Escherichia Coli* O157:H7 Infection In Mice. **189**, 147-152.
- Sobhani S, Valizade R, Naserian AA, Shahroudi FE, Tahmorespour M & Behgar M (2006) The Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* On Milk Yield And Composition And Performance Of Holstein Dairy Cow. *Agricultural Sciences And Technology* **20**, Pe53-Pe60.
- Soder, K.J., Holden, L.A., 1999. Dry Matter Intake And Milk Yield And Composition Of Cows Fed Yeast Prepartum And Postpartum. *J. Dairy Sci.* 82, 605–610.
- Spicer L. J., Vernon R. K., Turker W. E., Vietemann R. P., Hogue J. F. & Adams G. D. (1993) Effects Of Fat In Energy Balance, Plasma Concentration Of Hormones, And Reproduction In Dairy Cows. *Journal Of Dairy Science*, 76: 2664-2673.
- Tasker J. B. (1978) Reference Values For Clinical Chemistry Using The Coulter Chemistry System. *Cornell Vet.*, 68 (4): 729-753.
- Trocino A, Xiccato G, Carraro L & Jimenez G (2005) Effect Of Diet Supplementation With Toyocerin((R)) (*Bacillus Cereus* Var. Toyoi) On Performance And Health Of Growing Rabbits. *World Rabbit Science* **13**, 17-28.
- Trocino A, Xiccato G, Carraro L & Jimenez G (2005) Effect Of Diet Supplementation With Toyocerin((R)) (*Bacillus Cereus* Var. Toyoi) On Performance And Health Of Growing Rabbits. *World Rabbit Science* **13**, 17- 28.

- Underdahl NR, Torres-Medina A & Doster AR (1983) Effect Of Streptococcus Faecium C-68 In Control Of Escherichia Coli-Induced Diarrhea In Gnotobiotic Pigs. *Am. J. Vet. Res.* **43**, 2227–2232.
- Ushe TC & Nagy B (1985) Inhibition Of Small Intestinal Colonization Of Enterotoxigenic Escherichia Coli By Streptococcus Faecium M74 In Pigs. *Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg [B]* **181**, 374-382.
- Vagneur M. Biochimie De La Vache Laitière Appliquée A La Nutrition. *La Dépêche Technique*, 1992, **28**, 26 P.
- Van Winden S.C.L., Jorritsma R., Muller K.E., Noordhuizen J.P.T.M., Feed Intake, Milk Yield, And Metabolic Parameters Prior To Left Displaced Abomasum In Dairy Cows. *Journal Of Dairy Science*, 2003, 86(4), 1465-1471.
- Van Winden S.C.L., Kuiper R., Left Displacement Of The Abomasum In Dairy Cattle: Recent Developments In Epidemiological And Etiological Aspects. *Veterinary Research*, 2003, 34, 47-56.
- Varriél F. (1999). Les Examens Sanguins Chez Les Bovines. Des Clés Pour Utiliser La Biochimie Clinique. *Point Vétérinaire*, 30 (202): 25-30.
- Wallace RJ & Newbold CJ (1993) Rumen Fermentation And Its Application: The Development Of Yeast Cultures As Feed Additives. In *Biotechnology In The Feed Industry*, Pp. 173-192 [LT P, Editor. Nicholasville, Kentucky, U.S.A.: Alltech Technical Publications.
- Wallace Rj. (1994) Ruminant Microbiology, Biotechnology, And Ruminant Nutrition Progress And Problems. *Journal Of Animal Science*, 72. 2992-3003.
- Waltner Ss, Mcnamara Jp, Hillers Jk - Relationships Of Body Condition Score To
- Wattiaux M. A. & Armentano L. E. (2003) Nutrition Et Alimentation: Métabolismes Des Hydrates De Carbone. In: Institute Babcock Pour La Recherché Et Le Développement International Du Secteur Laitier. [Http:// Babcock. Cals. Wise. Edu.Html](http://Babcock.Cals.Wise.Edu.Html).
- Wattiaux M. A. & Grummer R. R. (2003) Nutrition Et Alimentation: Métabolismes Des Lipides. In: Institute Babcock Pour La Recherché Et Le Développement International Du Secteur Laitier. [Http:// Babcock. Cals. Wise. Edu.Html](http://Babcock.Cals.Wise.Edu.Html).
- Wendakoon CN, Fedio W, Macloed A & Ozi- Mek L (1998) In Vitro Inhibition Of Helicobacter Pylori By Dairy Starter Cultures. *Milchwissenschaft* 53, 499–502. In *Effets Des Probiotiques Et Prébiotiques Sur La Flore Et L'immunité De L'homme Adulte / Effects Of Probiotics And Prebiotics On Flora And Immunity In Adults*. AFSSA. **Février/February 2005**, 77-78.

- Wenus C, Goll R, Loken EB, Biong AS, Halvorsen DS & Florholmen J (2008) Prevention Of Antibiotic-associated Diarrhoea By A Fermented Probiotic Milk Drink. *European Journal Of Clinical Nutrition* **62**, 299-301.
- Wiedmeier RD, M.J. Arambel & J.L. Walters (1987) Effect Of Yeast Culture And/Or *Aspergillus Oryzae* Fermentation Extract On Ruminant Characteristics And Nutrient Digestibility. *J. Dairy Sci.* **70**, 2063-2068.
- Williams PE, Tait CA, Innes GM & Newbold CJ (1991) Effects Of The Inclusion Of Yeast Culture (*Saccharomyces Cerevisiae* Plus Growth Medium) In The Diet Of Dairy Cows On Milk Yield And Forage Degradation And Fermentation Patterns In The Rumen Of Steers. *J. Anim. Sci* **69**, 3016-3026.
- Williams PEV & Newbold CJ (1990) Rumen Probiosis: The Effects Of Novel Microorganisms On Rumen Fermentation And Ruminant Productivity. . In *Recent Advances In Animal Nutrition* Pp. 211-227.
- Wohlt, J.E., Corcione, T.T., Zajac, P.K., 1998. Effect Of Yeast On Feed Intake And Performance Of Cows Fed Diets Based On Corn Silage During Early Lactation. *J. Dairy Sci.* **81**, 1345–1352.
- Wohlt. J. E., A. D. Finkelstein, And C. H. Chung. 1991. Yeast Culture To Improve Intake, Nutrient Digestibility, And Performance By Dairy Cattle During Early Lactation. *J. Dairy Sci.* **74**:1395.
- Wolter R (1990) *Probiotiques: Les Règles Du Jeu*.
- Wolter R 1997 Alimentation De La Vache Laitière Autour Du Part. In Alimentation Des Bovins (Editor Wolter R), 3ème Edition. Paris. 263p.
- Wright EM, Martmn MG & Turk E (2003) Intestinal Absorption In Health And Disease--Sugars. *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology* **17**, 943-956.
- Wylegala S, Nowak W & Mikula R (2005) The Effect Of *Saccharomyces Cerevisiae* On The In Vitro Degradability Of Maize Grain, Cellulose And Wheat Straw Dry Matter. *Journal Of Animal And Feed Sciences* **14**, 315- 318.
- Zanini K, Marzotto M, Castellazzi A, Borsari A, Dellaglio F & Torriani S (2007) The Effects Of Fermented Milks With Simple And Complex Probiotic Mixtures On The Intestinal Microbiota And Immune Response Of Healthy Adults And Children. *International Dairy Journal* **17**, 1332-1343.

*Annexe*

Fiche technique de la levure *saccharomyces cerevisiae* SC 47 :

Heat resistant concentrated  
*Saccharomyces cerevisiae*

**SARL COALA  
HAI ABDOUNI  
N° 24 DAR EL BEIDA  
ALGER  
ALGERIE**

- Reserved exclusively to the manufacture of animal feed.
- Production/expiry dates and batch number printed on it
- Store in a cool and dry place.
- Recommended dosage : varies according to the species
- Registration number EC : E1702 - Temporary authorisation

**INGREDIENTS:** 1.10<sup>10</sup> colony forming units (CFU/g) of *Saccharomyces cerevisiae* strain NCYC Sc 47  
\*Registration number - National Collection of Yeast Culture

**MANUFACTURED BY :** Société Industrielle LESAFFRE  
137, rue Gabriel Péri  
59703 Marcq-en-Barœul - FRANCE  
αFR593781001

---

Concentré thermostable de levures vivantes  
*Saccharomyces cerevisiae* souche Sc 47

- Réservé exclusivement à la fabrication d'aliments pour animaux.
- Dates de production/expiration et références du lot de fabrication indiquées sur l'emballage.
- Stocker dans un endroit frais et sec.
- Dose d'utilisation recommandée : variable selon l'espèce et le stade physiologique de l'animal.
- N° enregistrement EU : E1702 - Autorisation temporaire, chapitre IV : 3

**INGRÉDIENTS :** 1.10<sup>10</sup> unités formant colonie (UFC/g) de *Saccharomyces cerevisiae* souche NCYC Sc 47  
\* Numéro de dépôt au National Collection of Yeast Culture, Grande-Bretagne

**FABRIQUÉ PAR :** Société Industrielle LESAFFRE  
137, rue Gabriel Péri  
59703 Marcq-en-Barœul - FRANCE  
αFR593781001

---

耐热浓缩活酵母  
(*Saccharomyces cerevisiae*, Sc 47 strain)

- 专用于动物饲料的生产
- 生产日期/到期日期及批产编号印于包装袋上
- 储存于阴凉干燥的地方
- 推荐剂量：根据动物品种和其不同生理阶段决定
- EC注册编号：E1702 - 临时批号，第四章：3

**成分：**每克含1.10<sup>10</sup>个菌落单位 (CFU/g) 天然酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) NCYC Sc 47  
\*英国酵母培养所注册号

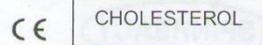
**制造商：**法国乐斯福工业公司  
137, rue Gabriel Péri  
59703 Marcq-en-Barœul - 法国  
αFR593781001

---

مركز من الخمائر الحية مقاوم للحرارة

- مخصص لأغذية الحيوانات فقط.
- تاريخ الصنع / تاريخ انتهاء الصلاحية - مراجع مجموعة التصنيع مشار إليها على العبوة.
- يحتفظ به في مكان بارد وجاف
- جرعة الاستعمال الموصى بها : تختلف حسب أنواع الحيوانات وحسب حالتهم الفيزيولوجية.
- رقم التسجيل في الاتحاد الأوروبي : E1702 - ترخيص مؤقت، الفصل الرابع : 3
- المكونات : 1.10<sup>10</sup> وحدات تشكل مجموعة (UFC/g) من ساكاروميسز سيريفيزاي أصل NCYC Sc 47  
\* رقم الإيداع في : National Collection of Yeast Culture في بريطانيا العظمى
- المصنوع من طرف : الشركة الصناعية لوسافر
- شارع غابرييل بيري 59703 مارك أن بارويل - فرنسا  
αFR593781001

Fiche technique du cholestérol



**Cholesterol**

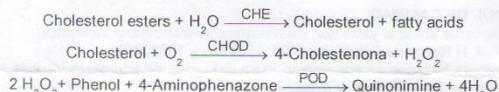
CHOD-POD. Enzymatic colorimetric

**Quantitative determination of cholesterol IVD**

Store at 2-8°C

**PRINCIPLE OF THE METHOD**

The cholesterol present in the sample originates a coloured complex, according to the following reaction:



The intensity of the color formed is proportional to the cholesterol concentration in the sample<sup>1,2</sup>.

**CLINICAL SIGNIFICANCE**

Cholesterol is a fat-like substance that is found in all body cells. The liver makes all of the cholesterol the body needs to form cell membranes and to make certain hormones.

The determination of serum cholesterol is one of the important tools in the diagnosis and classification of lipemia. High blood cholesterol is one of the major risk factors for heart disease<sup>5,6</sup>.

Clinical diagnosis should not be made on a single test result; it should integrate clinical and other laboratory data.

**REAGENTS**

R 1	PIPES pH 6.9	90 mmol/L
Buffer	Phenol	26 mmol/L
R 2	Cholesterol esterase (CHE)	300 U/L
	Cholesterol oxidase (CHOD)	300 U/L
	Peroxidase (POD)	1250 U/L
	4 - Aminophenazone (4-AP)	0.4 mmol/L
CHOLESTEROL CAL	Cholesterol aqueous primary standard 200 mg/dL	

**PREPARATION**

Working reagent (WR): Dissolve (→) the contents of one vial R 2 Enzymes in one bottle of R 1 Buffer.

Cap and mix gently to dissolve contents.

(WR) is stable: 4 months at 2-8°C or 40 days at 15-25°C.

Avoid direct sunlight.

**STORAGE AND STABILITY**

All the components of the kit are stable until the expiration date on the label when stored tightly closed at 2-8°C, protected from light and contaminations prevented during their use.

Do not use reagents over the expiration date.

**Signs of reagent deterioration:**

- Presence of particles and turbidity.
- Blank absorbance (A) at 505 nm ≥ 0.1.

**ADDITIONAL EQUIPMENT**

- Spectrophotometer or colorimeter measuring at 505 nm (500-550).
- Matched cuvettes 1.0 cm light path.
- General laboratory equipment.

**SAMPLES**

Serum or plasma<sup>1,2</sup>: Stability of the sample for 7 days at 2-8°C or freezing at -20°C will keep samples stable for a few months.

**PROCEDURE**

- Assay conditions:  
Wavelength: ..... 505 nm (500-550)  
Cuvette: ..... 1 cm light path  
Temperature ..... 37°C / 15-25°C
- Adjust the instrument to zero with distilled water.
- Pipette into a cuvette:

	Blank	Standard	Sample
WR (mL)	1.0	1.0	1.0
Standard <sup>(Note 1-2)</sup> (µL)	--	10	--
Sample (µL)	--	--	10

- Mix and incubate for 5 min. at 37°C or 10 min. at room temperature.

- Read the absorbance (A) of the samples and Standard, against the Blank. The colour is stable for at least 60 minutes.

**CALCULATIONS**

$$\frac{(A)\text{Sample}}{(A)\text{Standard}} \times 200 \text{ (Standard conc.)} = \text{mg/dL cholesterol in the sample}$$

Conversion factor: mg/dL x 0.0258 = mmol/L.

**QUALITY CONTROL**

Control sera are recommended to monitor the performance of assay procedures: SPINROL H Normal and Pathologic (Ref. 1002120 and 1002210).

If control values are found outside the defined range, check the instrument, reagents and calibrator for problems.

Each laboratory should establish its own Quality Control scheme and corrective actions if controls do not meet the acceptable tolerances.

**REFERENCE VALUES**

Risk evaluation<sup>5,6</sup>:

Less than 200 mg/dL	Normal
200-239 mg/dL	Borderline
240 mg/dL and above	High

These values are for orientation purpose; each laboratory should establish its own reference range.

**PERFORMANCE CHARACTERISTICS**

Measuring range: From detection limit of 0,6 mg/dL to linearity limit of 600 mg/dL.

If the results obtained were greater than linearity limit, dilute the sample 1/2 with NaCl 9 g/L and multiply the result by 2.

Precision:

	Intra-assay (n=20)		Inter-assay (n=20)	
	Mean (mg/dL)	SD	Mean (mg/dL)	SD
Mean (mg/dL)	90.1	305	90.4	301
SD	0.64	3.30	1.12	2.30
CV (%)	0.71	1.08	1.24	0.76

Sensitivity: 1 mg/dL = 0.002 A.

Accuracy: Results obtained using SPINREACT reagents (y) did not show systematic differences when compared with other commercial reagents (x).

The results obtained using 50 samples were the following:

Correlation coefficient (r): 0.995.

Regression equation: y = 1.004x - 0.931

The results of the performance characteristics depend on the analyzer used.

**INTERFERENCES**

Hemoglobin up to 5 g/L and bilirubin up to 10 mg/dL, do not interfere<sup>1,2</sup>.

A list of drugs and other interfering substances with cholesterol determination has been reported by Young et al.<sup>3,4</sup>.

**NOTES**

- CHOLESTEROL CAL: Proceed carefully with this product because due its nature it can get contaminated easily.
- LCF (Lipid Clearing Factor) is integrated in the reagent.
- Calibration with the aqueous Standard may cause a systematic error in automatic procedures. In these cases, it is recommended to use a serum Calibrator.
- Use clean disposable pipette tips for its dispensation.
- SPINREACT has instruction sheets for several automatic analyzers. Instructions for many of them are available on request.

**BIBLIOGRAPHY**

- Naito H.K. Cholesterol. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto, Princeton 1984; 1194-11206 and 437.
- Meiattini F. et al. The 4-hydroxybenzoate/4-aminophenazone Chromogenic System. Clin Chem 1978; 24 (12): 2161-2165.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

**PACKAGING**

Ref: 1001090	10 x 50 mL
Ref: 1001091	10 x 20 mL
Ref: 1001092	4 x 125 mL
Ref: 1001093	4 x 250 mL



# Fiche technique des protéines plasmatiques totales



TOTAL PROTEIN

## Total protein

Biuret. Colorimetric

### Quantitative determination of total protein IVD

Store at 2-8°C

#### PRINCIPLE OF THE METHOD

Proteins give an intensive violet-blue complex with copper salts in an alkaline medium. Iodide is included as an antioxidant. The intensity of the color formed is proportional to the total protein concentration in the sample<sup>1,4</sup>.

#### CLINICAL SIGNIFICANCE

The proteins are macromolecular organic compounds, widely distributed in the organism. They act like structural and transport elements. The proteins of the serum are divided in two fractions, albumin and globulins.

The determination of total proteins is useful in the detection of:  
 - High protein levels caused by hemoconcentration like in the dehydrations or increase in the concentration of specific proteins.  
 - Low protein level caused by hemodilution by an impaired synthesis or loss (as by hemorrhage) or excessive protein catabolism<sup>4,5</sup>.  
 Clinical diagnosis should not be made on a single test result; it should integrate clinical and other laboratory data.

#### REAGENTS

R	Sodium potassium tartrate	15 mmol/L
	Sodium iodide	100 mmol/L
Biuret	Potassium iodide	5 mmol/L
	Copper (II) sulphate	19 mmol/L
T PROTEIN CAL	Bovine albumin primary standard	7 g/dL

#### PRECAUTIONS

Corrosive (C); R35: Causes severe burns.  
 Copper (II) sulphate: Environmentally dangerous (N); R50/53: Harmful to aquatic organisms, may cause long-term adverse effects in the aquatic environment.  
 S22: Do not breathe the dust. S60: This material and its container must be disposed of as hazardous waste. S61: Avoid release to the environment. Refer to special instructions/safety data sheets.

#### PREPARATION

The reagents are ready to use.

#### STORAGE AND STABILITY

All the components of the kit are stable until the expiration date on the label when stored tightly closed at 2-8°C protected from light and contaminations prevented during their use.  
 Do not use reagents over the expiration date.

#### Signs of reagent deterioration:

- Presence of particles and turbidity.
- Blank absorbance (A) at 540 nm ≥ 0.22.

#### ADDITIONAL EQUIPMENT

- Spectrophotometer or colorimeter measuring at 540 nm.
- Matched cuvettes 1.0 cm light path.
- General laboratory equipment.

#### SAMPLES

Serum or heparinized plasma<sup>1</sup>:  
 Stability of the sample: 1 month at refrigerator (2-8°C).

#### PROCEDURE

- Assay conditions:  
 Wavelength: 540 (530-550) nm  
 Cuvette: 1 cm. light path  
 Temperature: 37°C / 15-25°C
- Adjust the instrument to zero with distilled water.
- Pipette into a cuvette:

	Blank	Standard	Sample
R (mL)	1.0	1.0	1.0
Standard (Note 1-2) (µL)	--	25	--
Sample (µL)	--	--	25

- Mix and incubate 5 min at 37°C or 10 min at room temperature.
- Read the absorbance (A) of the samples and Standard, against the Blank. The colour is stable for at least 30 minutes.

#### CALCULATIONS

$$\frac{(A) \text{ Sample}}{(A) \text{ Standard}} \times 7 (\text{Standard conc.}) = \text{g/dL of total protein in the sample}$$

#### QUALITY CONTROL

Control sera are recommended to monitor the performance of assay procedures: SPINROL H Normal and Pathologic (Ref. 1002120 and 1002210).  
 If control values are found outside the defined range, check the instrument, reagents and calibrator for problems.  
 Each laboratory should establish its own Quality Control scheme and corrective actions if controls do not meet the acceptable tolerances.

#### REFERENCE VALUES<sup>1</sup>

Adults: 6.6 – 8.3 g/dL  
 Newborn: 5.2 – 9.1 g/dL  
 These values are for orientation purpose; each laboratory should establish its own reference range.

#### PERFORMANCE CHARACTERISTICS

**Measuring range:** From detection limit of 0,20 g/dL to linearity limit of 15 g/dL.  
 If the results obtained were greater than linearity limit, dilute the sample 1/2 with NaCl 9 g/L and multiply the result by 2.  
**Precision:**

	Intra-assay (n=20)		Inter-assay (n=20)	
Mean (g/dL)	5.07	9.64	5.15	9.74
SD	0.04	0.08	0.06	0.14
CV (%)	0.88	0.90	1.23	1.43

**Sensitivity:** 1 g/dL = 0,07 A.  
**Accuracy:** Results obtained using SPINREACT reagents (y) did not show systematic differences when compared with other commercial reagents (x). The results obtained using 50 samples were the following:  
 Correlation coefficient (r): 0.9918.  
 Regression equation: y = 1.0164x – 0.1264.  
 The results of the performance characteristics depend on the analyzer used.

#### INTERFERENCES

Hemoglobin and lipemia<sup>1,4</sup>.  
 A list of drugs and other interfering substances with total protein determination has been reported by Young et al.<sup>2,3</sup>.

#### NOTES

- T PROTEIN CAL: Proceed carefully with this product because due its nature it can get contaminated easily.
- Calibration with the aqueous standard may cause a systematic error in automatic procedures. In these cases, it is recommended to use a serum Calibrator.
- Use clean disposable pipette tips for its dispensation.
- SPINREACT has instruction sheets for several automatic analyzers. Instructions for many of them are available on request.

#### BIBLIOGRAPHY

- Koller A. Total serum protein. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1316-1324 and 418.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

#### PACKAGING

Ref: 1001291  Cont. 2 x 250 mL  
 Ref: 1001290  2 x 50 mL

BSIS30-I Ed.2008



SPINREACT, S.A.U. Ctra.Santa Coloma, 7 E-17176 SANT ESTEVE DE BAS (GI) SPAIN  
 Tel. +34 972 69 08 00 Fax +34 972 69 00 99. e-mail: spinreact@spinreact.com

Fiche technique de l'albumine



ALBUMIN

Albumin

Bromcresol green. Colorimetric

**Quantitative determination of albumin IVD**

Store at 2-8°C

**PRINCIPLE OF THE METHOD**

Albumin in the presence of bromcresol green at a slightly acid pH, produces a colour change of the indicator from yellow-green to green-blue. The intensity of the color formed is proportional to the albumin concentration in the sample<sup>1,2,3,4</sup>.

**CLINICAL SIGNIFICANCE**

One of the most important serum proteins produced in the liver is albumin.

This molecule has an extraordinarily wide range of functions, including nutrition, maintenance of oncotic pressure and transport of Ca<sup>2+</sup>, bilirubin, free fatty acid, drugs and steroids. Variation in albumin levels indicate liver diseases, malnutrition, skin lesions such as dermatitis and burns or dehydration<sup>1,7,8</sup>. Clinical diagnosis should not be made on a single test result; it should integrate clinical and other laboratory data.

**REAGENTS**

R	Bromcresol green pH 4.2	0.12 mmol/L
ALBUMIN CAL	Albumin aqueous primary standard 5 g/dL	

**PREPARATION**

Reagent and calibrator are ready to use.

**STORAGE AND STABILITY**

All the components of the kit are stable until the expiration date on the label when stored tightly closed at 2-8°C, protected from light and contaminations prevented during their use. Do not use reagents over the expiration date.

**Signs of reagent deterioration:**

- Presence of particles and turbidity.
- Blank absorbance (A) at 630 nm ≥ 0.40.

**ADDITIONAL EQUIPMENT**

- Spectrophotometer or colorimeter measuring at 630 nm.
- Matched cuvettes 1.0 cm light path.
- General laboratory equipment.

**SAMPLES**

Serum or plasma, free of hemolysis<sup>1</sup>: Stability 1 month at 2-8°C or 1 week at 15-25°C.

**PROCEDURE**

- Assay conditions:  
Wavelength: ..... 630 nm (600-650)  
Cuvette: ..... 1 cm light path  
Temperature ..... 15-25°C
- Adjust the instrument to zero with distilled water.
- Pipette into a cuvette:

	Blank	Standard	Sample
R (mL)	1.0	1.0	1.0
Standard (Note 1-2) (μL)	--	5	--
Sample (μL)	--	--	5

- Mix and incubate for 10 min at room temperature (15-25°C).
- Read the absorbance (A) of the samples and Standard, against the Blank.  
The colour is stable 1 hour at room temperature.

**CALCULATIONS**

$$\frac{(A)_{\text{Sample}}}{(A)_{\text{Standard}}} \times 5 \text{ (Standard conc.)} = \text{g/dL albumin in the sample}$$

Conversion factor: g/dL x 144.9 = μmol/L

**QUALITY CONTROL**

Control sera are recommended to monitor the performance of assay procedures: SPINTROL H Normal and Pathologic (Ref. 1002120 and 1002210).

If control values are found outside the defined range, check the instrument, reagents and calibrator for problems. Each laboratory should establish its own Quality Control scheme and corrective actions if controls do not meet the acceptable tolerances.

**REFERENCE VALUES**

3.5 to 5.0 g/dL<sup>1</sup>.

These values are for orientation purpose; each laboratory should establish its own reference range.

**PERFORMANCE CHARACTERISTICS**

Measuring range: From detection limit of 0.04 g/dL to linearity limit of 6 g/dL.

If the results obtained were greater than linearity limit, dilute the sample 1/2 with NaCl 9 g/L and multiply the result by 2.

Precision:

Mean (g/dL)	Intra-assay (n=20)		Inter-assay (n=20)	
	3.38	5.80	3.30	5.67
SD	0.02	0.03	0.26	0.04
CV (%)	0.52	0.49	0.78	0.69

Sensitivity: 1 g/dL = 0.126 A.

Accuracy: Results obtained using SPINREACT reagents (y) did not show systematic differences when compared with other commercial reagents (x).

The results obtained using 50 samples were the following:

Correlation coefficient (r): 0.99.

Regression equation: y = 0.98x + 0.09.

The results of the performance characteristics depend on the analyzer used.

**INTERFERENCES**

Bilirubin up to 110 mg/L, hemoglobin up to 1 g/L and lipemic sera up to 10 g/L no interfere<sup>1,4</sup>.

A list of drugs and other interfering substances with albumin determination has been reported by Young et al.<sup>5,6</sup>

**NOTES**

- ALBUMIN CAL: Proceed carefully with this product because due its nature it can get contaminated easily.
- Calibration with the aqueous Standard may cause a systematic error in automatic procedures. In these cases, it is recommended to use a serum Calibrator.
- Use clean disposable pipette tips for its dispensation.
- SPINREACT has instruction sheets for several automatic analyzers. Instructions for many of them are available on request.

**BIBLIOGRAPHY**

- Gendler S. Uric acid. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1268-1273 and 425.
- Rodkey F.L. Clin Chem 1965; 11: 478-487.
- Webster D. Clin Chem. 1974; Acta 53: 109-115.
- Doumas BT Clin Chem. 1971; Acta 31: 87-96.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

**PACKAGING**

Ref: 1001020	Cont.	2 x 250 mL
Ref: 1001023		2 x 50 mL



## Fiche technique de la créatinine



CREATININE -J

## Creatinine

Jaffé. Colorimetric - kinetic

## Quantitative determination of creatinine

## IVD

Store at 2-8°C

## PRINCIPLE OF THE METHOD

The assay is based on the reaction of creatinine with sodium picrate as described by Jaffé.

Creatinine reacts with alkaline picrate forming a red complex. The time interval chosen for measurements avoids interferences from other serum constituents.

The intensity of the color formed is proportional to the creatinine concentration in the sample<sup>1</sup>.

## CLINICAL SIGNIFICANCE

Creatinine is the result of the degradation of the creatine, component of muscles, it can be transformed into ATP, that is a source of high energy for the cells. The creatinine production depends on the modification of the muscular mass, and it varies little and the levels usually are very stable.

Is excreted by the kidneys. With progressive renal insufficiency there is retention in blood of urea, creatinine and uric acid.

Elevate creatinine level may be indicative of renal insufficiency<sup>1,4,5</sup>.

Clinical diagnosis should not be made on a single test result; it should integrate clinical and other laboratory data.

## REAGENTS

<b>R 1</b>	Picric acid	17.5 mmol/L
Picric Reagent		
<b>R 2</b>	Sodium hydroxide	0.29 mol/L
Alkaline Reagent		
<b>CREATININE CAL</b>	Creatinine aqueous primary standard	2 mg/dL

## PRECAUTIONS

R1 (Picric acid): Corrosive (C); R35: Causes severe burns.

R2 (NaOH): Irritant (Xi); R36/38: Irritating to eyes and skin; S26: In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice. S37/39: Wear suitable gloves and eye/face protection. S45: In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately.

## PREPARATION

Working reagent (WR):

Mix equal volumes of R 1 Picric Reagent and R 2 Alkaline reagent.

The working reagent is stable for 10 days at 15-25°C.

## STORAGE AND STABILITY

All the components of the kit are stable until the expiration date on the label when stored tightly closed at 2-8°C, protected from light and contaminations prevented during their use.

Do not use reagents over the expiration date.

## Signs of reagent deterioration:

- Presence of particles and turbidity.
- Blank absorbance (A) at 492 nm  $\geq 1.80$ .

## ADDITIONAL EQUIPMENT

- Spectrophotometer or colorimeter measuring at 492 nm (490-510).
- Matched cuvettes 1.0 cm light path.
- General laboratory equipment.

## SAMPLES

- Serum or heparinized plasma<sup>1</sup>.

Creatinine stability: 24 hours at 2-8°C.

- Urine<sup>1</sup>: Dilute sample 1/50 with distilled water. Mix. Multiply results by 50 (dilution factor);

Creatinine stability: 7 days at 2-8°C.

## PROCEDURE

1. Assay conditions:

Wavelength: ..... 492 nm (490-510)

Cuvette: ..... 1 cm. light path

Temperature: ..... 37°C / 15-25°C

2. Adjust the instrument to zero with distilled water.

3. Pipette into a cuvette:

	Blank	Standard	Sample
WR (mL)	1.0	1.0	1.0
Standard <sup>(Note 1,2)</sup> ( $\mu$ L)	--	100	--
Sample ( $\mu$ L)	--	--	100

4. Mix and start stopwatch.

5. Read the absorbance (A<sub>1</sub>) after 30 seconds and after 90 seconds (A<sub>2</sub>) of the sample addition.

6. Calculate:  $\Delta A = A_2 - A_1$ .

## CALCULATIONS

$$\frac{\Delta A \text{ Sample} - \Delta A \text{ Blank}}{\Delta A \text{ Standard} - \Delta A \text{ Blank}} \times Z \text{ (Standard conc.)} = \text{mg/dL of creatinine in the sample}$$

$$\text{Conversion factor: mg/dL} \times 88.4 = \mu\text{mol/L}$$

## QUALITY CONTROL

Control sera are recommended to monitor the performance of assay procedures: SPINROL H Normal and Pathologic (Ref. 1002120 and 1002210).

If control values are found outside the defined range, check the instrument, reagents and calibrator for problems.

Each laboratory should establish its own Quality Control scheme and corrective actions if controls do not meet the acceptable tolerances.

REFERENCE VALUES<sup>1</sup>

Serum or plasma:

Male 0.7 - 1.4 mg/dL  $\equiv$  61.8 - 123.7  $\mu$ mol/L

Female 0.6 - 1.1 mg/dL  $\equiv$  53.0 - 97.2  $\mu$ mol/L

Urine: 15-25 mg/Kg/24 h

Male 10 - 20 mg/Kg/24 h  $\equiv$  88 - 177  $\mu$ mol/Kg/24 h

Female 8 - 18 mg/Kg/24 h  $\equiv$  71 - 177  $\mu$ mol/Kg/24 h

These values are for orientation purpose; each laboratory should establish its own reference range.

## PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Measuring range: From detection limit of 0.09 mg/dL to linearity limit of 15 mg/dL.

If the results obtained were greater than linearity limit, dilute the sample 1/2 with NaCl 9 g/L and multiply the result by 2.

## Precision:

Mean (mg/dL)	Intra-assay (n=20)		Inter-assay (n=20)	
	1.06	3.58	1.03	3.31
SD	0.22	0.06	0.04	0.06
CV (%)	2.07	1.54	3.97	1.75

Sensitivity: 1 mg/dL =  $\Delta A$  0.03 A/min, mg/dL

Accuracy: Results obtained using SPINREACT reagents (y) did not show systematic differences when compared with other commercial reagents (x).

The results obtained using 50 samples were the following:

Correlation coefficient (r): 0.986

Regression equation:  $y = 0.975x + 0.047$

The results of the performance characteristics depend on the analyzer used.

## INTERFERENCES

Hemoglobin (1 g/L), Bilirubin (55 mg/dL), interfere<sup>1</sup>.

A list of drugs and other interfering substances with creatinine determination has been reported by Young et al.<sup>2,3</sup>.

## NOTES

1. CREATININE CAL: Proceed carefully with this product because due its nature it can get contaminated easily.
2. Calibration with the aqueous Standard may cause a systematic error in automatic procedures. In these cases, it is recommended to use a serum Calibrator.
3. Use clean disposable pipette tips for its dispensation.
4. SPINREACT has instruction sheets for several automatic analyzers. Instructions for many of them are available on request.

## BIBLIOGRAPHY

1. Murray R.L. Creatinine. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1261-1266 and 418.
2. Young D.S. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
3. Young D.S. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
4. Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
5. Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

## PACKAGING

Ref: 1001111	Cont.	2 x 150 mL
Ref: 1001113		4 x 250 mL



## Fiche technique du glucose



GLUCOSE -LQ

## Glucose

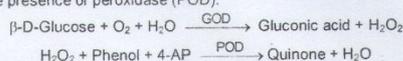
GOD-POD. Liquid

Quantitative determination of glucose  
IVD

Store at 2-8°C

## PRINCIPLE OF THE METHOD

Glucose oxidase (GOD) catalyses the oxidation of glucose to gluconic acid. The formed hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), is detected by a chromogenic oxygen acceptor, phenol, 4 - aminophenazone (4-AP) in the presence of peroxidase (POD):



The intensity of the color formed is proportional to the glucose concentration in the sample<sup>1,2</sup>.

## CLINICAL SIGNIFICANCE

Glucose is a major source of energy for most cells of the body; insulin facilitates glucose entry into the cells. Diabetes is a disease manifested by hyperglycemia; patients with diabetes demonstrate an inability to produce insulin<sup>1,5,6</sup>. Clinical diagnosis should not be made on a single test result; it should integrate clinical and other laboratory data.

## REAGENTS

R	TRIS pH 7.4	92 mmol/L
	Phenol	0.3 mmol/L
	Glucose oxidase (GOD)	15000 U/L
	Peroxidase (POD)	1000 U/L
	4 - Aminophenazone (4-AP)	2.6 mmol/L
GLUCOSE CAL	Glucose aqueous primary standard	100 mg/dL

## PREPARATION

Reagent and calibrator provided are ready to use.

## STORAGE AND STABILITY

All the components of the kit are stable until the expiration date on the label when stored tightly closed at 2-8°C, protected from light and contaminations prevented during their use.

Do not use reagents over the expiration date.

## SIGNS OF REAGENT DETERIORATION:

- Presence of particles and turbidity.
- Blank absorbance (A) at 505 nm  $\geq 0.32$ .

## ADDITIONAL EQUIPMENT

- Spectrophotometer or colorimeter measuring at 505 nm.
- Matched cuvettes 1.0 cm light path.
- General laboratory equipment.

## SAMPLES

Serum or plasma, free of hemolysis<sup>1</sup>:

Serum should be removed from the clot as quickly as possible.

Stability of the sample: Glucose in serum or plasma is stable at 2-8° for 3 days.

## PROCEDURE

- Assay conditions:
  - Wavelength: ..... 505 nm (490-550)
  - Cuvette: ..... 1 cm light path
  - Temperature: ..... 37°C / 15-25°C
- Adjust the instrument to zero with distilled water.
- Pipette into a cuvette:

	Blank	Standard	Sample
R (mL)	1.0	1.0	1.0
Standard <sup>(Note 1,2)</sup> (µL)	--	10	--
Sample (µL)	--	--	10

- Mix and incubate for 10 min at 37°C or 30 min at room temperature (15-25°C).
- Read the absorbance (A) of the samples and standard, against the Blank. The colour is stable for at least 30 minutes.

## CALCULATIONS

$$\frac{(A)\text{Sample}}{(A)\text{Standard}} \times 100 (\text{Standard conc.}) = \text{mg/dL glucose in the sample}$$

Conversion factor: mg/dL x 0.0555 = mmol/L.

## QUALITY CONTROL

Control sera are recommended to monitor the performance of assay procedures: SPINROL H Normal and Pathologic (Ref. 1002120 and 1002210).

If control values are found outside the defined range, check the instrument, reagent and calibration for problems.

Each laboratory should establish its own Quality Control scheme and corrective actions if controls do not meet the acceptable tolerances.

REFERENCE VALUES<sup>1</sup>

Serum or plasma:

$$60 - 110 \text{ mg/dL} \approx 3.33 - 6.10 \text{ mmol/L}$$

These values are for orientation purpose; each laboratory should establish its own reference range.

## PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Measuring range: From detection limit 1 mg/dL to linearity limit 500 g/dL.

If the concentration is greater than linearity limit dilute 1/2 the sample with C1Na 9 g/L and multiply the result by 2.

## Precision:

	Intra-assay (n=20)		Inter-assay (n=20)	
Mean (mg/dL)	94.9	238	98.6	246
SD	1.99	4.11	3.04	5.00
CV (%)	2.10	1.73	3.09	2.03

Sensitivity: 1 mg/dL = 0.0035 (A).

Accuracy: Results obtained using SPINREACT reagents (y) did not show systematic differences when compared with other commercial reagent (x).

The results obtained using 50 samples were the following:

Correlation coefficient (r): 0.9929.

Regression equation:  $y = 0.9901x + 1.0515$ .

The results of the performance characteristics depend on the analyzer used.

## INTERFERENCES

Hemoglobin up to 19 g/L and bilirubin up to 100 mg/L, do not interfere<sup>1</sup>.

A list of drugs and other interfering substances with glucose determination has been reported by Young et al.<sup>3,4</sup>

## NOTES

- GLUCOSE CAL: Proceed carefully with this product because due its nature it can get contaminated easily.
- Calibration with the aqueous standard may cause a systematic error in automatic procedures. In these cases, it is recommended to use a serum Calibrator.
- Use clean disposable pipette tips for its dispensation.
- SPINREACT has instruction sheets for several automatic analyzers. Instructions for many of them are available on request.

## BIBLIOGRAPHY

- Kaplan L.A. Glucose. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1032-1036.
- Trinder P. Ann Clin Biochem 1969; 6 24-33.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz NW et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

## PACKAGING

Ref: 41010		2 x 50 mL
Ref: 41012	Cont.	2 x 100 mL
Ref: 41011		2 x 250 mL
Ref: 41013		1 x 1000 mL

BSIS46-I Ed.2007



SPINREACT,S.A.U Ctra.Santa Coloma. 7 E-17176 SANT ESTEVE DE BAS (GI) SPAIN  
Tel. +34 972 69 08 00 Fax +34 972 69 00 99. e-mail: spinreact@spinreact.com

## Fiche technique des triglycérides





TRIGLYCERIDES

## Triglycerides

GPO-POD. Enzymatic colorimetric

---

**Quantitative determination of triglycerides IVD**

Store at 2-8°C

**PRINCIPLE OF THE METHOD**

Sample triglycerides incubated with lipoprotein lipase (LPL), liberate glycerol and free fatty acids. Glycerol is converted to glycerol-3-phosphate (G3P) and adenosine-5-diphosphate (ADP) by glycerol kinase and ATP. Glycerol-3-phosphate (G3P) is then converted by glycerol phosphate dehydrogenase (GPO) to dihydroxyacetone phosphate (DAP) and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). In the last reaction, hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) reacts with 4-aminophenazone (4-AP) and p-chlorophenol in presence of peroxidase (POD) to give a red colored dye.

$$\begin{array}{l} \text{Triglycerides} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{LPL}} \text{Glycerol} + \text{free fatty acids} \\ \text{Glycerol} + \text{ATP} \xrightarrow{\text{Glycerol kinase}} \text{G3P} + \text{ADP} \\ \text{G3P} + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{GPO}} \text{DAP} + \text{H}_2\text{O}_2 \\ \text{H}_2\text{O}_2 + 4\text{-AP} + \text{p-Chlorophenol} \xrightarrow{\text{POD}} \text{Quinone} + \text{H}_2\text{O} \end{array}$$

The intensity of the color formed is proportional to the triglycerides concentration in the sample<sup>1,2,3</sup>.

**CLINICAL SIGNIFICANCE**

Triglycerides are fats that provide energy for the cell. Like cholesterol, they are delivered to the body's cells by lipoproteins in the blood. A diet with a lot of saturated fats or carbohydrates will raise the triglyceride levels. The increases in serum triglycerides are relatively non-specific. For example liver dysfunction resulting from hepatitis, extra hepatic biliary obstruction or cirrhosis, diabetes mellitus is associated with the increase<sup>3,6,7</sup>.

Clinical diagnosis should not be made on a single test result; it should integrate clinical and other laboratory data.

**REAGENTS**

<b>R 1</b>	GOOD pH 7.5	50 mmol/L
Buffer	p-Chlorophenol	2 mmol/L
<b>R 2</b>	Lipoprotein lipase (LPL)	150000 U/L
	Glycerolkinase (GK)	500 U/L
	Glycerol-3-oxidasa (GPO)	2500 U/L
	Peroxidase (POD)	440 U/L
	4 - Aminophenazone (4-AP)	0.1 mmol/L
ATP	0.1 mmol/L	
<b>TRIGLYCERIDES CAL</b>	Triglycerides aqueous primary standard 200 mg/dL	

**PREPARATION**

Working reagent (WR): Dissolve (→) the contents of one vial R 2 Enzymes into one bottle of R 1 Buffer.

Ref: 1001310 Working reagent (WR): Dissolve (→) the contents of one vial R 2 Enzymes in 10 mL of R 1 Buffer.

Cap and mix gently to dissolve contents.

WR stability: 6 weeks at 2-8°C or 1 week at room temperature (15-25°C).

**STORAGE AND STABILITY**

All the components of the kit are stable until the expiration date on the label when stored tightly closed at 2-8°C, protected from light and contaminations prevented during their use. Do not use reagents over the expiration date.

**Signs of reagent deterioration:**

- Presence of particles and turbidity.
- Blank absorbance (A) at 505 nm  $\geq$  0.14.

**ADDITIONAL EQUIPMENT**

- Spectrophotometer or colorimeter measuring at 505 nm.
- Matched cuvettes 1.0 cm light path.
- General laboratory equipment.

**SAMPLES**

Serum or heparinized or EDTA plasma<sup>1</sup>. Stability of the sample: 5 days at 2-8°C.

**PROCEDURE**

- Assay conditions:
  - Wavelength: ..... 505 nm (490-550)
  - Cuvette: ..... 1 cm light path
  - Temperature: ..... 37°C / 15-25°C
- Adjust the instrument to zero with distilled water.

3. Pipette into a cuvette:

	Blank	Standard	Sample
WR (mL)	1.0	1.0	1.0
Standard <sup>(Note 1,2)</sup> (μL)	--	10	--
Sample (μL)	--	--	10

4. Mix and incubate for 5 min. at 37°C or 10 min. at room temperature.

5. Read the absorbance (A) of the samples and Standard, against the Blank. The colour is stable for at least 30 minutes.

**CALCULATIONS**

(A) Sample  $\times 200$  (Standard conc.) = mg/dL triglycerides in the sample

(A) Standard  $\times 200$  (Standard conc.) = mg/dL triglycerides in the sample

Conversion factor: mg/dL  $\times 0.0113$  = mmol/L.

**QUALITY CONTROL**

Control sera are recommended to monitor the performance of assay procedures: SPINROL H Normal and Pathologic (Ref. 1002120 and 1002210). If control values are found outside the defined range, check the instrument, reagents and calibrator for problems.

Each laboratory should establish its own Quality Control scheme and corrective actions if controls do not meet the acceptable tolerances.

**REFERENCE VALUES**

Men	40 - 160 mg/dL
Women	35 - 135 mg/dL

These values are for orientation purpose; each laboratory should establish its own reference range.

**PERFORMANCE CHARACTERISTICS**

Measuring range: From detection limit of 0.7 mg/dL to linearity limit of 1000 mg/dL.

If the results obtained were greater than linearity limit, dilute the sample 1/2 with NaCl 9 g/L and multiply the result by 2.

Precision:

	Intra-assay (n=20)		Inter-assay (n=20)	
	Mean (mg/dL)	SD	Mean	SD
Mean (mg/dL)	118	216	119	215
SD	0.67	0.94	2.17	2.91
CV (%)	0.60	0.43	1.83	1.36

Sensitivity: 1 mg/dL = 0.0012 A.

Accuracy: Results obtained using SPINREACT reagents (y) did not show systematic differences when compared with other commercial reagents (x). The results obtained using 50 samples were the following:

Correlation coefficient (r): 0.996.

Regression equation:  $y = 1.00x + 0.0743$ .

The results of the performance characteristics depend on the analyzer used.

**INTERFERENCES**

No interferences were observed with bilirubin up to 170 μmol/L and hemoglobin up to 10 g/L<sup>2</sup>.

A list of drugs and other interfering substances with cholesterol determination has been reported by Young et al<sup>4,5</sup>.

**NOTES**

- TRIGLYCERIDES CAL: Proceed carefully with this product because due its nature it can get contaminated easily.
- LCF (Lipid Clearing Factor) is integrated in the reagent.
- Calibration with the aqueous Standard may cause a systematic error in automatic procedures. In these cases, it is recommended to use a serum Calibrator.
- Use clean disposable pipette tips for its dispensation.
- SPINREACT has instruction sheets for several automatic analyzers. Instructions for many of them are available on request.

**BIBLIOGRAPHY**

- Buccolo G et al. Quantitative determination of serum triglycerides by use of enzymes. Clin Chem 1973; 19 (5): 476-482.
- Fossati P et al. Clin. Chem 1982; 28(10): 2077-2080.
- Kaplan A et al. Triglycerides. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 437 and Lipids 1194-1206.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

**PACKAGING**

Ref: 1001310	5 x 10 mL
Ref: 1001311	10 x 20 mL
Ref: 1001312	10 x 50 mL
Ref: 1001313	4 x 125 mL
Ref: 1001314	4 x 250 mL

## Fiche technique de l'urée





UREA - B

## Urea

Berthelot. Enzymatic colorimetric

---

### Quantitative determination of urea IVD

Store at 2-8°C

#### PRINCIPLE OF THE METHOD

Urea in the sample is hydrolyzed enzymatically into ammonia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>). Ammonia ions formed reacts with salicylate and hypochlorite (NaClO), in presence of the catalyst nitroprusside, to form a green indophenol:

$$\text{Urea} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Urease}} (\text{NH}_4^+)_2 + \text{CO}_2$$

$$\text{NH}_4^+ + \text{Salicylate} + \text{NaClO} \xrightarrow{\text{Nitroprusside}} \text{Indophenol}$$

The intensity of the color formed is proportional to the urea concentration in the sample<sup>1,2,3</sup>

#### CLINICAL SIGNIFICANCE

Urea is the final result of the metabolism of proteins; it is formed in the liver from its destruction. Elevated urea can appear in blood (uremia) in: diets with excess of proteins, renal diseases, heart failure, gastrointestinal hemorrhage, dehydration or renal obstruction<sup>1, 6,7</sup>. Clinical diagnosis should not be made on a single test result; it should integrate clinical and other laboratory data.

#### REAGENTS

R 1	Phosphate pH 6.7	50 mmol/L
Buffer	EDTA	2 mmol/L
	Sodium salicylate	400 mmol/L
	Sodium nitroprusside	10 mmol/L
R 2	Sodium hypochlorite (NaClO)	140 mmol/L
	Sodium hydroxide	150 mmol/L
R 3	Urease	30000 U/L
Enzymes		
UREA CAL	Urea aqueous primary standard	50 mg/dL

#### PRECAUTIONS

R1 (sodium nitroprusside): Xn, N: Harmful. Environmentally dangerous  
R26/27/28 Very toxic by inhalation, in contact with skin and if swallowed.  
R32 Contact with acids liberates very toxic gas. R50 Harmful to aquatic organisms. R53 may cause long-term adverse effects in the aquatic environment. S7 Keep container tightly closed. S28 After contact with skin, wash immediately with plenty of water. S29 Do not empty into drains. S60 This material and its container must be disposed of as hazardous waste. S61 Avoid release to the environment. Refer to special instructions/safety data sheets.  
R2 (Sodium hydroxide): Xi, Irritant. S26 In case of contact with eyes, rinse immediately with plenty of water and seek medical advice. S37/39 Wear suitable gloves and eye/face protection.  
S45 In case of accident or if you feel unwell, seek medical advice immediately.

#### PREPARATION

- Working reagent (WR): Dissolve (→) one tablet R 3 Enzymes in one bottle of R 1 Buffer. Cap and mix gently to dissolve contents.  
Stability: 4 weeks in the refrigerator (2-8°C) or 7 days at room temperature (15-25°C).
- R 2 NaClO is ready to use.

#### STORAGE AND STABILITY

All the components of the kit are stable until the expiration date on the label when stored tightly closed at 2-8°C, protected from light and contaminations prevented during their use.  
Do not use reagents over the expiration date.  
**Signs of reagent deterioration:**

- Presence of particles and turbidity.
- Blank absorbance (A) at 340 nm ≥ 0.32.

#### ADDITIONAL EQUIPMENT

- Spectrophotometer or colorimeter measuring at 580 nm.
- Matched cuvettes 1.0 cm light path. (Note 1)
- General laboratory equipment

#### SAMPLES

- Serum or heparinized plasma<sup>1</sup>: Do not use ammonium salts or fluoride as anticoagulants.
- Urine<sup>1</sup>: Dilute sample 1/50 in distilled water. Mix. Multiply results by 50 (dilution factor). Preserve urine samples at pH < 4.

Urea is stable at 2-8°C for 5 days;

#### PROCEDURE

- Assay conditions:
  - Wavelength: ..... 580 nm
  - Cuvette: ..... 1 cm light path
  - Temperature: ..... 37°C / 15-25°C
- Adjust the instrument to zero with distilled water.

- Pipette into a cuvette:

	Blank	Standard	Sample
WR (mL)	1.0	1.0	1.0
Standard <sup>1</sup> (μL)	--	10	--
Sample (μL)	--	--	10
- Mix and incubate 5 min at 37°C or 10 min at room temperature (15-25°C).
- Pipette:

	Blank	Standard	Sample
R 2 (mL)	1.0	1.0	1.0
- Mix and incubate 5 min at 37°C or 10 min at room temperature (15-25°C).  
Read the absorbance (A) of the samples and calibrator, against the Blank. The colour is stable for at least 30 minutes at 15-25°C.

#### CALCULATIONS

$$\frac{(A) \text{ Sample}}{(A) \text{ Standard}} \times 50 (\text{Standard conc.}) = \text{mg/dL urea in the sample}$$

10 mg/L urea BUN divided by 0.466 = 21 mg/L urea = 0.36 mmol/L urea<sup>1</sup>.

Conversion factor: mg/dL x 0.1665 = mmol/L.

#### QUALITY CONTROL

Control sera are recommended to monitor the performance of assay procedures: SPINTROL H Normal and Pathologic (Ref. 1002120 and 1002210).  
If control values are found outside the defined range, check the instrument, reagents and calibrator for problems.  
Each laboratory should establish its own Quality Control scheme and corrective actions if controls do not meet the acceptable tolerances.

#### REFERENCE VALUES<sup>1</sup>

Serum : 15- 45 mg/dL (2.49-7.49 mmol/L)  
Urine : 20 - 35 gr/24 h.  
These values are for orientation purpose; each laboratory should establish its own reference range.

#### PERFORMANCE CHARACTERISTICS

**Measuring range:** From detection limit of 0.3 mg/dL to linearity limit of 200 mg/dL.  
If the results obtained were greater than linearity limit, dilute the sample 1/2 with NaCl 9 g/L and multiply the result by 2.

**Precision:**

Mean (mg/dL)	Intra-assay (n=20)		Inter-assay (n=20)	
	40.0	139	40.0	142
SD	1.27	3.50	1.86	3.75
CV (%)	3.17	2.50	4.64	2.63

**Sensitivity:** 1 mg/dL = 0.00505 A.  
**Accuracy:** Results obtained using SPINREACT reagents (y) did not show systematic differences when compared with other commercial reagents (x).  
The results obtained using 50 samples were the following:  
Correlation coefficient (r): 0.9941.  
Regression equation: y = 0.9972x + 0.011.  
The results of the performance characteristics depend on the analyzer used.

#### INTERFERENCES

It is recommended to use heparin as anticoagulant. Do not use ammonium salts or fluoride.  
A list of drugs and other interfering substances with urea determination has been reported by Young et al.<sup>6,5</sup>

#### NOTES

- UREA CAL: Proceed carefully with this product because due its nature it can get contaminated easily.
- Glassware and distilled water must be free of ammonia and ammonium salts<sup>1</sup>.
- Calibration with the aqueous standard may cause a systematic error in automatic procedures. In these cases, it is recommended to use a serum Calibrator.
- Use clean disposable pipette tips for its dispensation.
- SPINREACT has instruction sheets for several automatic analyzers. Instructions for many of them are available on request.

#### BIBLIOGRAPHY

- Kaplan A. Urea. Kaplan A et al. Clin Chem The C.V. Mosby Co. St Louis. Toronto. Princeton 1984; 1257-1260 and 437 and 418.
- Tabacco A et al. Clin Chem 1979; 25: 336-337.
- Fawcitt J K et al. J Clin Path 1960; 13: 156-169.
- Young DS. Effects of drugs on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC Press, 1995.
- Young DS. Effects of disease on Clinical Lab. Tests, 4th ed AACC 2001.
- Burtis A et al. Tietz Textbook of Clinical Chemistry, 3rd ed AACC 1999.
- Tietz N W et al. Clinical Guide to Laboratory Tests, 3rd ed AACC 1995.

BSIS33-1 Ed.2007



SPINREACT, S.A.U. Ctra.Santa Coloma, 7 E-17176 SANT ESTEVE DE BAS (GI) SPAIN  
Tel. +34 972 69 08 00 Fax +34 972 69 00 99. e-mail: spinreact@spinreact.com

PACKAGING	
Ref: 1001331	Cont. 4 x 150 mL
Ref: 1001329	10 x 50 mL

## RESUME

---

**Objectifs :** L'objectif de cet essai est d'évaluer l'effet de la supplémentation alimentaire en *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF® SC 47) sur l'état corporel, la production laitière et quelle que paramètres biochimiques sanguins de la vache laitière en peripartum.

**Méthodes :** l'expérimentation a débuté d'environ – 14 jours prepartum jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour postpartum, 20 vaches laitières (dont 16 primipares et 4 multipares) de race Holstein ont été divisé en deux groupes homogènes et nourries de la même manière et du même aliment de base additionné ou non avec 20g/j/vache de *Saccharomyces cerevisiae*. Des prélèvements de lait, de sang et une estimation de l'état corporel sont présent. Pour l'analyse statistique, le programme Minitab® 15.1.30.0.Français (© 2007 Minitab Inc) été utilisé pour la totalité des analyses statistiques.

**Résultats :** L'addition de la levure probiotique à la ration a significativement augmenté la production laitière durant toute la période expérimentale (+25% soit 4.8 litres/jour en moyenne), avec un effet positif sur la qualité de lait (TB), tout en stabilisant l'état corporel des vaches en réduisant la mobilisation des réserves corporels après le part. De plus, le probiotique a induit des modifications biochimiques très intéressantes caractérisées par une augmentation des protéines totales plasmatiques, et de l'albuminémie avec une diminution très significative des triglycérides plasmatique et de la créatininémie et une légère baisse du cholestérol plasmatique.

**Conclusion :** la supplémentation de la ration en *S. cerevisiae* a un effet positif sur la production laitière quantitativement et qualitativement, et sur quelle que paramètres biochimiques tel que les protéines plasmatiques totales, l'albumine, le cholestérol, la créatininémie et les triglycérides plasmatiques.

**Mots clés :** supplémentation, levure, probiotique, vaches laitières, peripartum, production laitière, paramètres biochimiques .

## ABSTRACT

---

**Background:** The main objective of this study was to estimate the effect of supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* (BIOSAF® SC 47) on body condition score, milk production and some biochemical parameters in peripartum of dairy cows.

**Methods :** The experiment was conducted during – 14 days before parturition to 45 days postpartum, 20 milking Holstein cows (16 primiparous and 4 multiparous) were randomly divided into two groups (n=10); The groups were fed with same diet supplemented for one group with 20 g/day/cow yeast culture *Saccharomyces cerevisiae*. Milk recording data, blood samples for plasma metabolites were taken, and body condition scores (BCS) were recorded. For analysis, the statistical software Minitab® 15.1.30.0.Fransh (© 2007 Minitab Inc) is used to compute Cox all models.

**Results:** Addition of yeast culture to the diet ration were significantly increase. The average milk production per cow between the groups in all the experiment (by about +25% i.e. 4.8 l/day/ cow), with a positive effect in milk fat content, and stabilize the BCS with reduction of reserve mobilisation after calving. Moreover, this treatment has also induced systemic biochemical changes : increase plasmatic total protein, albumin whereas triglyceride and creatinine concentrations were significantly lowered and cholesterol concentrations slightly reduced.

**Conclusion:** The addition of YC in the diet of Holstein cows was beneficial in improving production of milk, and milk fat, and some biochemical parameters.

**Key words:** supplementation, yeast culture, probiotic, milking cow, peripartum, milk production, biochemical parameters.

## الاهداف :

الهدف من هذه التجربة هو تقييم مفعول إضافة مادة ساكارومييساس سيريفيزي في تغذية الأنعام وتأثيرها على الحالة البدنية، إنتاج الحليب و بعض المركبات الدموية البيوكيميائية للبقرة الحلوب في فترة ما قبل وما بعد الولادة.

## الطريقة:

بدأت التجربة خلال تقريبا 14 يوما قبل الولادة إلى غاية 45 يوما بعدها، 20 بقرة حلوب منها (16 تلد لأول مرة و 4 ولود) قسمت إلى قسمين متساويان ومتكاملان، قدمت لهم نفس الوجبة الغذائية الأساسية، قسم مضاف إليها 20 غرام ساكارومييساس سيريفيزي في اليوم لكل بقرة والقسم الثاني بدون. اخذت عينات من الحليب، الدم وقمنا بتقدير الحالة البدنية لكلى القسمين.

## النتائج:

إضافة الخميرة للوجبة الغذائية بينت ارتفاع معتبر في إنتاج الحليب خلال كل التجربة (+25 % اي ما يعادل 4.8 لتر في اليوم)، تغير ايجابي في المادة الدسمة للحليب. مع إبقاء الحالة البدنية للأبقار ثابتة بواسطة تقليل استهلاك مدخرات الجسم من الدهون بعد الولادة. ضف إلى ذلك، هذا العلاج اظهر تغييرات بيوكيميائية ملحوظة مبينة في ارتفاع نسبة البروتين، مع نقص ملحوظ في تركيز ثلاثي الغليسيريدي، الكرياتينين والكولسترول في مصل الدم.

## الاستنتاج:

من هذه التجربة يتضح أن إضافة خميرة ساكارومييساس سيريفيزي إلى الوجبة الغذائية له مفعول ايجابي على إنتاج الحليب كما ونوعا وعلى بعض المكونات البيوكيميائية في الدم، كالبروتينات، الكولسترول، الكرياتينين وثلاثي الغليسيريدي.

## الكلمات المفتاح:

إضافات، خميرة، بروبيوتيك، بقرة حلوب، فترة ما قبل وما بعد الولادة، إنتاج الحليب، عينات بيوكيميائية.