جـامعة قـاصدي مربـاح ورقلـة
UNIVERSITE KASDI MERBAH - OUARGLA
كلية علوم الطبيعة و الحياة
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

قسم العلوم الزراعية
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

N° d'enregistrement :

/...../…...../…...../…./

THESE

Présentée pour l'obtention du diplôme de Doctorat ès Sciences.

Spécialité: Sciences Agronomiques

Par: OUARFLI Lazoumi

Influence des contraintes climatiques sahariennes sur les potentialités laitières des vaches importées (Cas de la région de Ghardaïa)

Soutenue publiquement le 17/ 11 /2019

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. ADAMOU Abdelkader	« Pr »	U.K.M.OUARGLA
Directeur de Thèse :	Mr. CHEHMA Abdelmadjid	« Pr »	U.K.M.OUARGLA
Examinateurs :	Mr. ABBAS Khaled	Directeur de recherche	INRAA-Sétif
	Mr. HARHOURA Khaled	« Pr »	ENSV- Alger
	Mr. SENOUSSI Abdelhakim	« Pr »	U.K.M.OUARGLA
	Mme. TAZKA Hamida	Maitre de recherche "A"	INRAA-Alger

Année Universitaire: 2018-2019

Remerciements

D'abord les plus forts de mes remerciements sont pour mon Dieu ***«ALLAH»*** *le tout puissant, de m'avoir guidé et m'avoir accordé la force et la patience pour réaliser ce travail.*

Au terme de ce modeste travail,…

Je tiens à remercier avant tout ***Mr. CHEHMA Abdelmadjid****, mon directeur de thèse, Professeur à l'université Kasdi Merbah- Ouargla, qui m'a encadré durant mon cursus académique « Ingéniorat, Magister et Doctorat », et qui a su me laisser la liberté nécessaire à l'accomplissement de mes travaux, tout en y gardant un œil critique et avisé, pour développer ce travail. Merci, pour votre compétence, votre patience et votre disponibilité.*

Je remercie ***Mr. ADAMOU Abdelkader*** *-Professeur à l'université Kasdi Merbah- Ouargla, d'avoir accepté de présider mon jury.*

Je remercie aussi, ***Mr. SENOUSSI Abdelhakim*** *-Professeur à l'université Kasdi Merbah- Ouargla,* ***Mr. ABBAS Khaled*** *- Directeur de recherche à INRAA-Sétif,* ***Mr. HARHOURA*** *Khaled - Professeur à l'Ecole National Supérieur Vétérinaire-Alger et* ***Mme. TAZKA Hamida*** *- Maitre de recherche à INRAA-Alger, pour m'avoir fait l'honneur d'être l'examinateur dans mon jury.*

Et enfin je remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Influence des contraintes climatiques sahariennes sur les potentialités laitières des vaches importées (Cas de la région de Ghardaïa)

Résumé :

Notre travail qui consiste à étudier l'effet du stress thermique sur les performances zootechniques des vaches laitières, dans les conditions climatiques sahariennes. Pour cela, des Holsteins (n=66) et des Montbéliardes (n=54) ont été suivis sur site, avec l'utilisation de l'indice de température-humidité (THI), sur 03 périodes, P1 (65,6±3,3), P2 (76,3±3,9) et P3 (82,9±3,7), ceci a engendré une baisse significative (P<0,001) de l'ingestion de matière sèche, de production de lait, taux butyreux et taux protéique, et d'une augmentation significative d'eau bue, température rectale, fréquence respiratoire et fréquence cardiaque. Alors que la Montbéliarde s'adapte mieux au milieu aride que la Holstein. De plus, des performances laitières relatives à des contrôles laitiers (n=18178), des vaches Holsteins nés localement (n=187),dont les THI > 72 durant 07 mois, qui ont eu un impact significatif (P<0,001) sur la production laitière journalière (21,73±7,81kg), de même les périodes de vêlage a conduit à une baisse significative (P < 0,001) du rendement laitier (7030,35kg), et la durée de lactation (353,43jours), en plus de l'effet significatif (P<0,001) de la période de naissance sur PLJ de la 1^{ére} lactation (18,89±3,48kg), donc, la HO native en zones arides a des aptitudes d'acclimatation aux conditions climatiques sahariennes. L'analyse des données d'insémination artificielle (n= 2395) des VL (MO et HO) durant la période 2010-2016, dans des fermes laitières (n= 112), où les valeurs de THI sont élevées pendant l'été, dépassant 80 unités, et conduisant à une chute considérable du taux de réussite de la première insémination (< 50%), dont l'existence d'une différence significative (P<0,001) entre les saisons et les races, avec une supériorité de la MO sur la HO en matière de fertilité. En outre, on a procédé à l'analyse des IA (n= 2512) entre 1998 et 2016 des femelles HO nés localement (n=362), où chez les génisses les moyennes de l'intervalle naissance-1ère IA, de l'intervalle naissance-IA fécondante et de l'âge au 1er vêlage sont de 19,58, 20,56 29,77 mois, respectivement, qui sont significativement affectés par la période de naissance (P<0,001). De plus, les moyennes en jours, de période d'attente (IV-IA1) (80,65j), de jours ouverts (IV-IAF) (144,30j), de période de reproduction (63,65j) et l'IV-V (419,43j), dont la période de vêlage a affecté significativement (P<0,001) ces paramètres reproductifs excepté l'IV-IA1. En revanche, le rang de lactation a un effet significatif (P<0,001) que sur la PR et l'IV-V, alors que, l'année de vêlage n'affecte significativement aucun paramètre reproductif sauf la PR. Le taux de gestation (TG%) (38,72%), le taux de conception (TC%) (33,48%) et l'index de fertilité (IF) (1,96) sont significativement affecté (P<0,001) par le THI. En dernier lieu, la nécessité d'optimisation de la capacité thermorégulatrice du bovin, par l'aménagement des bâtiments d'élevage, l'ajustement de la ration alimentaire et la sélection sur la thermorésistante pour améliorer les performances zootechniques des vaches laitières.

Mots clés : Stress thermique, Holsteins, Montbéliarde, Sahara septentrional, paramètre physiologique.

تاثير العوامل المناخية الصحراوية على الأداء الإنتاجي للابقار المستوردة (دراسة حالة منطقة غرداية)

الملخص:

يهدف عملنا من دراسة تأثير الإجهاد الحراري على الأداء الحيواني للأبقار الحلوب ، في ظل الظروف المناخية الصحراوية. لهذا ، تم رصد ابقار هولشتاين (ن = 66) ومونتبليارد (ن = 54) في الموقع المدروس ، مع استخدام مؤشر الرطوبة درجة الحرارة (THI) ، على 03 فترات ، ف1 (3.3 ± 65.6) ، ف 2 (3.9 ± 76.3) و ف 3 (3.7 ± 82.9) ، مما أدى إلى انخفاض كبير (P <0.001) في كمية المواد الجافة المستهلكة وإنتاج الحليب ومستويات البروتين والدهون وزيادة ملحوظة في كمية مياه الشرب ودرجة حرارة المستقيم ومعدل التنفس ومعدل ضربات القلب. في حين أن المونبيليارد تتكيف بشكل أفضل مع البيئة الجافة من الهولشتاين. بالإضافة إلى ذلك ، الاداء الانتاجي (ن = 18178) ، لأبقار الهولشتاين المولودة محليا (ن = 187) ، حيث قيمة THI> 72 لمدة 07 اشهر ، والتي كان لها تأثير كبيرP) (0.001> على الإنتاج اليومي للحليب (21.73 ± 7.81 كغ) ، وكذلك فصل الولادة إلى انخفاض كبير (P <0.001) في إنتاج الحليب (7030.35 كغ) ، ومدة دورة الحليب (353.43 يوم) ، بالإضافة إلى التأثير الكبير (P <0.001) لفصل الولادة, على الكمية المنتجة الخاصة بدورة الحليب الأولى (18.89 ± 3.48 كجم) ، وبالتالي ، فإن ابقار الهولشتاين المحلية في المناطق الجافة لديها قدرات التأقلم على الظروف المناخية الصحراوية. تحليل بيانات التلقيح الصناعي (n = 2395) للهولشتاين و مونتبليارد خلال الفترة 2010-2016 ، في 112 مزرعة حليب ، حيث تكون قيم THI مرتفعة خلال فصل الصيف ، تتجاوز 80 وحدة ، ويؤدي ذلك إلى انخفاض كبير في معدل نجاح التلقيح الأول (<50 ٪) ، بما في ذلك وجود فرق كبير (P <0.001) بين الفصول والسلالات ، مع تفوق مونتبليارد على هولشتاين في الخصوبة. بالإضافة إلى ذلك ، تم تحليل بيانات التلقيح الصناعي (ن = 2512) بين عامي 1998 و 2016 للإناث لإناث الهولشتاين المحلية (ن = 362) ، حيث كان في الفترات المتوسطة كان متوسط الفاصل الزمني للولادة و التلقيح الاول، الفاصل الزمني للولادة - التلقيح المخصب والعمر عند الولادة الأولى هي 19.58 ، 20.56 29.77 شهرًا ، على التوالي ، والتي تتأثر بشكل كبير فصل الولادة.(P<0.001) بالإضافة إلى ذلك، أيام فترة الانتظار80.65 يوم ، الأيام المفتوحة 144.30يوم ، الفترة التكاثرية 63.6 يوم و الفترة بين الولادات 419.43يوم، حيث أثرت فترة الولادة بشكل كبير (P <0.001) على الإعدادات التناسلية باستثناء فترة الانتظار و من ناحية أخرى ، فإن دورات الحليب لها تأثير كبير (P <0.001) على الفترة التكاثرية و الفترة بين الولادات ، في حين أن سنة الولادة لا تؤثر بشكل كبير على أي اعدادات تناسلية باستثناء الفترة التكاثرية. تأثر بشكل كبير (P <0.001) معدل الحمل (38.72٪) ومعدل التلقيح (33.48٪) ومؤشر الخصوبة (1.96) و أخيرًا ، فان الحاجة إلى تحسين القدرة التاقلمية للابقار ، من خلال تطوير مباني الماشية ، وتعديل العلائق الغذائية وانتقاؤها على مقاومة الحرارة لغرض تحسين الأداء الانتاجي و التناسلي للأبقار الحلوب.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الحراري ، هولشتاين ، مونتبليارد، الصحراء الشمالية ، الوظائف الفسيولوجية.

Influence of Saharan climatic constraints on the dairy potential of imported cows (Case of the Ghardaïa region)

Summary:

Our work, which consists in studying the effect of heat stress on the zootechnical performance of dairy cows under Saharan climatic conditions. For this purpose, Holsteins (n=66) and Montbéliardes (n=54) were monitored on site, using the temperature-humidity index (THI), over 03 periods, P1 (65.6±3.3), P2 (76,3±3,9) and P3 (82,9±3,7), this resulted in a significant decrease (P<0,001) in dry matter intake, milk production, butter and protein levels, and a significant increase in drinking water, rectal temperature, respiratory rate and cardiac rate. While the Montbéliarde adapts better to the arid environment than Holstein. In addition, milk performance related to milk controls (n=18178), locally born Holstein cows (n=187), including THI> 72 for 07 months, which had a significant impact (P<0,001) on daily milk production (21,73±7,81kg), as well as calving periods led to a significant decrease (P <0,001) of the milk yield (7030,35kg), and the duration of lactation (353,43 days), in addition to the significant effect (P<0,001) of the birth period on DMP of the 1st lactation (18,89±3,48kg), therefore, the native HO in arid zones has acclimatization skills to Saharan climatic conditions. Analysis of artificial insemination data (n=2395) of DC (MO and HO) during the period 2010-2016, in dairy farms (n=112), where THI values are high during summer, exceeding 80 units, and leading to a considerable drop in the success rate of first insemination (<50%), including the existence of a significant difference (P<0.001) between seasons and breeds, with a superiority of MO over HO in terms of fertility. In addition, AI (n=2512) were analyzed between 1998 and 2016 for locally born HO females (n=362), where in heifers the averages of birth interval-1st AI, birth interval- fertile AI and age at first calving are 19,58, 20,56 29,77 months, respectively, which are significantly affected by the birth period (P<0,001). In addition, the averages in days, of waiting period (IC-AI1) (80,65 days), open days (IC-AIF) (144,30 days), breeding period (63,65 days) and IC-C (419,43 days), whose calving period significantly affected (P<0,001) these reproductive parameters except IC-AI1. On the other hand, lactation rank has a significant effect (P<0,001) only on RP and IC-C, while the calving year does not significantly affect any reproductive parameters except RP. The pregnancy rate (PR%) (38,72%), conception rate (CR%) (33,48%) and fertility index (FI) (1,96) are significantly affected (P<0,001) by THI. Finally, the need to optimize the thermoregulatory capacity of cattle, through the layout of livestock buildings, the adjustment of feed ration and selection on heat-resistant feed to improve the zootechnical performance of dairy cows.

Keywords: Thermal stress, Holstein, Montbéliarde, Northern Sahara, physiological parameter.

Table de matière

Introduction générale	01
Chapitre I : Systèmes alimentaires des bovins laitiers dans la région d'étude	
I.1. Introduction	07
I.2. Matériel et méthodes	08
• Région d'étude	08
• Collecte d'informations	09
• Modes de Calculs	10
• Analyses statistiques	11
I.3. Résultats et discussion	11
I.4. Conclusion	23
Chapitre II. Effet des contraintes climatiques sur les performances laitières Dispositif N° 01 : Effet du stress thermique sur les paramètres physiologiques et laitiers des races Européennes importées.	
II.1.1.Introduction	24
II.1.2.Matériel et méthodes	26
II.1.2.1. Animaux et conduite alimentaire	26
II.1.2.2. Mesures environnementales	28
II.1.2.3. Analyse statistique	28
II.1.3. Résultats et discussion	28
II.1.3.1.Effet du stress thermique sur l'ingestion de MS	29
II.1.3.2. Effet du stress thermique sur les quantités d'eau bues	33
II.1.3.3. Effet du stress thermique sur la température rectale	38
II.1.3.4. Effet du stress thermique sur la fréquence respiratoire	43
II.1.3.5. Effet du stress thermique sur la fréquence cardiaque	49
II.1.3.6. Effet du stress thermique sur la de production laitière	55
II.1.3.7. Effet du stress thermique sur le taux butyreux du lait	61
II.1.3.8. Effet du stress thermique sur le taux protéique du lait	66
II.1.4. Conclusion	71
Chapitre II. Effet des contraintes climatiques sur les performances laitières Dispositif N° 02 : Effet des conditions environnementales sur le rendement laitier des Holsteins natives en régions sahariennes	
II.2.1. Introduction	72
II.2.2. Matériels et méthodes	74
II.2.2.1. Présentation de l'exploitation	74

II.2.2.2. Matériel animal	74
II.2.2.3. Bâtiments d'élevage	74
II.2.2.4. Conduite alimentaire	75
II.2.2.5. Calcul d'index- température-humidité (THI)	78
II.2.2.6. Données zootechniques	78
II.2.2.7. Analyse statistique	79
II.2.3. Résultats et discussion	80
II.2.3.1. Effet de l'index-température-humidité (THI) sur la production laitière journalière	87
II.2.3.2. Effet de la période de vêlage sur le rendement laitier global	89
III.2.3.3. Effet de la période de vêlage sur la durée de lactation	92
II.2.3.4. Effet de la durée de lactation sur le rendement laitier global	93
II.2.3.5. Effet du rang de lactation sur le rendement laitier global	96
II.2.3.6. Effet du stade de lactation sur la production laitière	98
II.2.3.7. Effet de la période de naissance sur le rendement laitier journalier de la1^{ére} lactation	100
II.2.3.8. Effet de la fréquence de traite sur la production laitière journalière	102
II.2.4. Conclusion	106
Chapitre III : Effet des contraintes climatiques sur les performances reproductives Dispositif N° 01 : Effet du stress thermique sur le taux de réussite d'insémination des races Européennes importées.	
III .1.1. Introduction	107
III.1.2. Matériel et méthodes	108
III .1.2.1. Région d'étude	108
III.1.2.2. Matériel animal	108
III .1.2.3. Analyses statistiques	109
III .1.3. Résultats et discussion	109
III .1.3.1.Variation saisonnières des valeurs d'index température humidité (THI)	109
III.1.3.2.Variation saisonnières des taux de réussite de la première insémination artificielle TRIA1%	110
III .1.4. Conclusion	118
Chapitre III : Effet des contraintes climatiques sur les performances reproductives Dispositif N° 02: Effet des conditions environnementales sur les paramètres reproductifs des Holsteins natives en régions sahariennes	
III .2.1. Introduction	120
III .2.2. Matériel et Méthodes	122
III .2.2.1. Source de données	122

III .2.2.2. Conduite d'élevage	123
III .2.2.3.Calcul des paramètres reproductifs	123
III .2.2.4. Calcul d'index- température-humidité (THI)	124
III .2.2.5. Editions des données reproductives et environnementales	124
III .2.2.6. Analyses statistiques	125
III .2. 3. Résultats et discussion	125
III .2. 3. 1. Environnement thermiques des vaches laitières	125
III .2. 3. 2.1. Les paramètres de fécondité des génisses	126
III .2. 3. 2.1.1. L'intervalle naissance- première insémination artificielle des génisses	127
III .2. 3. 2.1.2. L'intervalle naissance- insémination artificielle fécondante des génisses	128
III .2. 3. 2.1.3. L'âgé au premier vêlage (APV) des génisses	129
III .2. 3. 2.2. Les paramètres de fécondité des vaches laitières	131
III .2. 3. 2.2.1. L'intervalle vêlage-première insémination artificielle (période d'attente)	135
III .2. 3. 2.2.2. L'intervalle vêlage insémination artificielle fécondante (IV-IAF)	140
III .2. 3. 2.2.3. La période de reproduction (PR)	144
III .2. 3. 2.2.4. L'intervalle vêlage-vêlage (IV-V)	148
III.2. 3. 3. Les paramètres de fertilité	153
III .2. 3. 3.1. Le taux de conception (TC%)	153
III .2. 3. 3.2. Le taux de réussite d'insémination artificielle (TRIA%)	161
III .2. 3. 3.3. L'index de fertilité (IA/IAF)	163
III .2. 3. 3.4. Le taux de gestation (TG%)	166
III .2.4. Conclusion	171
Discussion générale	172
Conclusion générale	178
Références bibliographiques	181
Publications	218
Annexes	219

Liste des tableaux

N°	*Titre*	*Page*
Chapitre I : Systèmes alimentaires des bovins laitiers dans la région d'étude		
Tableau 01	Répartition des exploitations selon les communes de la région d'étude.	09
Tableau 02	Moyennes et écarts types de la production laitière selon le type du régime alimentaire.	13
Tableau 03	Structures et caractéristiques des exploitations laitières (SAU, SF, apport nutritif et production laitière)	14
Chapitre II : Effet des contraintes climatiques sur les performances laitières Dispositif N° 01 : Effet du stress thermique sur les paramètres physiologiques et laitiers des races Européennes importées.		
Tableau 01	Poids vif, rang de lactation, jours en lactation et état corporel (moyenne ± écart-type) des groupes de vaches au début de l'étude.	27
Tableau 02	Ration alimentaire journalière des vaches laitières.	27
Tableau 03	Variation de MSI selon la période et le type génétique	32
Tableau 04	Corrélation de quantité de MSI (kg) avec les paramètres étudiés de Holstein.	33
Tableau 05	Corrélation de quantité de MSI (kg) avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.	33
Tableau 06	Variation d'eau bue selon la période et le type génétique.	36
Tableau 07	Corrélation de quantité d'eau bue (en litres) avec les paramètres étudiés de Holstein.	37
Tableau 08	Corrélation de quantité d'eau bue (en litres) avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.	37
Tableau 09	Variation de la température rectale, selon la période et le type génétique.	42
Tableau 10	Corrélation de température rectale avec les paramètres étudiés de Holstein.	43
Tableau 11	Corrélation de température rectale avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.	43
Tableau 12	Variation de fréquence respiratoire selon la période et le type génétique.	48

Tableau 13	Corrélation de fréquence respiratoire avec les paramètres étudiés de Holstein.	49
Tableau 14	Corrélation de fréquence respiratoire avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.	49
Tableau 15	Variation de fréquence cardiaque selon la période et le type génétique.	54
Tableau 16	Corrélation de fréquence cardiaque avec les paramètres étudiés de Holstein.	54
Tableau 17	Corrélation de fréquence cardiaque avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.	54
Tableau 18	Variation production laitière selon la période et le type génétique.	59
Tableau 19	Corrélation de production laitière avec les paramètres étudiés de la Holstein.	60
Tableau 20	Corrélation de production laitière avec les paramètres étudiés de la Montbéliarde.	60
Tableau 21	Variation taux butyreux selon la période et le type génétique.	65
Tableau 22	Corrélation de taux butyreux avec les paramètres étudiés de Holstein.	65
Tableau 23	Corrélation de taux butyreux avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.	66
Tableau 24	Variation taux protéique selon la période et le type génétique.	70
Tableau 26	Corrélation de taux protéique avec les paramètres étudiés de Holstein.	70
Tableau 27	Corrélation de taux protéique avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.	70
Chapitre II : Effet des contraintes climatiques sur les performances laitières **Dispositif N° 02 : Effet des conditions environnementales sur le rendement laitier des Holsteins natives en régions sahariennes**		
Tableau 01	Calendrier de disponibilité alimentaire au niveau de l'exploitation d'étude.	75
Tableau 02	Ration alimentaire journalière des vaches laitières de la période de (décembre à février).	76
Tableau 03	Ration alimentaire journalière des vaches laitières de la période de (février à avril).	77
Tableau 04	Ration alimentaire journalière des vaches laitières de la période de (mai à novembre).	77
Tableau 05	Moyenne de production laitière journalière selon la catégorie de THI.	87
Tableau 06	Statistiques descriptives des valeurs de RLG (kg) selon la période de vêlage.	89

Tableau 07	Statistiques descriptives des valeurs de durée de lactation (j) selon la période de vêlage.	92
Tableau 08	Statistiques descriptives des valeurs de RLG (kg) selon la durée de lactation.	93
Tableau 09	Statistiques descriptives des valeurs de durée de lactation (j) selon le rang de lactation.	95
Tableau 10	Statistiques descriptives des valeurs de rendement laitier global (kg) selon le rang de lactation.	96
Tableau 11	Statistiques descriptives des valeurs de production laitière (kg) selon le stade de lactation.	98
Tableau 12	Statistiques descriptives des valeurs de RLJ de la1érelactation (kg)selon la période de naissance.	100
Tableau 13	Moyennes ± Ecart-types des valeurs de production laitière (kg) selon la fréquence de traite et les classes de THI.	104
Tableau 14	Moyennes ± Ecart-types des valeurs de production laitière (kg) selon la fréquence de traite et le stade de lactation.	105
Tableau 15	Moyennes ± Ecart-types des valeurs de production laitière (kg) selon la fréquence de traite et le type de femelle.	105
Chapitre III : Effet des contraintes climatiques sur les performances reproductives Dispositif N° 01 : Effet du stress thermique sur le taux de réussite d'insémination des races Européennes importées.		
Tableau 01	Statistiques descriptives des valeurs de THI durant (2010-2016).	110
Tableau 02	Statistiques descriptives des valeurs de TRIA1% de Holstein (2010-2016).	112
Tableau 03	Statistiques descriptives des valeurs de TRIA1% de Montbéliarde (2010-2016).	113
Tableau 04	Analyse de la variance (ANOVA) de TRIA1% mensuel de Holstein et Montbéliarde.	115
Tableau 05	Analyse de la variance (ANOVA[a,b]) des facteurs influençant le TRIA1%.	115
Tableau 06	Corrélation des valeurs de THI avec le TRIA1% de Holstein et Montbéliarde.	116
Chapitre III : Effet des contraintes climatiques sur les performances reproductives Dispositif N° 02: Effet des conditions environnementales sur les paramètres reproductifs des Holsteins natives en régions sahariennes		
Tableau 01	Moyennes de l'intervalle NIA1, NIAF et APV (mois) selon la période de naissance.	127

Tableau 02	Moyennes d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage	135
Tableau 03	Moyennes d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	137
Tableau 04	Moyennes d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	139
Tableau 05	Moyennes d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage.	140
Tableau 06	Moyennes d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	142
Tableau 07	Moyennes d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	143
Tableau 08	Moyennes de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage.	144
Tableau 09	Moyennes de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	146
Tableau 10	Moyennes de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	147
Tableau 11	Moyennes d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage.	149
Tableau 12	Moyennes d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	150
Tableau 13	Moyennes d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	152
Tableau 14	Moyennes de taux de conception (TC%) selon la catégorie de THI.	154
Tableau 15	Moyennes de taux de conception (TC%) selon le type de femelle.	156
Tableau 16	Corrélation entre les facteurs indépendants et le taux de conception (TC%).	157
Tableau 17	Moyennes de taux de conception (TC%) selon le rang de lactation.	158
Tableau 18	Moyennes de taux de conception (TC%) selon l'utilisation ou non de synchronisation des chaleurs.	159
Tableau 19	Moyennes d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon les classes de THI.	163
Tableau 20	Moyennes d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon type de femelle.	165
Tableau 21	Analyse de la variance (ANOVA[a,b]) des facteurs influençant l'index de fertilité (IF).	166

Tableau 22	Analyse de la variance (ANOVA[a,b]) des facteurs influençant le taux de gestation (TG%).	168
Tableau 23	Moyennes mensuelles des valeurs de THI et le taux de gestation durant (1998 à 2016).	168

Liste des figures

N°	*Titre*	*Page*
Chapitre I : Systèmes alimentaires des bovins laitiers dans la région d'étude		
Figure 01	Carte de la wilaya de Ghardaïa (ATLAS, 2005)	09
Figure 02	Répartition des différents types de régimes alimentaires.	11
Figure 03	Conduite alimentaire des 83 exploitations enquêtées.	12
Figure 04	Répartition des exploitations selon SAU, SF et le nombre de VL.	16
Figure 05	Régression linéaire entre la production laitière et le rapport PDI/UFL.	16
Figure 06	Régression linéaire entre la production laitière et la quantité de MSI.	17
Figure 07	Régression linéaire entre la production laitière et l'apport nutritif des rations alimentaires (UFL_T/PL_R).	17
Figure 08	Régression linéaire entre la production laitière et l'apport nutritif des rations alimentaires (UFL_{CC}/PL_R).	18
Figure 09	Régression linéaire entre la production laitière et coût alimentaire d'un kg de lait.	18
Figure 10	Régression linéaire entre la production laitière et quantité de concentré /VL/an.	19
Figure 11	Régression linéaire entre la production laitière et PL_PUFL_T.	19
Figure 12	Régression linéaire entre la production laitière et SF/UGB.	20
Chapitre II : Effet des contraintes climatiques sur les performances laitières **Dispositif N° 01 : Effet du stress thermique sur les paramètres physiologiques et laitiers des races Européennes importées.**		
Figure 01	Valeurs moyennes de THI suivant les 03 périodes de l'année.	28
Figure 02	Moyennes marginales estimatives de MSI de HO et MO.	30
Figure 03	Box plot de MSI dans les 03 périodes des 02 races.	30
Figure 04	Régression linéaire entre l'ingestion de MS (kg) de la race Holstein et Montbéliarde avec le THI.	31
Figure 05	Moyennes marginales estimatives d'eau bue (L) de HO et MO.	34
Figure 06	Box plot d'eau bue dans les 03 périodes des 02 races.	35
Figure 07	Régression linéaire entre l'eau bue (L) de race (HO et MO) et le THI.	36
Figure 08	Moyennes marginales estimatives de température rectale de HO et MO.	38
Figure 09	Box plot de température rectale dans les 03 périodes des 02 races.	39
Figure 10	Box plot de température rectale dans de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).	40
Figure 11	Régression linéaire entre la température rectale (°C) de la race Holstein et le THI.	41
Figure 12	Régression linéaire entre la température rectale (°C) de la race Montbéliarde et le	41

	THI.	
Figure 13	Moyennes marginales estimatives de fréquence respiratoire de HO et MO.	44
Figure 14	Box plot de fréquence respiratoire dans les 03 périodes des 02 races.	45
Figure 15	Box plot de fréquence respiratoire de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).	46
Figure 16	Régression linéaire entre la fréquence respiratoire (resp/min) de la race Holstein et le THI.	47
Figure 17	Régression linéaire entre la fréquence respiratoire (resp/min) de la race Montbéliarde et le THI.	47
Figure 18	Moyennes marginales estimatives de fréquence cardiaque de HO et MO.	50
Figure 19	Box plot de fréquence cardiaque dans les 03 périodes des 02 races.	51
Figure 20	Box plot de fréquence cardiaque dans de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).	52
Figure 21	Régression linéaire entre la fréquence cardiaque (bat/min) de la race Holstein et le THI.	52
Figure 22	Régression linéaire entre la fréquence cardiaque (bat/min) de la race Montbéliarde et le THI.	53
Figure 23	Moyennes marginales estimatives de production laitière de HO et MO.	55
Figure 24	Box plot de production laitière dans les 03 périodes des 02 races.	56
Figure 25	Box plot de production laitière dans de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).	57
Figure 26	Régression linéaire entre la production laitière (kg) de la race Holstein et le THI.	58
Figure 27	Régression linéaire entre la production laitière (kg) de la race Montbéliarde et le THI.	58
Figure 28	Moyennes marginales estimatives du taux butyreux de HO et MO.	61
Figure 29	Box plot de taux butyreux dans les 03 périodes des 02 races.	62
Figure 30	Box plot de taux butyreux de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).	63
Figure 31	Régression linéaire entre taux butyreux (TB%) de la race Holstein et le THI.	63
Figure 32	Régression linéaire entre taux butyreux (TB%) de la race Montbéliarde et le THI.	64
Figure 33	Moyennes marginales estimatives du taux protéique de HO et MO.	66
Figure 34	Box plot de taux protéique dans les 03 périodes des 02 races.	67
Figure 35	Box plot de taux protéique de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).	68
Figure 36	Régression linéaire entre taux protéique (TP%) de la race Holstein et le THI.	68
Figure 37	Régression linéaire entre taux protéique (TP%) de la race Montbéliarde et le THI.	69
Chapitre II : Effet des contraintes climatiques sur les performances laitières		

Dispositif N° 02 : Effet des conditions environnementales sur le rendement laitier des Holsteins natives en régions sahariennes		
Figure 01	Répartition mensuelle des valeurs de Ta, H% et THI durant la période d'étude (2005-2016).	80
Figure 02	Répartition des périodes de naissance des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de stress.	81
Figure 03	Répartition des périodes des vêlages des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de stress.	82
Figure 04	Répartition des rangs de lactation des vaches laitières Holstein durant la période d'étude.	83
Figure 05	Répartition des stades de lactation des vaches laitières Holstein durant la période d'étude.	83
Figure 06	Répartition des catégories de PL des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de production.	84
Figure 07	Répartition des catégories de DL des vaches laitières Holstein en fonction des jours en lactation	85
Figure 08	Répartition des catégories de RL des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de rendement de lait.	86
Figure 09	Moyennes marginales estimées des valeurs de production laitière en fonction des catégories de THI.	88
Figure 10	Régression linéaire entre le THI et la production laitière journalière des vaches laitières Holstein.	88
Figure 11	Rendement laitier global par lactation selon la période de vêlage.	90
Figure 12	Moyennes marginales estimatives de rendement laitier global en fonction des périodes de vêlage.	91
Figure 13	Moyennes marginales estimatives de durée de lactation en fonction des périodes de vêlage.	92
Figure 14	Rendement laitier global par lactation selon la durée de lactation.	94
Figure 15	Durée de lactation par rang de lactation des vaches laitières.	95
Figure 16	Rendement laitier global par lactation selon le rang de lactation.	97
Figure 17	Moyennes marginales estimatives de la production laitière journalière en fonction de rang de lactation.	98
Figure 18	Quantité moyenne de lait produit selon le stade de lactation.	99
Figure 19	Quantité moyenne de RLJ de la1ére lactation (kg) selon la période de naissance.	101
Figure 20	Moyenne marginale estimée de RLJ de la1ére lactation (kg) des vaches laitières Holstein en fonction de la période de naissance.	102

Figure 21	Quantité moyenne de lait produit selon la fréquence de traite.	103
Figure 22	Moyenne marginale estimée de production des vaches laitières Holstein selon la fréquence de traite.	103
Chapitre III : Effet des contraintes climatiques sur les performances reproductives Dispositif N° 01 : Effet du stress thermique sur le taux de réussite d'insémination des races Européennes importées.		
Figure 01	Moyennes marginales estimatives de TRIA1% de Holsteinen fonction de THI.	111
Figure 02	Moyennes marginales estimatives de TRIA1% de Montbéliarde en fonction de THI.	111
Figure 03	Variations mensuelles moyennes des TRIA1% de Holstein durant (2010-2016).	114
Figure 04	Variations mensuelles moyennes des TRIA1% de Montbéliarde durant (2010-2016).	114
Figure 05	Régression linéaire entre le TRIA1% de la race Holstein et le THI.	117
Figure 06	Régression linéaire entre le TRIA1% de la race Montbéliarde et le THI.	117
Chapitre III : Effet des contraintes climatiques sur les performances reproductives Dispositif N° 02: Effet des conditions environnementales sur les paramètres reproductifs des Holsteins natives en régions sahariennes		
Figure 01	Variation saisonnière des valeurs moyennes de THI (1992-2016).	126
Figure 02	Box plots de l'intervalle N-IA1 (mois) selon la période de naissance.	128
Figure 03	Box plots de l'intervalle N-IAF (mois) selon la période de naissance.	129
Figure 04	Box plots de l'âge au premier vêlage (mois) selon la période de naissance.	130
Figure 05	Répartition de l'intervalle vêlage-vêlage des vaches laitières Holstein en fonction des classes.	131
Figure 06	Répartition de l'intervalle vêlage-première insémination des vaches laitières Holstein en fonction des classes.	132
Figure 07	Répartition de l'intervalle vêlage-insémination fécondante des vaches laitières Holstein en fonction des classes.	133
Figure 08	Répartition de la durée de période de reproduction des vaches laitières Holstein en fonction des classes.	134
Figure 09	Moyenne marginale estimée d'IV-IA1 (j) des vaches laitières Holstein selon les périodes de vêlage.	136
Figure 10	Moyenne marginale estimée d'IV-IA1 (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	138
Figure 11	Moyenne marginale estimée d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	139
Figure 12	Moyenne marginale estimée d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon les	141

	périodes de vêlage.	
Figure 13	Moyenne marginale estimée d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	143
Figure 14	Moyenne marginale estimée d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	144
Figure 15	Moyenne marginale estimée de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon les périodes de vêlage.	145
Figure 16	Moyenne marginale estimée de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	147
Figure 17	Moyenne marginale estimée de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	148
Figure 18	Moyenne marginale estimée d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon les périodes de vêlage.	150
Figure 19	Moyenne marginale estimée d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.	151
Figure 20	Moyenne marginale estimée d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.	153
Figure 21	Moyennes marginales estimatives de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon la catégorie de THI.	155
Figure 22	Moyennes marginales estimatives de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon le type de femelle.	156
Figure 23	Moyenne marginale estimée de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon le numéro de lactation.	159
Figure 24	Moyennes marginales estimatives de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon synchronisation.	160
Figure 25	Répartition des pourcentages de taux de réussite en insémination (1, 2 et 3 et plus).	161
Figure 26	Répartition des pourcentages de taux de réussite en insémination.	162
Figure 27	Moyenne marginale estimée d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon les classes de THI.	164
Figure 28	Moyenne marginale estimée d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon type de femelle.	166
Figure 29	Régression linéaire entre le taux de gestation (TG%) et le THI des vaches Holstein.	167
Figure 30	Moyenne marginale estimée de taux de gestation des vaches laitières Holstein selon les mois.	169
Figure 31	Moyenne marginale estimée de taux de gestation des vaches laitières Holstein selon les classes de THI.	170

Liste des abréviations

Abréviation	*Significations*
3X	03 fois /jour
ADF	Acid detergent fiber
ANOVA	Analysis of variance
APV	Age au premier vêlage
BGHI	Black-globe humidity index
C.N.I.AG	Centre national de l'insémination artificielle et de l'amélioration génétique
CC	Complément concentré
CMV	Complément Minéralo-Vitaminé
DL	Durée de lactation
DSA	Direction des services agricoles
ETI	Equivalent temperature index
FAO	Food and agricultural organization
FC	Fréquence cardiaque
FNRDA	Fonds national de régulation et de développement agricole
FR	Fréquence respiratoire
FSH	Follicle-stimulating hormone
GLM	Generalized linear model
GnRH	Gonadotropin-releasing hormone
Ha	Hectare
H-H	L'axe hypothalamo-hypophysaire
HLI	Heat load index
HN	Holstein native
HO	Holstein
HR	Humidité relatif de l’air
IA	Insémination artificielle
IAF	Insémination artificielle fécondante
IF	Index de fertilité
IMRED	Introduction méthodologie résultats et discussion
INRA	Institut national de la recherche agronomique
IPCC	Intergovernmental panel on climate change
IV-IA1	Intervalle entre le vêlage précédant et la première insémination
IV-IAF	Intervalle entre le vêlage précédant et l’insémination fécondante
IV-V	Intervalle entre le vêlage précédant et le vêlage succédant
JL	Jours en lactation

LH	Luteinizing hormone
MAD	Matière azotée digestible
MADR	Ministere de l'agriculture et du developpement durable
MAT	Matière azotée totale
MB	Matière brute
MO	Montbéliarde
MS	Matière sèche
MSI	Matière sèche ingérée
NEC	Note d'état corporelle
N-IA1	Intervalle entre la première insémination et la naissance
N-IAF	Intervalle entre l'insémination fécondante et la naissance
NRC	National Research Council
ONM	Office national météorologique
PDI	Protéine réellement digestible dans l'intestin
PDIE	Protéine réellement digestible dans l'intestin permise par l'énergie disponible
PDIN	Protéine réellement digestible dans l'intestin permise par l'azote disponible
PGF2α	Prostaglandin
PIB	Produit intérieur brut
PL_R	Production laitière réel
PNDAR	Programme national de régulation et de développement agricole
PR	Période de reproduction
PRID	Progesterone-releasing intravaginal device
PV	Poids vif
RLG	Rendement laitier global
RLJ de 1^{ére} lac	Rendement laitier journalier de la1^{ére} lactation
SAT	Superficie agricole totale
SAU	Superficie agricole utile
SF	Surface fourragère
SPSS	Statistical package for the social sciences
T	Tonne
Ta	Température ambiante
TB%	Taux butyreux
TC%	Taux de conception
TG%	Taux de gestation
THI	Temperature –Humidity- Index
TP%	Taux protéique
TR	Température rectale

TRIA1%	Taux de réussite de la première insémination artificielle
TRIA2%	Pourcentage des vaches inséminées à la deuxième insémination
TRIA3% ou plus	Pourcentage des vaches inséminées à trois fois ou plus
UEL	Unité d'encombrement chez la vache laitière
UFL	Unité fourragère lait
UGB	Unité Gros Bétail
VL	Vache laitière

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale :

Le secteur de l'élevage est très important sur le plan social, culturel et politique. Il représente plus de 40% du produit intérieur brut (PIB) de l'agriculture mondiale. Les systèmes d'élevage occupent environ 30% de la surface terrestre et sont de plus en plus organisés dans de longues chaînes commerciales, employant environ 1,3 milliard de personnes dans le monde entier et soutenant directement les moyens de subsistance de 600 millions de petits exploitants agricoles (Thornton, 2010).

Les produits de l'élevage sont des denrées agricoles importantes pour la sécurité alimentaire mondiale. Car ils fournissent 17% de la consommation mondiale en kilocalories et 33% de la consommation mondiale de protéines (Rosegrant *et al.,* 2009).

Plusieurs recherches montrent que le secteur de l'élevage contribue à la dégradation des terres, à la pollution de l'air et de l'eau et au déclin de la biodiversité (Steinfeld *et al.,* 2006 ; Reynolds *et al.,* 2010 ;Thorton et Gerber, 2010 ; Bellarby *et al.,* 2013). En plus, le changement climatique va affecter la production animale par la concurrence sur les ressources naturelles, la quantité et la qualité des aliments, les maladies des cheptels, le stress thermique et la perte de biodiversité, tandis que la demande de produits d'élevage devrait augmenter de 100% d'ici le milieu du 21ème siècle (Garnett, 2009). De plus, dans les pays chauds (climat subtropical, voire tropical), les besoins en eau pour produire la même quantité de produits animaux sont plus importants du fait de considérables pertes par évaporation (Gerbens-Leenes *et al.,* 2011).

La répartition géographique mondiale des animaux d'élevage témoigne de leur aptitude à supporter des conditions climatiques extrêmes, notamment les températures élevées et l'humidité ou les sècheresses drastiques observées sous les latitudes tropicales et subtropicales. Cependant, le stress thermique reste une contrainte majeure pour le bien-être et la productivité animale en région chaude (Kadzere *et al.,* 2002). Dans l'industrie laitière, l'un des principaux problèmes qui touchent cette dernière, c'est bien la sensibilité croissante des vaches laitières au stress thermique. Chaque année, les animaux sont plus vulnérables aux changements climatiques causés par le réchauffement de la planète (Klinedinst *et al.,* 1993).

Le stress thermique est causé par une combinaison de facteurs environnementaux, notamment: la température de l'air, l'humidité relative (HR), le rayonnement solaire, le mouvement de l'air et les précipitations. De nombreux indices, qui combinent ces différents facteurs environnementaux pour mesurer le niveau de stress thermique, ont été développés (Bohmanova *et al.,* 2007).

La plupart des recherches et des informations sur les effets de l'environnement thermique, ont été associées aux réactions physiologiques thermorégulatrices de l'animal. Et d'après Epstein et Moran, (2006), ces indices peuvent être divisés en trois groupes:

- Indices rationnels : fondés sur le bilan énergétique thermique.
- Indices empiriques : basés sur l'évaluation de la souche.
- Indices directs : basés sur des mesures de l'environnement.

A l'optique de ce dernier, l'indice de température-humidité (THI) a été développé par le « US Weather Bureau » comme un indice de l'inconfort thermique, pour évaluer les conditions susceptibles d'entraîner un stress thermique (Starr, 1981). De ce fait, le (THI) a été utilisé pendant plus de 4 décennies pour évaluer le stress thermique chez les bovins (Gaughan *et al.,* 2008 ; DeShazer *et al.,* 2009). De même, il est devenu un outil standard en biométéorologie animale (Hahn *et al.,* 2003). D'ailleurs, la sévérité du stress thermique est corrélée à la fois à la température ambiante et au niveau d'humidité (Bach *et al.,* 2007; Kendall et Webster, 2009).

La connaissance d'un seuil THI spécifique (THI critique supérieure) est importante pour comprendre l'apparition du stress thermique et le niveau d'adaptation chez les bovins. Le seuil du THI pour les performances de production et de reproduction est de 72 THI dans les climats tropicaux et subtropicaux (Armstrong, 1994; Ravagnolo *et al.,*2000 ; Silanikove, 2000 ; Kadzere *et al.,* 2002 ; West, 2003). D'un autre côté, dans le contexte tempéré, des chercheurs en Allemagne (Brügemann *et al.,* 2012) en Belgique (Hammami *et al.,* 2013) en Europe central (Gauly *et al.,* 2013) et aux États-Unis (Zimbelman *et al.,* 2009). Ont indiqué que la faible adaptation et la sensibilité environnementale élevée des vaches Holstein contribuaient à réduire le seuil de THI entre 60 et 68.

D'après (Hahn et Mader, 1997 ; Segnalini *et al.,* 2013), ont établi des seuils de THI pour le stress thermique chez les bovins: Confort (THI <68), Inconfort modéré (68 <THI <72), Inconfort (72 <THI <75),Alerte (75 <THI <79), Danger (79 <THI <84) et Urgence (THI> 84). D'ailleurs, lorsque le THI atteint 84 ou plus, pendant quelques jours, il peut être mortel pour les bovins (Du Prezz *et al.,* 1990 ; Hubbard *et al.,* 1997)

En d'autres termes, Les composantes de l'environnement thermique comprennent la température de l'air, l'humidité relative, le rayonnement solaire et la vitesse du vent (Dikmen et Hansen, 2009; Graunke *et al.,* 2011; Hammami *et al.,* 2013), ainsi que les mécanismes thermorégulation de l'animal avec leur milieu (St-Pierre *et al.,* 2003 ; Bohmanova *et al.,* 2007), qui changent également sous l'effet du stress thermique (Hillman, 2009), et qui semble être le facteur le plus préjudiciable à la production animale (Rivington *et al.,* 2009).

En plus, il y a d'autres indices comme l'indice d'humidité du globe noir « BGHI »(Buffington *et al.,* 1981), l'indice de température équivalent « ETI » (Baeta *et al.,* 1987), et l'indice de charge thermique « HLI » (Gaughan *et al.,* 2002 ; Gaughan *et al.,* 2008), qui ajoutent l'impact du rayonnement solaire et de vitesse de l'air (refroidissement par convection du vent), qui peuvent aussi être utilisés pour certaines situations (Gaughan *et al.,* 2012).

Donc, afin de maintenir son homéostasie, la vache laitière doit être en équilibre thermique avec son environnement qui est principalement conditionné par le rayonnement solaire, la température de l'air, le mouvement de l'air et l'humidité (Kadzere *et al.,* 2002). D'ailleurs, la recherche de la tolérance à la chaleur a attiré l'attention avec le développement de l'élevage laitier dans les régions climatiques plus chaudes. La tolérance à la chaleur, au sens étroit, est définie ici comme le maintien de l'homéothermie (Bligh, 2006).

D'après Fregley, (1996), les animaux ont développé une réponse phénotypique (acclimatation), qui entraîne une réduction de l'apport alimentaire, une augmentation de la consommation d'eau et des fonctions physiologiques modifiées telles que l'efficacité reproductive et productive et une variation du taux de respiration (Lacetera *et al.,* 2003 ; Nardone *et al.,* 2010).

Selon Hansen (2004), l'équilibre thermique chez les vaches laitières, entre la production de chaleur métabolique et sa dissipation vers l'extérieur (environnement), sert à réguler la température corporelle des animaux (thermorégulation). Le bovin peut échanger la chaleur avec son environnement par ces voies : Conduction (Yousef, 1985; Blaxter, 1989 ; Kadzere *et al.,* 2002), convection (Monteith et Unsworth, 2008), radiation (Silva *et al.,* 2010), évaporation (Silanikove, 1994 ; Maia *et al.,* 2005), transpiration (Berman, 2005 ; Maia *et al.,* 2005 ; Collier *et al.,* 2008) et halètement (Spain et Spiers,1998 ; Brouk *et al.,* 2001). L'impact principal des environnements chauds sur le statut nutritionnel des vaches laitières, est la diminution de la prise alimentaire en matière sèche (MS) (Robertshaw, 2006 ; Shwartz *et al.,* 2009; Renaudeau *et al.,* 2012 ; Soriani *et al.,* 2013 ; Gorniak *et al.,* 2014), et lorsque les vaches en lactation, sont exposées à une charge thermique croissante, elles présentent des changements de comportement alimentaire (Nardone *et al.,* 1992 ; DeVries *et al.,* 2003 ; Legrand *et al.,* 2011), accompagné par une perturbation de fonctionnement du rumen (Collier *et al.,* 2006 ; Bach *et al.,* 2007 ; Bernabucci *et al.,* 2009). Néanmoins, plusieurs auteurs ont rapporté que dans des conditions de stress thermique, la digestibilité des aliments et le taux de passage dans le rumen n'est pas affecté par la diminution de MSI (Silanikove *et al.,* 1993 ; Miaron et Christopherson, 1992 ; Wenigeret Stein, 1992).

En plus, durant les périodes chaudes, les besoins en eau d'abreuvement augmente en fonction de l'environnement thermique de l'animal et des pertes d'eau due à la transpiration et au halètement (Kadzere *et al.,* 2002 ; Meyer *et al.,* 2004 ; Beatty *et al.,* 2006).

Certaines des conséquences les plus importantes de l'impact du stress thermique sur la fonction de la reproduction chez les vaches laitières sont ; la diminution de l'expression du comportement œstral (Hansen et Aréchiga, 1999 ; Dobson *et al.,* 2008 ; Roelofs *et al.,* 2010), la réduction de la durée de l'œstrus (Hansen, 1997 ; Orihuela, 2000 ; White *et al.,* 2002), l'altération de la dynamique folliculaire (Wolfenson *et al.,* 1995 ; Roth *et al.,*2001b ; Lebedeva *et al.,* 2014), la diminution de la qualité ovocytaire (Sartori *et al.,* 2002 ; Jordan, 2003 ; Ferreira *et al.,* 2011 ; Gendelman et Roth, 2012), la

réduction du taux de conception (Flamenbaum et Ezra, 2003 ; García-Ispierto *et al.,* 2007 ; Wolfenson, 2009), la régression du développement embryonnaire (Castro e Paula et Hansen, 2008 ; Gendelman *et al.,* 2010, Silva *et al.,* 2013), et l'augmentation de la mortalité embryonnaire précoce (Ealy *et al.,*1993 ; Paula-Lopes et Hansen, 2002 ; García-Ispierto *et al.,* 2006).

Plusieurs études ont montré que les variations saisonnières des paramètres climatiques, ont un impact important sur la production laitière, par le fait que l'augmentation de la température extérieure entraîne une baisse de la production laitière (Silanikove, 2000 ; Kadzere *et al.,* 2002 ; West, 2003 ; Upadhyay *et al.,* 2009). En outre, cette diminution ne provient pas d'un seul facteur; c'est plutôt le résultat d'une combinaison de changements physiologiques exercé par l'animal, pour maintenir son équilibre thermique (Wolfenson *et al.,* 2000).

Selon la littérature, une réduction de la production laitière est corrélée avec l'équilibre énergétique (Moore *et al.,* 2005 ; Rhoads *et al.,* 2009 ; Shwartz *et al.,* 2009), en raison d'une baisse de l'apport alimentaire (Ray *et al.,* 1992 ; Holter *et al.,* 1997 ; Spiers *et al.,* 2004). De plus, les besoins énergétiques d'entretien vont également augmenté de 30% chez les bovins laitiers durant le stress thermique (NRC, 2007).

Par conséquent, l'apport énergétique ne suffirait pas à couvrir les besoins journalières de production laitière (West, 2003). Du fait que la modification de la répartition des nutriments et réduction de la prolifération des cellules mammaires pendant la période sèche et ainsi, diminue le rendement laitier dans la lactation suivante (Tao et Dahl, 2013).

Selon Barash *et al.,* (2001), la composition du lait varie en fonction des saisons (été et hiver). La composition du lait est également modifiée de façon discordante au cours de l'hyperthermie. Une température corporelle élevée réduira la production de lait, les taux de protéines de lait, de matières grasses, de minéraux et de lactose (Key *et al.,* 2014). En plus, Rosen, (2003) décrit une baisse des concentrations en protéineset en matières grasses lorsque la température augmente.

Le développement de l'élevage bovin a toujours constitué une priorité pour l'Algérie afin de répondre aux besoins croissants de la population en protéines animales (UBIFRANCE, 2014). A cet effet, tout un nouveau système de type intensif s'est installé à travers des fermes spécialisées d'élevage bovin laitier, à l'image de la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Algérien), qui connait une véritable dynamique (Senoussi *et al.,* 2010), partagent la même constatation, en notant que la progression observée récemment est le résultat direct de d'injection des capitaux, qui visent le développement de la filière lait par l'importation de génisses pleines, l'octroi des crédits et des subventions favorisent l'apparition d'une catégorie importante d'éleveurs hors sol (Soukehal, 2013).

Par ailleurs, caractérisé par son climat hyper-aride, la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Algérien) a enregistré, depuis plus d'une décennie, un grand essor en élevage bovin laitier, grâce aux efforts déployés par les pouvoirs publics (PNDAR et FNRDA), par une large gamme d'actions éligibles aux subventions au profit des éleveurs (aménagement des bâtiments, acquisition d'équipements et génisses et soutien à la production), de sorte que la filière lait a enregistré une croissance considérable de l'effectif du cheptel laitier, grâce à la création des unités de transformation de lait, alors que la production laitière bovine arrive à couvrir la majorité des besoins de la population locale en lait et ses dérivés.

Dans ce sens et à l'instar des autres régions, de grandes opérations ont été engagées par l'Etat en vu de relancer l'élevage dans les zones sahariennes. Toutefois, ces actions ont été vouées à l'échec à causes de nombreuses contraintes notamment, celles liées à l'alimentation (cultures fourragères peu développées), à l'inadaptation des animaux (fortes chaleurs estivales) et aux conditions d'ambiances (absence de bâtiment répondant aux exigences du milieu) (Adamou, 2009).

Cependant, la sévérité climatique des régions sahariennes, et notamment dans la région d'étude, où le climat constitue un vrai obstacle pour une meilleure extérioration du haut potentiel génétique des races bovines importées (d'Europe). Par conséquent, l'inadaptation des animaux dans ce contexte saharien, à cause d'absence de bâtiments répondant aux exigences thermiques des races bovines modernes. Dans ces conditions on remarque des détériorations des performances laitières et celles de la physiologie et le bien-être des vaches laitières, à cause à l'inconfort thermique.

Notre travail de thèse traite la problématique d'impact des conditions climatiques sur l'élevage bovin laitier dans la région de Ghardaïa. En effet, le cheptel bovin, constitué en totalité des vaches laitières à haut potentiel génétique importées de l'Europe, se trouvent confrontées aux aléas du climat saharien très rude, caractérisé notamment par très fortes chaleurs pouvant dépasser les 48 °C pendant la période estivale et pouvant provoquer un stress thermique sévère.

A cet effet, l'étude de l'impact du stress thermique sur les performances zootechniques (performances laitières et performances reproductives des vaches laitières), sur le comportement et la physiologie, peut nous fournir les informations de bases pour orienter notre conduite intensive d'élevage bovin laitier, selon des stratégies et des pratiques les plus adéquates, vers les meilleures performances. Ceci et d'autant plus important, si on se positionne dans le contexte globale du réchauffement climatique, et ainsi prévenir et devancer les aléas de l'avenir.

L'organisation et la rédaction du manuscrit de la thèse, découpée en chapitres et rédigés sous forme d'articles scientifiques suivant la méthodologie **(IMRED)** de sorte que les éléments de traitement et analyses des données et des résultats, avec la confrontation à la littérature scientifique pour chaque chapitre.

Dont le **chapitre (I),** vue l'importance de l'alimentation et la nutrition sur les performances animales, cette part de thèse est consacré pour diagnostiquer la situation actuelle de la conduite alimentaire au niveau des exploitations laitières, à travers des enquêtes auprès des éleveurs bovins de la région d'étude, afin de mettre une relation entre les systèmes alimentaires appliqués dans la conduite d'élevage, et ses répercussions sur le rendement laitier des vaches laitières et la rentabilité de production de lait, en vue de conduire les élevages selon des pratiques plus adéquates pour améliorer la production laitière à l'échelle individuelle qu'à l'échelle du troupeau .

Chapitre (II) qui englobe 02 sous-chapitres, dont le **dispositif n° 01**, traite la problématique de l'impact du stress thermique sur les performances laitières (quantité et qualité) et les paramètres physiologiques (température corporelle, fréquences respiratoire et cardiaque) de vaches laitières de race « Holstein » et « Montbéliarde » d'origine européenne, afin d'apprécier les performances zootechniques obtenues des bovins laitiers récemment introduits dans le contexte « hyper-aride » et d'avoir une idée sur la race la plus adaptée aux conditions sahariennes. Le **dispositif n° 02**, vise à étudier l'effet combiné des conditions environnementales (THI) et les pratiques d'élevage (nutrition, environnement, parité, stade physiologique, fréquence de traite etc…) sur la production laitière journalière et le rendement laitier globale des lactations d' un cheptel de bovin laitier, composé en totalité des vaches laitières de la race Holstein (pure), nés localement dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional algérien), dans le but d'apprécier la vulnérabilité et les performances zootechniques réels de cette race bovine face aux conditions climatiques sahariennes.

L**e chapitre (III),** qui comporte 02 sous-chapitres, dont le **dispositif n° 01**, qui analyse la variation de la réussite de la première insémination artificielle (TRIA1%) en fonction de la variation saisonnière de l'index-température-humidité (THI) chez les vaches laitières de race « Holstein » et « Montbéliarde » des fermes laitières réparties dans la région d'étude, tout en s'appuient sur les fiches individuelles de l'insémination artificielle (IA), durant une période de 07 ans. Le **dispositif n° 02**, vise à étudier l'effet de stress thermique (THI) sur les paramètres de fertilité, tel que le taux de conception (TC%), le taux de gestation (TG%) et l'index de fertilité (IF) de vaches laitières Holstein natives dans un climat saharien (hyper-aride), d'un côté , et d'apprécier les différents paramètres de fécondité des génisses et celles des vaches laitières en relation des facteurs d'impacts (individuelles et environnementales) et de les comparer avec ceux d'autres études (tempérés, tropicales et subtropicales), de l'autre.

Nous achèverons ce manuscrit par une discussion générale qui permettra d'analyser et d'interpréter les différentes réponses phénotypiques (paramètres physiologiques, et performances laitières et reproductives) des génotypes étudiés (Holstein et Montbéliarde) et d'un côté, et les performances zootechniques de la« Holstein native » et sa vulnérabilité face aux conditions du stress thermique dans le Sahara septentrional, de l'autre.

CHAPITRE I : SYSTEMES ALIMENTAIRES DES BOVINS LAITIERS DANS LA REGION D’ETUDE

Ce chapitre vise à énumérer l'impact des régimes alimentaires sur les potentialités laitières des bovins laitiers dans le contexte saharien, une enquête sur la structure des exploitations, les pratiques alimentaires et les performances laitières a été effectuée au niveau de 83exploitations laitières de la région de Ghardaïa.

I.1. Introduction :

L'élevage bovin joue un rôle important dans l'économie nationale, dont le cheptel bovin est de plus de 02 millions de têtes (MADR, 2016), où il contribue à 30% à la couverture des besoins nationaux en protéines animales (Bakhouche, 2011)

A cet effet, l'Algérie doit importer environ 60% de ses besoins sous forme de poudre de lait et autres produits laitiers afin de répondre à la demande locale croissante. (Kacimi El Hassani, 2013). Alors que, ces importations ont constitué une contrainte importante pour le développement local de production de lait cru et de collecte (Sraïri *et al.,* 2013).

Selon Ghozlane et *al.,* (2010), les programmes d'intensification de la production laitière n'ont toutefois pas permis d'atteindre les objectifs escomptés, à travers l'extension et le soutien des exploitations à vocation laitière. A l'image de l'introduction massive en provenance d'Europe de races bovines à fort potentiel génétique pour le développement de la production laitière (Madani *et al.,* 2008).

La faiblesse de la disponibilité et de la qualité du fourrage, qui constitue une contrainte de taille pour l'élevage bovin laitier (Benaissa, 2010). En plus que la majeure partie du fourrage (70%) est composée par des espèces céréalières (Djebbara, 2008).

En conséquence, l'écart entre les besoins du cheptel algérien et les disponibilités fourragères s'est d'ailleurs accentué suite à l'augmentation des effectifs de l'ensemble des espèces animales (Bouzida *et al.,* 2010). Ceci oblige l'Etat à recourir à l'importation de grandes quantités d'aliment, surtout en concentrés (maïs, orge…etc.), pour palier à ce déficit (Chehma *et al.,* 2002).

Pour cette raison, la faible productivité zootechnique des élevages bovins laitiers est le résultat de la combinaison de plusieurs facteurs en relation avec l'insuffisance alimentaire et les mauvaises techniques de conduite d'élevage (Ghazi et Niar, 2011 ; Djermoun et Chehat, 2012).

Le Plan National de Développement Agricole (PNDA) initié en 2000, à travers la rubrique élevage bovin laitier, s'est répercuté positivement sur l'espace saharien (Senoussi *et al.,* 2010). A cet effet, Ghardaïa rende rendu l'un des bassins laitiers en voie de développement, est le leader en production laitière au sud du pays. Ce système de type intensif s'est installé à travers des fermes d'élevage spécialisées. Dans ce contexte, la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Algérien) connait une véritable dynamique. Cependant, ce système inédit fait face à de multiples obstacles qui, bien que surmontables, constituent un frein quant à la réalisation de performances zootechniques (Senoussi, 2008).

Parmi les contraintes qui limitent l'extériorisation du potentiel génétique des vaches laitières, importées de l'Europe (notamment la France et l'Allemagne), se trouvent confrontées aux aléas du climat saharien très rude, caractérisé par très fortes chaleurs pouvant dépasser les 45 °C pendant la période estivale, les conduisant à un stress thermique sévère (Ouarfli et Chehma, 2014). Dans le même ordre d'idées, Flamant, (1991) signale l'adaptation insuffisante des races laitières transférées vers les conditions d'élevage méditerranéen, expliquée par leur productivité limitée. En outre, même le manque de ressources alimentaires, semble être le facteur limitant pour l'adaptation des races européennes (Madani *et al.*, 2008).

D'un autre côté, la nature du régime (composition de la ration journalière) offert aux animaux, et les systèmes alimentaires adoptés par les éleveurs dans cette région saharienne, tributaire aux aliments concentrés, restent incompatibles avec les exigences réelles de ces races améliorées. Effectivement, les techniques de rationnement sont impraticable sur terrain, et la ration distribuée se fait indépendamment du stade physiologique ou du niveau de production des vaches laitières tout le long de l'année (Kaouche *et al.*, 2011). Pourtant, la rentabilité de l'élevage laitier, est étroitement liée à la maîtrise du rationnement et du coût alimentaire du litre de lait (Ouarfli et Chehma, 2011).

De plus, en élevage bovin laitier, la majorité des études qui intègrent l'alimentation dans la modélisation de la lactation portent sur le mode de distribution de la ration (Caccamo *et al.*, 2010). En outre, la conduite alimentaire conditionne l'état sanitaire de l'animal, l'intensité de l'expression de son potentiel génétique ainsi que sa fertilité (El Ghezal, 2012).

A la lumière de ce qui précède, notre objectif à travers cette partie d'étude, est de diagnostiquer la situation actuelle de la conduite alimentaire au niveau des exploitations laitières, en relation avec le rendement laitier des vaches laitières afin d'orienter la conduite d'élevage selon des pratiques plus adéquates conduisant les élevages vers les meilleures performances.

I.2. Matériel et méthodes :

- **Région d'étude**

La wilaya de Ghardaïa, se situe à 600 Km au sud d'Alger, dans la partie centrale du nord du Sahara algérien, à 32° 30° Nord de latitude, et à 3°45 de longitude Est. Sur une altitude de 530 m. Elle est dominée par un climat saharien hyper aride, se caractérisant par des températures moyennes annuelles élevées et une atmosphère présentant en quasi permanence un déficit hygrométrique (figure 01).

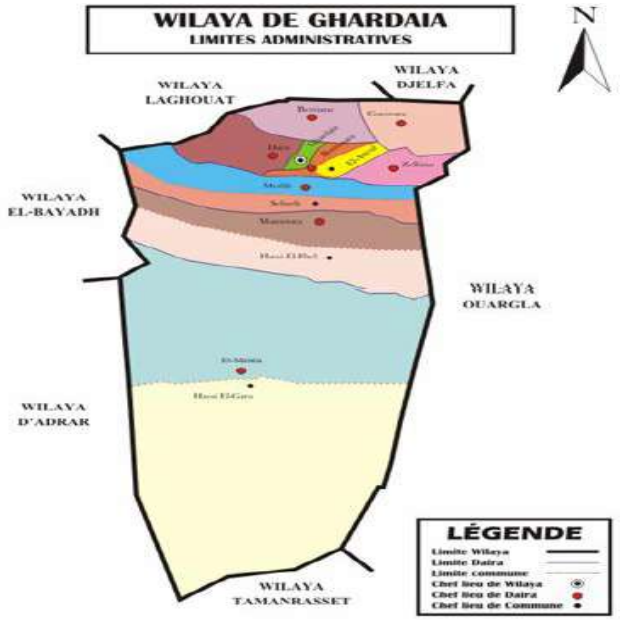

Figure N°01: Carte de la wilaya de Ghardaïa (ATLAS, 2005)

On a choisi la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Algérien), par sa position leader dans la production de lait et ses drivés dans le sud du pays. Elle dispose d'un cheptel bovin estimé, en 2015, à 4324 têtes (dont 3800 vaches laitière soit plus de 87% du cheptel bovin), et d'une production laitière de 25 935 000 litres, avec un taux de collecte de lait de l'ordre de 45,39%, et la production laitière annuelle moyenne est de 6825/VL/an (DSA Ghardaïa, 2016).

- **Collecte d'informations**

Notre étude a touché 83 exploitations laitières, totalisant environ 2150 têtes de vaches laitières (soit 56,57% de l'effectif total de la wilaya). Les travaux d'Udo et Cornelissen, (1998), indiquent qu'un échantillon de 60 éleveurs enquêtés est suffisant pour obtenir des informations utiles.

Le tableau N° 01 représente la répartition des exploitations sur 11 communes (04 à Berriane, 02 à Bounoura, 11 à Daya Ben Dahoua, 18 à El-Atteuf, 03 à El-Ménéa, 11 à Ghardaïa, 17 à Guerrara, 02 à Hassi L'fhal, 07 à Metlili, 02 à Sebseb et 06 à Zelfana) , durant la période de janvier 2014 à novembre 2015.

Tableau N° 01 : Répartition des exploitations selon les communes de la région d'étude

Localisation		Nombre d'exploitation	Pourcentage (%)
Communes	**Berriene**	04	4,8
	Bounoura	02	2,4
	Daya Ben Dahoua	11	13,3
	El-Atteuf	18	21,7
	El-Ménéa	3	3,6
	Ghardaïa	11	13,3

Guerrara	17	20,5
Hassi El F'hel	02	2,4
Metlili	7	8,4
Sebseb	02	2,4
Zelfana	6	7,2
Total	83	100

Ces 83 exploitations privées, agréées par les services vétérinaires de la wilaya, ont subi une enquête en un seul passage, selon l'approche adopté par Agabriel et *al.*, (2005). Qui consiste de récolter en un temps réduit toute l'information nécessaire et les renseignements désirés. Ceci s'est fait selon un questionnaire renfermant la conduite d'élevage, notamment l'alimentation des vaches laitières (Annexe N° 01), et ces performances réalisées. En plus des enquêtes sur les pratiques d'alimentation chez sur les troupeaux de bovins laitiers, qui sont un outil efficace, pour l'amélioration de la conduite alimentaire, et pour mieux conseiller les éleveurs par les nutritionnistes (Bucholtz, 2006).

- **Modes de Calculs**

La production laitière était évaluée sur la base de la quantité journalière moyenne de lait, produite à partir de la quantité globale collecté par la laiterie, de différentes exploitations enquêtées.

Pour l'estimation de l'apport alimentaire, les quantités de fourrages et des aliments concentrés distribuées dans chaque exploitation, sont converties en valeurs nutritives, en s'appuyant sur les tables (INRA, 1988), (INRA, 2002) et les travaux réalisés sur le rebut de datte par (Chehma *et al.*, 2002).

Par la suite, les données résultantes de calculs sont les suivants:

- SF/UGB : Surface fourragère (Ha)/unité de gros bétail.
- MSI (kg) : quantité de matière sèche ingérée en kg.
- PDI/UFL : Rapport protéo-énergitique de la ration (g/UFL).
- UFL_T/PL_R : Rapport énergie total/production laitière réel (UFL/kg de lait).
- PL_PUFL_T : Production laitière permise par l'énergie totale de la ration (kg).
- $UFL_{[c]}/PL_R$: Rapport de l'énergie de concentré /production laitière réel (UFL/kg de lait).
- $Part_{[c]}/MS_T$: Pourcentage de la part du concentré/MS total de la ration (%).
- $Part_{[c]}/UFL_T$: Pourcentage de la part du concentré/UFL total de la ration(%).
- $Part_{[c]}/PDI_T$: Pourcentage de la part du concentré/PDI total de la ration(%).
- $Q_{[c]}$/VL/an : Quantité moyenne de concentré annuellement consommée (kg).
- PL/VL/an : Rendement laitier annuel (kg/vl/an).
- Coûts alimentaires d'un kg de lait(DA).

- **Analyses statistiques**

Les données obtenues sont organisés dans un tableur « Microsoft Excel 2010 » (les variables en colonnes et les exploitations en lignes).

Ils sont soumis à une analyse de statistique descriptive des différents variables avec le logiciel « SPSS v21 » et des régressions linéaires et tests de corrélation entre la production laitière et l'apport nutritif à l'aide du logiciel « Minitab 18 ».

I.3. Résultats et discussion :

L'analyse de composition de chaque ration distribuée aux niveaux des exploitations, illustré dans la figure 02, nous a montré qu'il existe 09 types de régimes alimentaires, dont (**régime01** : ensilage + concentré, **régime02** : fourrages secs + concentré, **régime03 :** fourrages secs + ensilage +concentré, **régime04** : fourrages secs + ensilage + sous-produit céréal + concentré, **régime05 :** fourrages secs + sous-produit céréale + concentré, **régime06 :** fourrages secs + sous-produit céréale + sous-produit dattier + concentré, **régime07 :** verdure+ concentré, **régime08 :** verdure + ensilage + concentré, **régime09 :** verdure + fourrages secs + concentré).

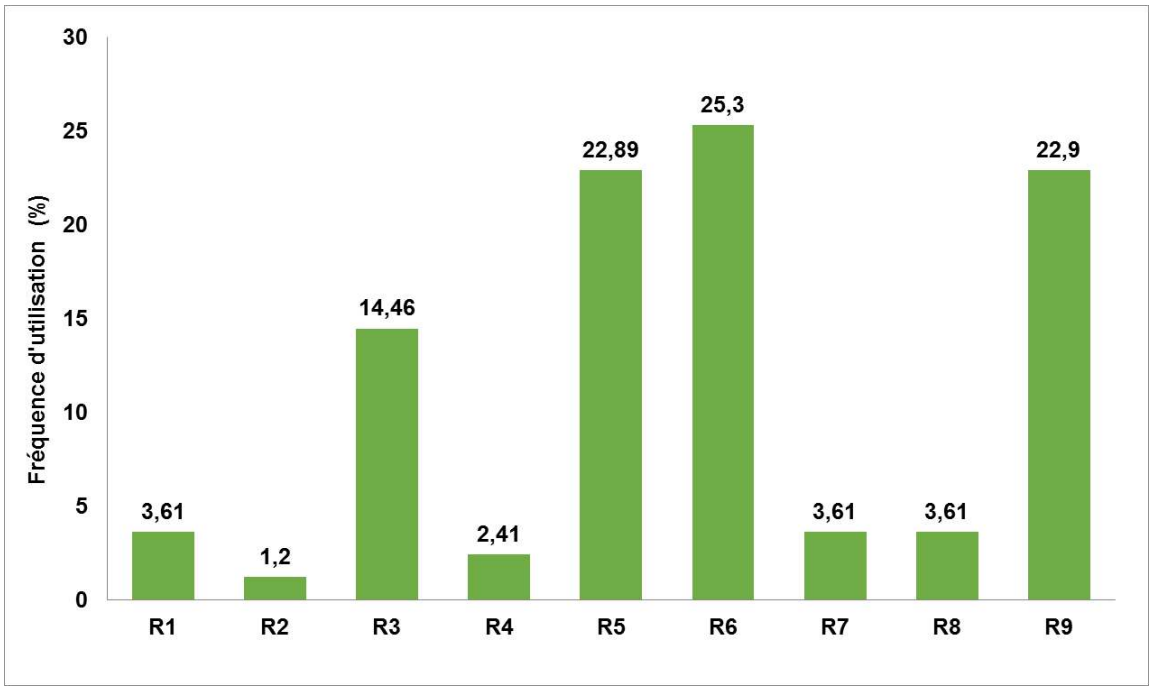

Figure N°02 : Répartition des différents types de régimes alimentaires.

La répartition des différents types de systèmes d'alimentation, nous a révélé que la conduite alimentaire est essentiellement basée sur l'utilisation des fourrages secs, sous-produits (céréaliers et dattiers) et les concentrés, dont plus de 49,39% des exploitations enquêtées, pratiquant les R6, R5 et R2. Ceci nous a permis de définir neuf systèmes d'alimentation spécifiques aux exploitations étudiées.

La figure 03, illustre la composition de la ration de base offerte aux vaches laitières et le type d'aliment concentré utilisé dans la complémentation, adopté par les éleveurs des exploitations enquêtés.

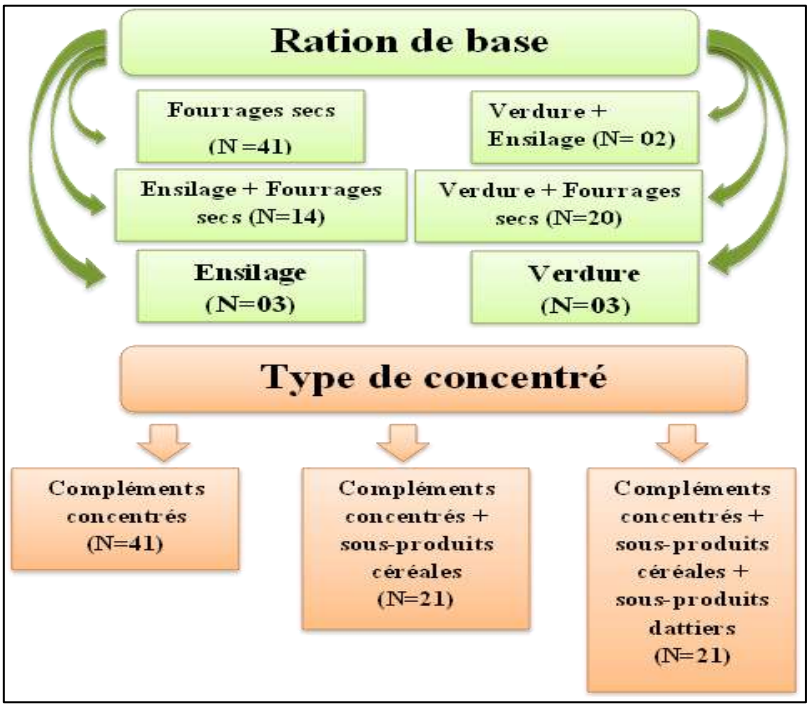

Figure N°03 : Conduite alimentaire des 83 exploitations enquêtées.

Les vaches laitières reçoivent la paille de céréales et le foin d'avoine (fourrages secs) comme ration de base dans 75 exploitations tout au long de l'année, soit 90% des exploitations enquêtées. Cette utilisation excessive de foin, au détriment des fourrages verts et de l'ensilage, caractérise la majorité des systèmes d'alimentations des exploitations laitières au niveau national (Ferrah, 2006).

Il existe une variabilité en matière de quantités distribuées d'une exploitation à une autre, durant toute l'année. D'ailleurs la paille ne doit être utilisée qu'exceptionnellement comme fourrage pour la vache laitière.(Anderson et Hoffman, 2006), de même, l'alimentation à base de foin d'un troupeau laitier devient de plus en plus difficile au fur et à mesure que le potentiel des animaux augmente (Dulphy, 1987), Puisque, c'est des aliments très ligno-cellulosiques, les pailles sont peu digestibles et ingestibles, en outre elles sont pauvres en azote, carencées en minéraux majeurs et en oligoéléments, et sont dépourvues de vitamines A (Andrieu et Demarquilly, 1987).

En ce qui concerne la complémentation par les aliments concentrés, 49% des exploitations laitières utilise un complément alimentaire (mélange de maïs, tourteau de soja, orge, CMV), comme concentré unique. Par contre, plus de 25% des éleveurs incorporent les rebuts de datte dans la complémentation concentrée de la ration alimentaire. La complémentation «supplémentaire» qui apporte les nutriments permettant de couvrir les besoins de production devra être réaliste sur le plan non seulement nutritionnel mais également socio-économique (disponibilité, coût,…etc.) (Chenot et Kayouli, 1997). Encore, la quantité de concentrés nécessaire pour une vache dépend non seulement de la qualité du fourrage, mais aussi de sa production laitière (Wheeler, 1996).

Le tableau 02 illustre la variation de la production laitière en fonction du type du régime alimentaire (composition), à travers les exploitations enquêtées.

Tableau N° 02: Moyennes et écarts types de la production laitière selon le type du régime alimentaire

Type de régime alimentaire	Production laitière (kg)		Nombre d'exploitations
	Moyenne	Ecart- type	
R 01 (E+CC)	24,3	4,5	3
R 02 (FS+CC)	16,77	0	1
R 03 (FS+E+CC)	21,21	1,91	12
R 04 (FS+E+SPC+CC)	23,36	0,05	2
R05 (FS+SPC+CC)	19,96	2,72	19
R 06 (FS+SPC+SPD+CC)	18,63	2,58	21
R 07 (V+CC)	26,21	2,63	3
R 08 (V+E+CC)	22,45	1,87	2
R 09 (V+FS+CC)	20,36	3,14	20
Moyenne totale	20,39	3,15	83

La production de lait/vache/exploitation suivant le type du régime alimentaire offert par l'éleveur est d'une moyenne globale de 20,39±3,15kg. La plus grande quantité enregistrée est celle du régime 07(26,21±2,63kg), qui contient des fourrages verts (luzerne) et les compléments concentrés, qui est un bon indicateur de la qualité de ressources fourragères. En plus, la luzerne utilisée en vert est bien consommée par les vaches laitières, et elle permet de bonnes performances de production laitière et de croissance (Mathieu, 2003).

Par contre, le régime 02 (fourrages secs + concentrés) donne la production minimale, de l'ordre de 16,77kg. Cela, peut être due aux foins utilisés, qui sont mal fanés et mal conservés, ce qui se répercute négativement sur leur valeur nutritive (Tisserand, 1999). En effet, plus le fourrage de la ration de base est de bonne qualité (UF, PDI, taux de matière sèche, appétence…), moins il sera nécessaire d'ajouter des concentrés pour les corrigés (Cauty et Perreau, 2003).

L'analyse statistique descriptive des données (tableau 03), nous a montré l'existence d'une plage de variation assez importante, entre les paramètres étudiés des différentes exploitations. Dont :

- La quantité de matière sèche ingérée varie entre 14,9 à 23,36 kg avec une moyenne de 19,21±1,65 kg, cependant, le rapport PDI/UFL des rations distribuées varie entre 63,88 à 101,21 avec une moyenne 79,95±7,54 g/ UFL.
- La production laitière réelle (PL_R) et la production laitière permise par l'énergie totale (PL_P-UFL) varient de 13,71 à 29,49 avec une moyenne de 20,39±3,15 kg et 16,58 à 36,71avec une moyenne de 26,12±3,98 kg, respectivement.
- Chaque kg de lait produit correspond en moyenne à 0,8±0,07 (UFL/kg) de l'apport énergétique total (UFL_T/PL_R), et 0,6±0,12 (UFL/kg) de l'apport énergétique provient d'aliment concentré ($UFL_{[c]}/PL_R$).
- La part des concentrés dans MS total ($Part_{[c]}/MS_T$), l'apport énergétique ($Part_{[c]}/UFL_T$) et l'apport protéinique ($Part_{[c]}/PDI_T$) de la ration des exploitations étudiées varient entre 34,15 à 85,35%, 39,72 à 91,98% et 51,79 à 95,64%, avec des moyennes de 65,13±11,58%, 74,83±12,52% et 81,24±11,12%, respectivement.
- La quantité de concentré consommé par vache et par an ($Q_{[c]}$/VL/an) varie d'une exploitation à l'autre, de l'ordre de 2920 à 7749,69 kg, dont la moyenne 5243,76±988,95 kg/VL/an.
- La valeur moyenne du coût de production d'un kg de lait dans les exploitations laitières, est de l'ordre de 33,29±4,23 DA avec (min : 20,03 et max : 46,03).

Tableau N° 03 : Structures et caractéristiques des exploitations laitières (SAU, SF, apport nutritif et production laitière)

	Intervalle Statistique	Minimum	Maximum	Moyenne	Erreur std	Ecart type	Variance
SAU	1000	0	1000	31,92	15,46	140,89	19849,25
SF	200	0	200	9,25	3,75	34,2	1169,79
Nbr_VL	131	5	136	25,9	2,42	22,12	489,3
Q-MSI	8,46	14,90	23,36	19,21	0,18	1,65	2,72
PDI/UFL	37,33	63,88	101,21	79,95	0,83	7,54	56,98
PL_R	15,78	13,71	29,49	20,39	0,34	3,15	9,95
SF/UGB	2,58	0	2,58	0,17	0,05	0,45	0,2
UFL_T/PL_R	0,36	0,61	0,97	0,8	0,008	0,07	0,005
PL_P-UFL	20,13	16,58	36,71	26,12	0,44	3,98	15,84
$UFL_{[c]}/PL_R$	0,48	0,34	0,82	0,6	0,01	0,12	0,01

$Part_{[c]}/MS_T$	51,20	34,15	85,35	65,13	1,27	11,58	134,15
$Part_{[c]}/UFL_T$	52,26	39,72	91,98	74,83	1,37	12,52	156,82
$Part_{[c]}/PDI_T$	43,85	51,79	95,64	81,24	1,22	11,12	123,76
$Q_{[c]}$/VL/an	4829,69	2920	7749,69	5243,76	108,55	988,95	978038,5
coût_kg_lait	26,00	20,03	46,03	33,29	0,46	4,23	17,93
PL/VL/an	4734	4113	8847	6117,79	103,89	946,5	895876,04

Les données représentées dans la figure 04, montre l'existence de 3 classes d'exploitations pour les 3 catégories (SF, SAU et nombre de têtes) :

- Selon la superficie fourragère, on trouve que 59 exploitations disposent d'une SF de 0 à 1 ha, d'une proportion de 71,1%, à l'opposé, les exploitations qui possèdent des SF de 1 à 10 ha et plus de 10 ha, qui ne représentent que 15,6 et 13,3% des exploitations enquêtées, respectivement. La moyenne est de l'ordre de 9,25±34,2 ha, qui concorde avec travaux de Senoussi, (2008), qui indique que, le planning fourrager n'est pas bien maîtriser au niveau des exploitations laitières.

- Suivant les superficies agricoles utiles, on trouve que 48 exploitations disposent d'une SAU de 0 à 2 ha, d'une proportion de 57,8%, à l'opposé, les exploitations qui possèdent des SAU de 2 à 10 ha et plus de 10 ha représentent 26,5 et 15,7%, respectivement. La moyenne est de l'ordre de 31,92±140,89 ha, alors qu'au niveau national, la moyenne est de 8,3 ha de SAU/exploitation (GREDAAL, 2006)

- D'après le nombre de têtes de VL/exploitation, on a 42 exploitations qui contiennent entre 5 et 20 têtes, avec une proportion de 50,6%, soit la moitié des exploitations enquêtées. , et les exploitations qui ont un nombre de VL entre 20 à 50 et plus de 50 têtes représentent 39,6 et 9,8%, respectivement. La moyenne est de l'ordre de 26±22,12 têtes, d'où, le nombre moyen de vaches par exploitation est supérieur à celui signalé en Kabylie 20,5 têtes par (Kadi et al, 2007), 14,2 au niveau de la Mitidja (Benyoucef, 2005), et 8 sujets par exploitation pour la moyenne national (GREDAAL, 2006)

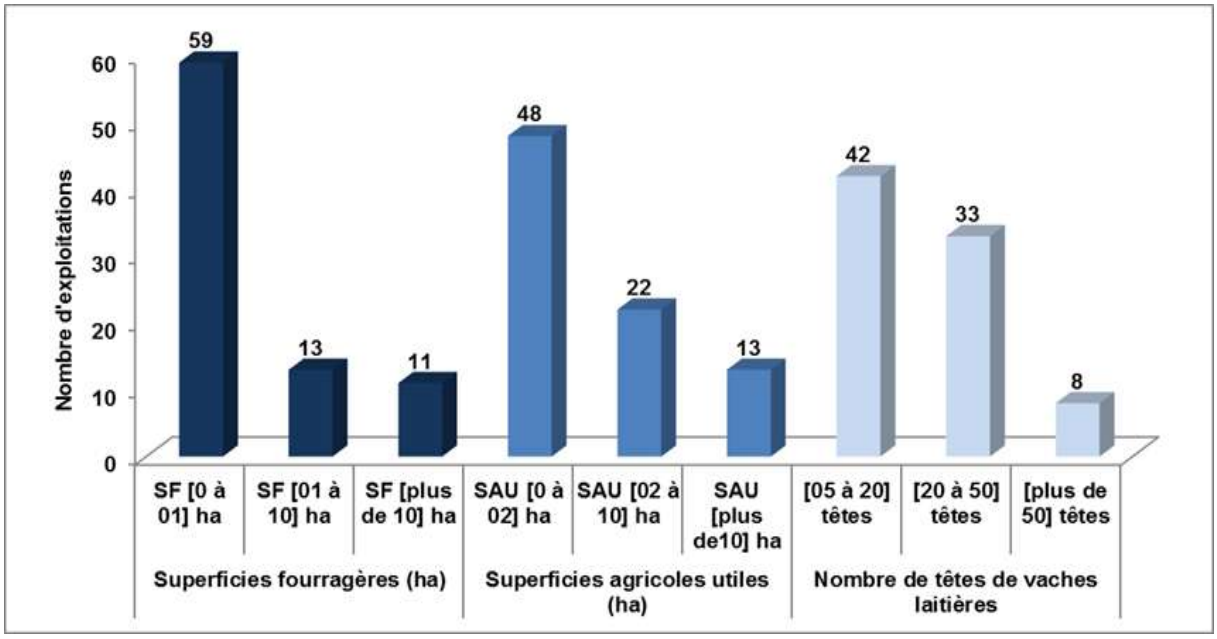

Figure 04 : Répartition des exploitations selon SAU, SF et le nombre de VL.

La régression entre la production laitière (kg) et le rapport PDI/UFL est significativement positive (n= 83, P < 0,0001, r=0,414, R^2=0,172 et l'équation de prédiction est : PL (kg) =6,56+0,17 PDI/UFL) (figure 05).

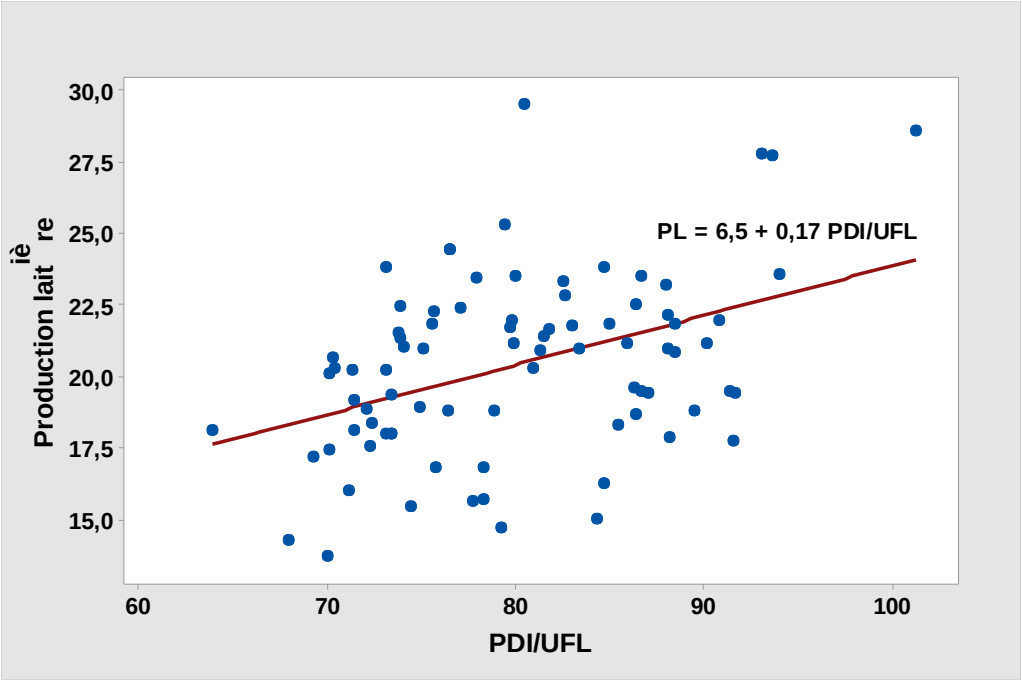

Figure N°05 : Régression linéaire entre la production laitière et le rapport PDI/UFL.

La régression entre la production laitière (kg) et la quantité de MSI est significativement positive (n= 83, p < 0,0001, r=0,561, R^2=0,314 et l'équation de prédiction est : PL =-0,19+1,07QMS). (Figure 06).

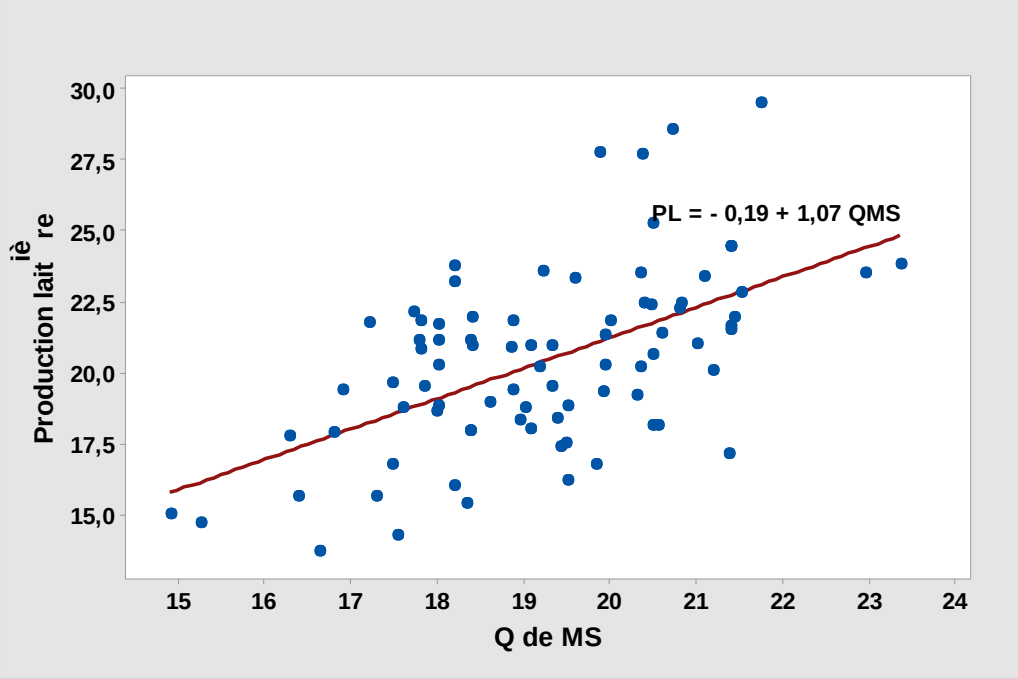

Figure N°06 : Régression linéaire entre la production laitière et la quantité de MSI.

En revanche, , il y a une régression fortement négative entre la production laitière (kg) et les deux critères de valorisation des quantités d'UFL requise pour la production d'un kg de lait UFL_T/PL_R et $UFL_{[C]}/PL_R$ respectivement, (n= 83, p < 0,0001, r= - 0,740, R^2=0,548 et l'équation de prédiction est : PL =46-31,84 UFL_T/PL_R) et (n= 83, p < 0,0001, r= - 0,579, R^2=0,336 et : PL =29,42-14,97UFL_{CC}/PL_R). (Figure 07 et 08).

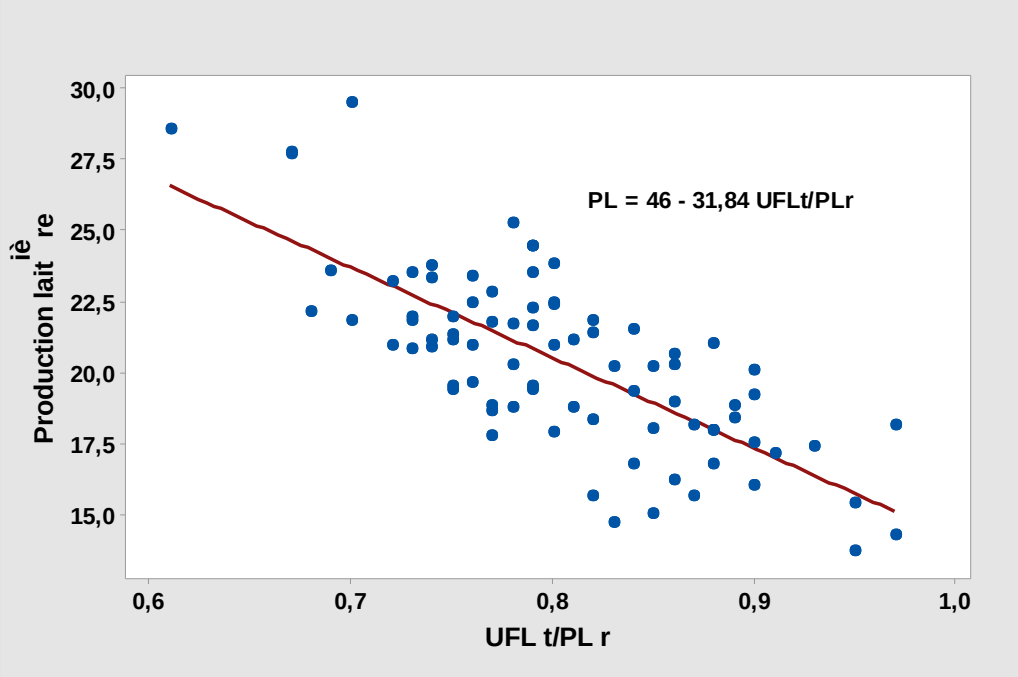

Figure N° 07 : Régression linéaire entre la production laitière et l'apport nutritif des rations alimentaires (UFL_T/PL_R).

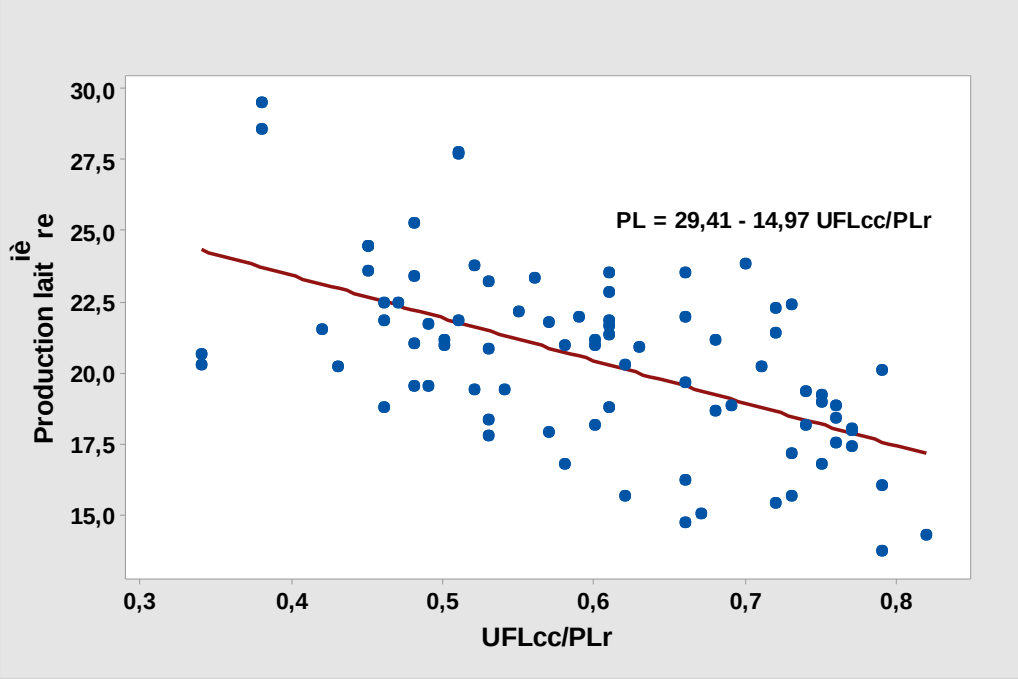

Figure N° 08 : Régression linéaire entre la production laitière et l'apport nutritif des rations alimentaires (UFL_{CC}/PL_R).

On note que la régression entre la production laitière (kg) et coût alimentaire est significativement négatif (figure 09) dont, (n= 83, p< 0,0001, r=-0,528, R^2=0,279 et l'équation de prédiction est : PL =33,5-0,4coût_kg_lait). (Figure 9).

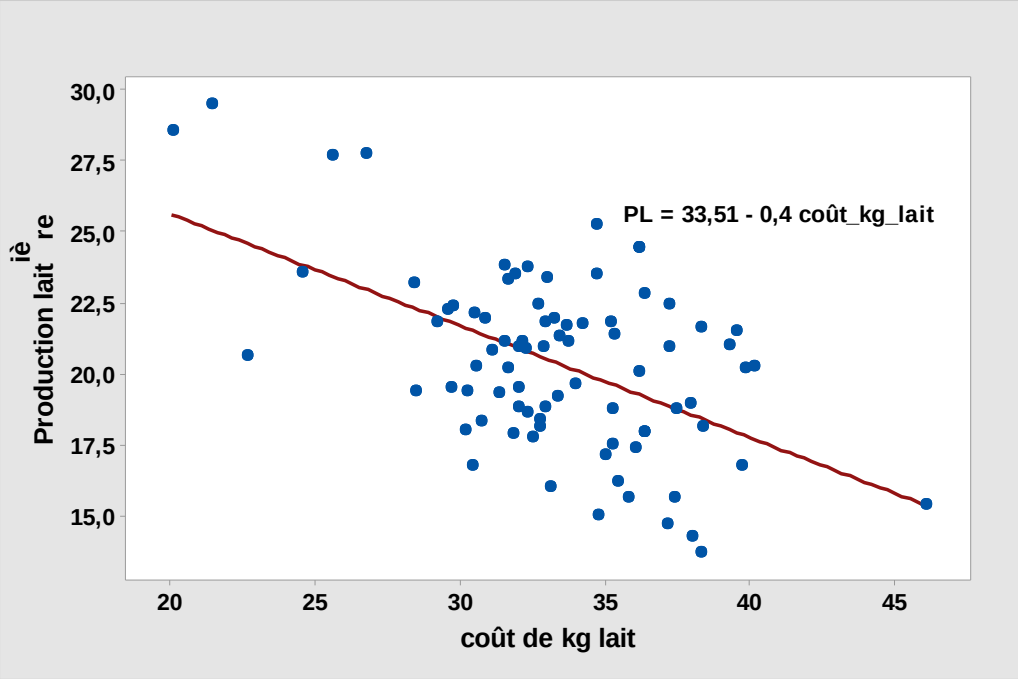

Figure N° 09 : Régression linéaire entre la production laitière et coût alimentaire d'un kg de lait.

On note que la régression entre la production laitière (kg) et quantité de concentré /VL/an, n'est pas significative dont, (n= 83, P = 0,366, r= 0,101, R2= 0,010 et l'équation de prédiction est PL =18,71+0,0003Qcc/VL/an) (figure 10).

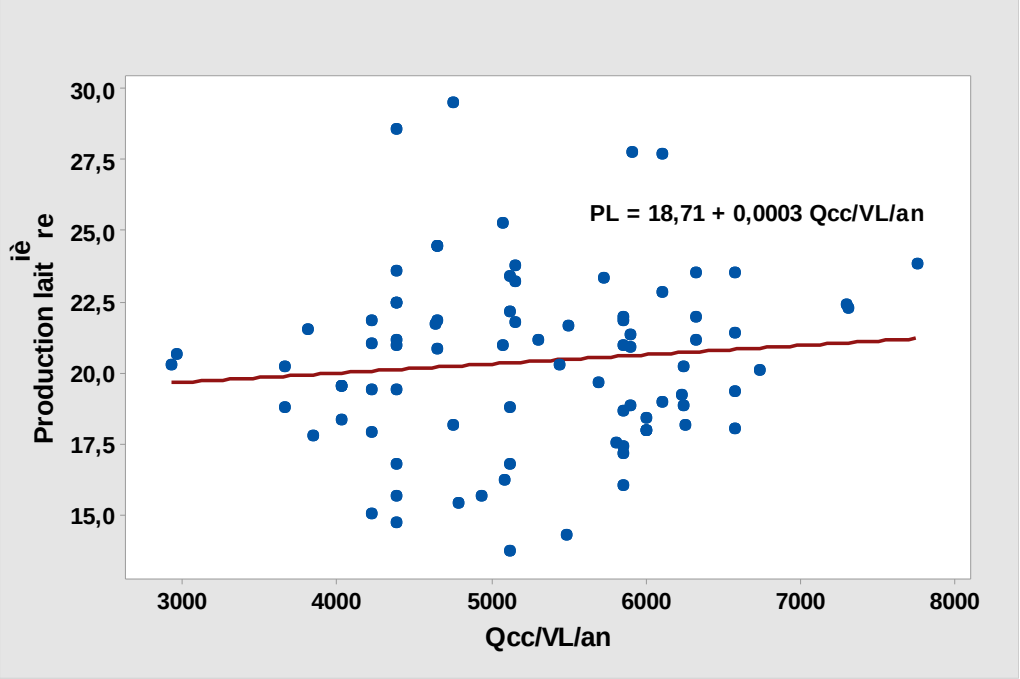

Figure N° 10 : Régression linéaire entre la production laitière et quantité de concentré /VL/an.

La régression entre la production laitière (kg) et la production laitière potentielle permise par l'UFL total est significative dont (n= 83, p < 0,0001, r= 0,808, R^2= 0,652 et l'équation de prédiction est : PL= 3,67+0,64PL permise UFL_T). (Figure N° 11).

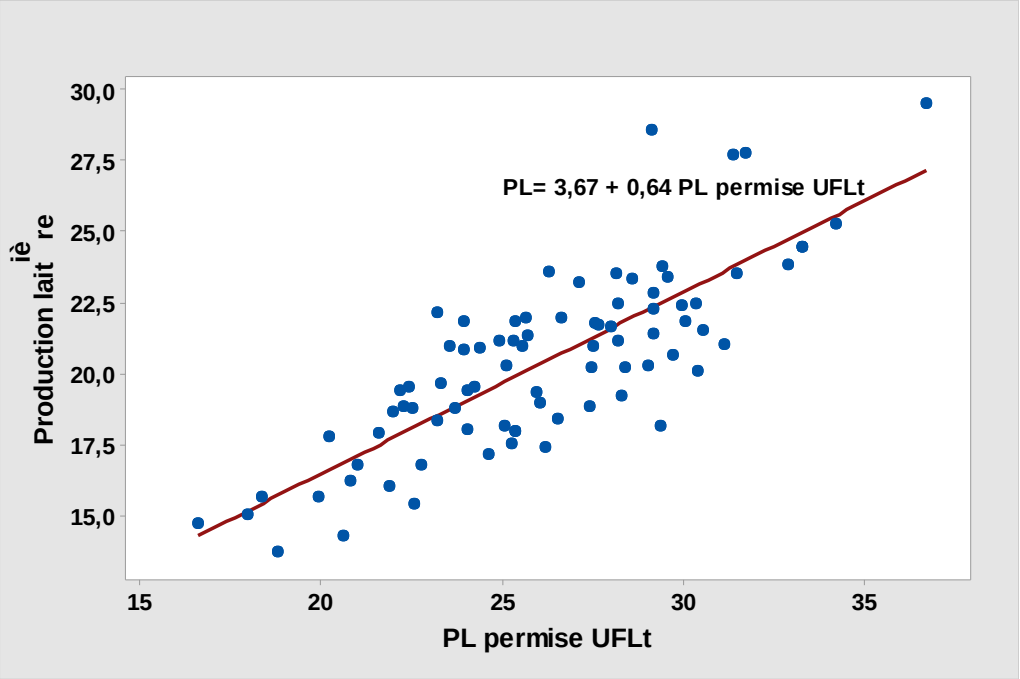

Figure N° 11 : Régression linéaire entre la production laitière et PL_PUFL_T.

La régression entre la production laitière (kg) et le chargement de SF/UGB est significativement positive dont (n= 83, P = 0,005, r= 0, 0,304, R^2= 0,093 et l'équation de prédiction est : PL =20,03+2,12 SF/UGB) (figure 12).

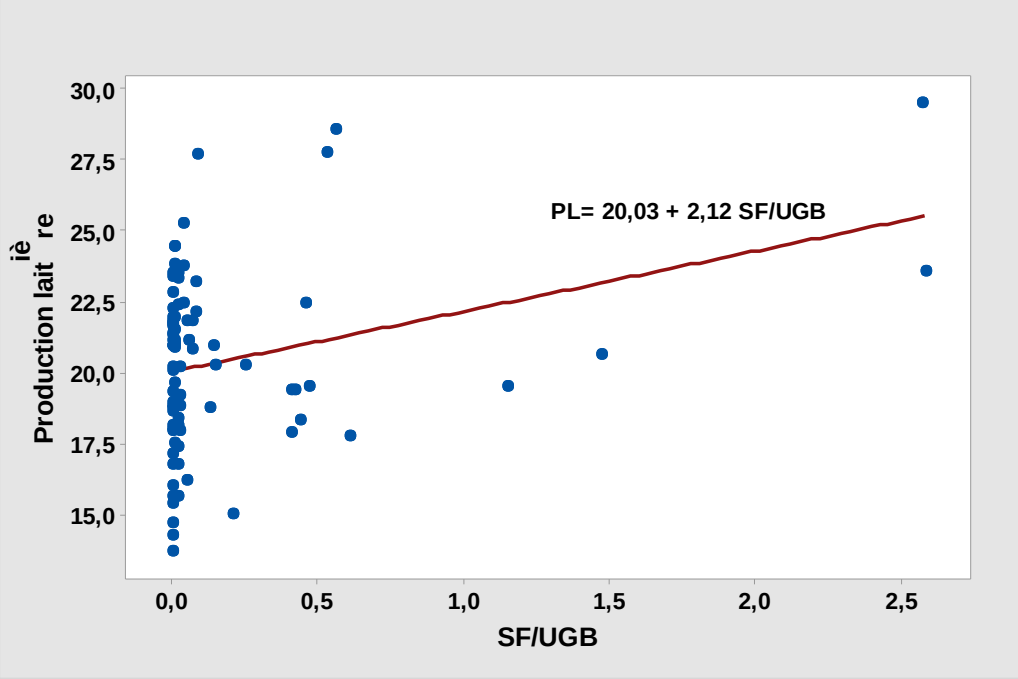

Figure N° 12 : Régression linéaire entre la production laitière et SF/UGB.

Les régimes alimentaires adoptés par la moitié des éleveurs, montre le caractère « hors-sol » de la majorité des exploitations enquêtées. L'alimentation des vaches laitières au niveau de ces exploitations est basée sur l'utilisation importante des aliments concentrés et des fourrages secs au détriment des fourrages verts et de l'ensilage, ce qui induit à une dépréciation de la productivité des vaches laitières, provoquant leur engraissement et augmentant les coûts de production. De plus, elle présente un risque élevé de troubles sanitaires et métaboliques (Khampa, 2007 ; Peyraud et Apper-Bossard, 2006). Par ailleurs, il se traduit simultanément par une baisse de l'ingestion du fourrage (Meyer et Denis, 1999 ; Demarquilly *et al.*, 1996).

Par contre, (Collas, 2008 ; Bony *et al.*, 2005) montrent que l'accroissement de la part du concentré, par l'augmentation à la fois de la densité en éléments nutritifs de la ration et du niveau d'ingestion par un encombrement moindre, permet d'envisager une augmentation des performances de production laitière. Ainsi, que l'apport énergétique est le principal facteur limitant du rendement laitier chez les vaches laitières à forte production (Allen, 2000). L'efficacité alimentaire est reliée à la production laitière des vaches, qui convertissent les nutriments qu'elles consomment en produits (Hall, 2004).

Cependant, plus de 70% des cas étudiés ne possède qu'entre 0 et 01 ha de cultures fourragères, avec une charge SF/UGB moyenne 0,17±0,45 ha/UGB. D'ailleurs les exploitations dans le contexte algérien et dans les pays du Maghreb connues d'une insuffisance des surfaces fourragères conduit à une moyenne de 0,1 ha /UGB en (Bourbouze, 2003). La place de la sole fourragère dans le plan de culture ne dépasse pas les 7% à l'échelle nationale et dont moins de 2% est irrigué (Benyoucef, 2005).

Alors que dans la région d'étude, l'irrigation reste une option peu utilisée pour la production laitière, et l'eau est souvent orientée vers les cultures à forte plus-value (Chaabena et Abdelguerfi, 2007). Benniou et Aubry (2009), trouvent que dans les exploitations de type agriculture-élevage, la faiblesse de l'offre fourragère s'explique notamment par le choix de spéculations plus rentables, ainsi que par des contraintes hydriques suivant les particularités de la région de Ghardaïa comme région aride.

Le rendement laitier moyen annuel total des exploitations varie entre 4113 et 8847kg, d'une moyenne 6117,79±946,5kg, ce qui montre une grande variabilité entre les élevages enquêtés, et tout ça influencé par la nature de régime alimentaire. D'après Faverdin *et al.,* (2002) l'alimentation est le principal levier d'une augmentation rapide de la production, elle dépend de la disponibilité des nutriments nécessaires au niveau de la mamelle pour la synthèse du lait (Boudon *et al.,* 2007).

La complémentation, notamment azotée, a des effets bien répertoriés sur les vaches en lactation, tout comme la part de concentrés dans des régimes riches en amidon (Faverdin *et al.,* 2002). De plus, la distribution d'une ration sèche a permis d'avoir une production laitière plus élevée et de diminuer le problème des butyriques du lait (Gérard *et al.,* 2008). D'ailleurs, les bovins nécessitent une alimentation adaptée en termes de quantité de fibres fournies et/ou une augmentation du concentré (plus de 50%) (Peyraud et Delaby, 2005).

La production laitière est liée positivement à la charge SF/UGB (r = 0,3), à la SAU (r = 0,26), et à l'apport nutritionnel, soit à l'équilibre PDI/UFL de la ration (r = 0,41), ou bien à la quantité de MS ingérées (r= 0,56). Ce qui confirme que l'accroissement du niveau des apports énergétique et l'amélioration de l'alimentation azotée entraine une augmentation de la production de lait (Sutton, 1989). Selon Rico-Gomez et Faverdin (2001), l'amélioration de la nutrition protéique (plus 14 g PDIE/UFL en moyenne) des vaches laitières entraîne une augmentation significative des quantités ingérées. En outre, l'augmentation des apports azotés dans la ration quotidienne entraine une augmentation conjointe des quantités de lait produit (Coulon *et al.,* 1998).

En revanche, la quantité de lait produite est affecté négativement (r = -0,74) et (r = -0,58) par les deux critères de valorisation des quantités d'UFL requise pour la production d'un kg de lait UFL_T/PL_R et $UFL_{[C]}/PL_R$ qui sont en moyenne 0,8±0,07 et 0,6±0,12, respectivement. Ces valeurs montrent la forte liaison entre la production laitière et les aliments concentrés. Bouzida et *al.,* (2010) ont trouvé que chaque kg de lait produit correspond en moyenne à 0,75 ± 0,27 UFL issues du concentré (minimum de 0,61 et maximum de 2,15 $UFL_{[C]}$/kg) . Kadi *et al.,* (2007) ont rapporté de 0,8 $UFL_{[C]/}$kg (ce qui est similaire à nos résultats.

Comparativement aux performances individuelles réalisées en d'autres régions de l'Algérie, Adem, (2003) et (Kadi *et al.,* 2007) en Kabylie qui ont obtenu, respectivement 4 169 et 4 101 kg/VL/an, Ouakli et Yakhlef, (2003) au niveau de la Mitidja avec 4 191 kg, Ghozlane et *al.,* (2006) dans la région d'Annaba rapportent une moyenne de 4 683 ± 1 547 kg/VL/an. Avec notre production laitière de

6117,79±946,5, qui apparais satisfaisante et bien meilleure que celles obtenues dans les exploitations du nord du pays. L'alimentation du cheptel et le savoir-faire des éleveurs de la région de Ghardaïa contribuent à la rentabilité de leur élevage (Ghozlane et *al.*, 2015). Cependant, cette valeur est très loin des potentialités de production des races améliorées dans leurs contexte tempéré. En effet, Silvia, (2003) indique que la production laitière de la race Holstein aux Etats-Unis atteint plus de 11000 kg/an.

La part du concentré dans la ration distribuée aux niveaux des exploitations selon la MS total, et l'apport énergétique et protéinique sont tous supérieurs à 65%, ce qui se rapporte à celles obtenus par Ouarfli et Chehma (2011) aux niveaux des fermes laitières de la région d'Ouargla. Cette valeur moyenne d'utilisation du concentré est supérieure de celles rapportées par Ouakli et Yakhlef (2003) qui est de 56% et de celles observées par Sraïri et Kessab (1998), dans les élevages périurbains de Rabat-Salé avec un taux de 51%.

À cet effet, ces résultats obtenus montrent la forte dépendance des exploitations laitières dans la région vis-à-vis du concentré, et le lait est essentiellement produit à partir du concentré. Bousbia et *al.*, (2014), ont trouvé que la part des concentrés dans l'apport énergétique total pour les vaches laitières était en moyenne de 60,40% pour une amplitude min/max de 43,87 à 79,48 %. Toutefois, la part de concentré ne doit pas dépasser 60% dans la ration de la vache laitière (Craplet et *al.*, 1973).

La quantité de concentré consommée annuellement par vache laitière varie entre 2,92 à 7,75 T, avec une moyenne de 5,25±0,99 T/VL/an, qui est négativement corrélé avec la superficie fourragère et le nombre de vaches laitières (r= -0,33), ce qui explique l'insuffisance quantitative et qualitative des fourrages, conduisant à un recours excessif à l'utilisation des concentrés. Selon Houmani (1999), en Algérie, l'alimentation du cheptel bovin laitier se caractérise par l'usage excessif des foins secs et des concentrés au détriment des fourrages vert et de l'ensilage. De plus, la dépression de digestibilité est habituellement plus grande dans les régimes riches en concentrés (Mulligan *et al.*, 2002). Ces quantités importantes de concentrés utilisées, dont l'essentiel des ingrédients (orge, maïs, soja) sont importés, s'ajoutent aux énormes quantités utilisées pour l'alimentation des monogastriques, en particulier les volailles, et contribuent au bilan céréalier largement négatif du pays (Kadi et Djellal, 2009).

Le coût de production du litre de lait a une corrélation significativement négative avec les superficies fourragères, le nombre de vaches laitières, le rapport PDI/UFL, et le rendement laitier (kg/vl/an) respectivement, (r= -0,5), (r= -0,35), (r= -0,35), (r= -0,55) et (r= -0,52), par contre elle est positivement corrélé avec l'offre énergétique pour la production de lait (UFL_T/PL_R) et ($UFL_{[c]}/PL_R$), respectivement (r= 0,64)et (r= 0,29). Par conséquent, le prix des aliments concentrés conduit à une augmentation du coût de l'alimentation, et qui est approuvé par (Madani *et al.*, 2004), car le coût de production de lait varie significativement selon les fermes et est lié à la part du concentré dans la ration.

A cet effet, le coût de production du lait en Algérie est devenu un sujet d'actualité, en raison de la hausse des prix des intrants et des charges alimentaires. De plus, c'est un indicateur de mesure de la performance et de la durabilité économique des exploitions laitières (Bellil et Boukrif, 2015).

Donc, l'introduction de légumineuses fourragères dans la ration peut maintenir l'autonomie fourragère et améliorer l'autonomie protéique de l'exploitation dans l'objectif de réduire le coût alimentaire, (Brunschwig *et al.,* 2005), sachant que la part du concentré de l'apport protéinique ($Part_{[c]}/PDI_T$) de la ration des exploitations étudiées dépasse les 80%.

En effet, la maîtrise de l'affouragement et la distribution rationnelle des aliments concentrés et de leur mode d'apport, est l'une des voies permettant une meilleure maîtrise des charges alimentaires (Moujahed et *al.,* 2009).

I.4. Conclusion :

La présente étude sur l'effet des pratiques alimentaires sur les performances des bovins laitiers modernes à haut potentiel génétique, conduit en intensif, sous les conditions sahariennes les plus rudes, nous à révéler le caractère « hors-sol » de la majorité des exploitations enquêtées accentué par la faible production et autonomie fourragère, dont la mobilisation des ressources hydriques pour la production laitière reste peu importante.

La faible disponibilité alimentaire et la sécheresse persistante dans la région, conduit au recours excessif aux aliments concentrés et aux sous-produits, et des pailles de mauvaise qualité. Ceci reste toujours le seul moyen pour produire du lait, malgré les initiatives menées par les pouvoirs publics ces dernières années, pour développer la filière fourrage dans la région (ensilage de maïs) soit plus 43% de la superficie fourragère totale.

Les performances laitières réalisées restent insuffisantes par rapport au potentiel génétique de ces races améliorées, sous l'effet combiné des conditions climatiques sahariennes, et les mauvaises pratiques de rationnement, inadaptées à la physiologie des vaches laitières.

L'utilisation massive du concentré engendre une suralimentation énergétique, et un déséquilibre sur le plan protéo–énergétique de la ration, qui affecte négativement la rentabilité, la production (quantité et qualité) et la santé de l'animal (troubles métaboliques)

Le développement durable de l'élevage bovin laitier en régions sahariennes, exige impérativement une amélioration des conditions d'élevage, tel que des bâtiments d'élevage spécifiques au contexte aride et une bonne maitrise des facteurs d'ambiance du cheptel, notamment durant les périodes du stress thermique, en plus d'une alimentation rationnelle, qui respecte la physiologie et les performances des animaux, par l'assistance technique des cadres pour l'accompagnement et la vulgarisation des éleveurs.

CHAPITRE II : EFFET DES CONTRAINTES CLIMATIQUES SUR LES PERFORMANCES LAITIERES

DISPOSITIF N° 01 : EFFET DU STRESS THERMIQUE SUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES ET LAITIERS DES RACES EUROPEENNES IMPORTEES.

Ce dispositif N° 01 du chapitre II, vise à étudier l'influence du stress thermique sur les performances laitières et les paramètres physiologiques de vaches laitières Holstein et Montbéliarde importées de l'Europe, au début et au milieu de la lactation, selon la période de l'année. Ces animaux ont été suivis dans une ferme laitière du Sahara septentrional algérien avec l'utilisation de l'index température-humidité (THI), sur 03 périodes de l'année, P01 (novembre-mars, pas de stress thermique), P02 (avril-mai, stress moyen à modéré) et P03 (juin-septembre, stress thermique sévère).

II.1.1.Introduction :

La répartition géographique mondiale des animaux d'élevage témoigne de leur aptitude à supporter des conditions climatiques extrêmes, notamment les températures élevées et l'humidité ou les sècheresses drastiques (Kadzere *et al.,* 2002). En zones chaudes (méditerranéenne, désertique, tropicale et subtropicale), les contraintes environnementales sont d'abord climatiques : températures et taux d'humidité élevés, et/ou précipitations irrégulières (Mandonnet *et al.,* 2011).

D'un autre côté, environ un tiers de la population bovine dans le monde se trouve dans les zones arides. Elles sont soumises à ces contraintes climatiques et exposé au rayonnement solaire pendant des périodes prolongées (IPCC, 2007) .Les interactions de ces facteurs climatiques limitent généralement les performances des animaux d'élevage (Sharma *et al.,* 1983).

La gravité des problèmes de stress thermique deviendra de plus en plus un problème à l'avenir avec le réchauffement de la planète, et la sélection génétique continue pour le rendement laitier (Aggarwal et Upadhyay, 2013). De plus, le changement climatique représente un des dangers majeurs pour la survie de plusieurs espèces et écosystèmes, ainsi que pour la durabilité des systèmes d'élevage à travers le monde, spécialement dans les zones tropicales et les pays tempérés (Das *et al.,* 2016).

A cet effet, Pendant les périodes de stress thermique, les bovins laitiers développent une série de changements (anatomiques, physiologiques et comportementaux), mais la plupart de ces changements sont le résultat de l'effort de l'animal pour s'acclimater à l'environnement (Smith *et al.,* 2013). Effectivement, ces mécanismes thermorégulateurs et d'adaptation comportementale (Broom et Johnson, 1993), et dans le but de dissiper la chaleur vers l'extérieur, qui incluent des fréquences respiratoires élevées (Yousef, 1985),et un halètement, une salivation accrue, une transpiration abondante (Blazquez*et al.,* 1994), qui permet d'améliorer le refroidissement du corps de l'animal à travers l'évaporation respiratoire (Silanikove, 2000).En plus, des fréquences cardiaques élevées (Du Preez, 2000), qui sont attribuables au fait que l'organisme a un besoin croissant en oxygène (Janzekovic, 2005).

Si malgré ces mécanismes, les vaches laitières n'arrivent pas à baisser leur température centrale, alors la température rectale sera plus élevée (Padilla *et al.,* 2006). En effet, cette dernière permet

d'évaluer l'impact de la chaleur sur la croissance, la productivité et la reproduction des vaches laitières (Johnson, 1980).

Aux conditions thermiques, les vaches laitières stressées par la chaleur entrent dans un état d'équilibre énergétique négatif par la réduction des apports alimentaires (Moore *et al.,* 2005b). Cependant, cette diminution de l'apport en nutriments a été identifiée comme une cause majeure de la réduction de la synthèse du lait (Fuquay 1981 ; Ray *et al.,* 1992 ; Spiers *et al.,* 2004) et cette dépression significative de la production de lait dépend du niveau de production, de la taille de l'animal et des races impliquées (West, 2003).

D'ailleurs, la composition du lait est également modifiée, de façon discordante, au cours de l'hyperthermie (Bernabucci *et al.,* 2015; Cowley *et al.,* 2015), ce qui indique que l'élévation de la température corporelle peut réduire les pourcentages des protéines du lait, de la matières grasse, du lactose et des minéraux (Barash *et al.,* 2001 ; Bernabucci *et al.,* 2002; Key *et al.,* 2014).

L'élevage bovin laitier, dans la région de Ghardaïa (Sud Algérien), connait, ces dernières années, un développement considérable Le cheptel constitué, en totalité, de vaches laitières à haut potentiel génétique, importé de l'Europe, se trouve confronter aux aléas du climat saharien très rude, caractérisé notamment par de très fortes chaleurs, pouvant dépasser les 45 °C pendant la période estivale, qui conduisent à un stress thermique sévère (Ouarfli et Chehma, 2014). Pourtant, Ozhan *et al.,* (2001) estiment que la température optimale pour les bovins européens devrait se situer à 10 °C et l'humidité relative idéale entre 60 à 70 %. Puisque, à des températures ambiantes supérieures à 26 °C, le gain de chaleur est supérieur à la chaleur dissipée par l'organisme, ce qui entraîne un stress thermique chez la vache laitière, qui ne peut, désormais, plus se refroidir de façon adéquate (Vale, 2007 ; Sunil Kumar *et al.,* 2011).

Le choix d'une race de vache laitière correspond, en générale, à un but et a des objectifs escompté par l'éleveur. Elles sont sélectionnées notamment sur la production de lait, en quantité et en qualité (Cauty et Perreau, 2003).

En conséquence, la forte sélection génétique, pour la production laitière et la production de viande, a considérablement augmenté la sensibilité à la chaleur (Ravagnolo et Misztal, 2000 ; Kadzere *et al.,*2002 ; Gaughan*et al.,* 2009). Sans oublier que la résistance à la chaleur est considérée comme étant l'un des aspects adaptatifs les plus importants chez les bovins (Mc Manus *et al.,* 2009). Aussi bien, elle constitue la cause principale de la sensibilité élevée des vaches Holstein aux fortes chaleurs (Hammami *et al.,* 2013). Ainsi, la sélection génétique pour les races bovines les mieux adaptées à la chaleur nécessite des études et des observations approfondies des différences qui existent entre les différentes races laitières (Smith *et al.,* 2013).

Ce travail a été mené dans une exploitation privée d'élevage bovin laitier, dans la région de Ghardaïa, dans le « Sahara septentrional algérien », qui a enregistré, depuis plus d'une décennie, un grand essor en élevage bovin laitier. Toutefois, il faut noter l'inadaptation des animaux dans ce contexte saharien, à cause d'absence de bâtiments répondant aux exigences thermiques des races bovines modernes. Ceci s'est traduit par la détérioration des performances laitières et celles de la physiologie et du bien-être des vaches laitières, à cause à l'inconfort thermique.

Cette partie d'étude a pour objectif d'étudier l'impact du stress thermique sur les performances laitières et les paramètres physiologiques de vaches laitières, au début et au milieu de lactation, chez les races d'origine européenne Holstein et Montbéliarde, afin d'apprécier les données zootechniques obtenues dans le contexte « hyperaride » et d'avoir une idée sur la race la plus adaptée aux conditions sahariennes.

II.1.2.Matériel et méthodes :

II.1.2.1. Animaux et conduite alimentaire :

Cette étude a été faite au niveau d'une ferme privée d'élevage bovin laitier dans la wilaya de Ghardaïa (Sahara septentrional algérien), qui est située à 32°26′55.0″de latitude Nord et 4°11′04.3″ de longitude Est.

On a réalisé une expérience sur 3 périodes :

P01 : absence de stress thermique (novembre 2015 à mars 2016),

P02 : stress thermique moyen à modéré (avril et mai 2016),

P03 : stress thermique sévère (juin à septembre 2016).

Les vaches ont été logées en stabulation libre sans litière (sable), dont le bâtiment d'élevage de 1 260 m^2 , subdivisé en 04 parties, dont la zone ombragée est de 360 m^2 (plus de 28%), soit 12m^2/vache, avec une toiture en palmes sèches de 3,25 m de hauteur. Ces valeurs sont supérieurs à celles rapportés aux Etats-Unis par (Buffington *et al.*, 1983) de (4,2 à 5,6 m^2) et les recommandations de Hahn (1985) de (1,4 à 2,5 m^2), et en Australie par Gaughan *et al.*, (2010) de 3,3 m^2 par vache. Et similaires comparativement à Fregonesi et Leaver (2002), qui recommandent de 6,7 à 13,5 m^2/ vache, dans le Royaume-Uni. Alors que, la variation de la surface des zones ombragées, a un effet direct sur le comportement et la physiologie des vaches laitières (Schütz *et al.*, 2010).

L'offre de l'ombre aux animaux, surtout dans l'aire d'alimentation, contribue à la lutte contre le stress thermique, en améliorant la thermolyse par radiation vers un milieu plus frais que la surface corporelle (Berman et Horovitz, 2012).

Chaque partie est équipée d'un point d'abreuvement de 0,85m^3. Il y a une absence totale de brumisateurs et de ventilation.

Le matériel animal était composé de 66 vaches laitières primipares et multipares de race « Holstein » originaires d'Allemagne et de 54 vaches laitières primipares et multipares de race « Montbéliarde » originaires de France, subdivisé en 03 groupes (tableau 01).

Tableau N° 01 : Poids vif, rang de lactation, jours en lactation et état corporel (moyenne ± écart-type) des groupes de vaches au début de l'étude

	Holstein			**Montbéliarde**		
	Groupe 1 n=30	Groupe 2 n=36	Groupe 3 n=36	Groupe 1 n=26	Groupe 2 n=28	Groupe 3 n=28
Période de suivi	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Jours en lactation (jour)	28,7±7,4	21,7±5,6	81,7±5,6	22,0±5,3	23,0 ±5,0	83,0±5,0
Poids vif (kg)	577±24	582±26	572±26	581±24	588±36	580±36
Rang de lactation	1,2±0,4	1,5±0,5	1,5±0,5	1,0 ±0,1	1,5±0,5	1,5±0,5
NEC	3,2±0,2	3,2±0,1	2,9±0,1	3,5±0,1	3,6±0,1	3,6±0,1

- Les quantités de matières sèches ingérées et refus (kg) et les quantités moyennes d'eau consommée (l), ont été estimées par vache et par jour.
- Les taux butyreux (TB%) et taux protéique (TP%) ont été déterminés à l'aide d'un Lactoscan Milk Analyzer S® pour chaque vache après la traite du soir, sur un échantillon de 25 ml de lait homogénéisé

Le détail de la ration journalière moyenne (ration sèche) pour les vaches laitières suivies durant l'expérimentation (P01, P02 et P03) est représenté dans le tableau 02.

Tableau N° 02 : Ration alimentaire journalière des vaches laitières

Aliment	**Part de la ration totale (%)**	**Quantité ingérée MS kg/VL/j**	**Apport nutritif /VL/J**			
			UFL	**PDI (g)**	**Ca (g)**	**P (g)**
Paille de blé	14,5	3,0	1,26	66	6,0	3,0
Drèches de brasserie	19,4	4,0	3,28	688	10,0	23,6
Rebut de dattes	4,1	0,8	0,71	24	1,3	1,0
Son gros de blé	37,3	7,7	7,08	670	12,3	86,2
Tourteau de soja	4,4	0,9	1,09	235	3,5	6,4
Maïs grain	20,3	4,2	5,12	311	9,7	7,6
Total	100	20,6	18,6	1994	42,8	128
Rapport PDI/UFL: 107g/UFL, Densité énergétique: 0,90UFL/kg, Fibrosité de la ration (ADF): 18,4%,Concentré/grossier ratio:85,5/14,5%, %MS de la ration:58,8%, UEL_{total}: 4,8						

L'enregistrement des paramètres physiologique se fait lorsque la vache est en position debout, pendant l'opération de la traite à 16:30 h.

- La température rectale (TR) a été mesurée, en insérant un thermomètre numérique vétérinaire d'environ 06 cm dans le rectum pendant 60 s.
- La fréquence cardiaque (FC) a été déterminée à l'aide d'un stéthoscope médical, placé au niveau de la zone de projection du cœur pendant une minute (battements / minute).
- La fréquence respiratoire (FR) a été mesurée en comptant les mouvements de flanc des vaches individuelles pendant une minute de respiration, et exprimée en nombre d'inspirations par minute (inspirations / minute).

II.1.2.2. Mesures environnementales

Afin de calculer l'Index de Température-Humidité « THI », la formule utilisée a été celle décrite par Mader *et al.*, (2006):$THI = (0,8 \times T°) + [(\%RH / 100) \times (T° - 14,4)] + 46,4$

Dont : T° : température ambiante, HR: humidité relative de l'aire. Ces valeurs ont été recueillies de la station météorologique de l'ONM Ghardaïa.

II.1.2.3. Analyse statistique

Les données zootechniques (MSI, eau bue, production laitière, TB% et TP%) et celles de la physiologie (TR, FR, RC), ont été soumises à des analyses statistiques descriptives, des tests de corrélation, l'analyse de la variance (ANOVA) et le calcul de la régression entre les paramètres étudiés des vaches laitières et l'index température-humidité (THI) suivant les 03 périodes de suivi. Pour cela, nous avons utilisé les logiciels IBM SPSS v21 et Minitab18.

II.1.3. Résultats et discussion :

Suivant le classement proposé par Armonstrong, (1994), les résultats obtenus nous ont donné : P1 avec THI_{moy}= 65,6±3,3 ; P2 avec THI_{moy}= 76,3±3,9 et P3 avec THI_{moy}= 82,9±3,7 (Figure 01).

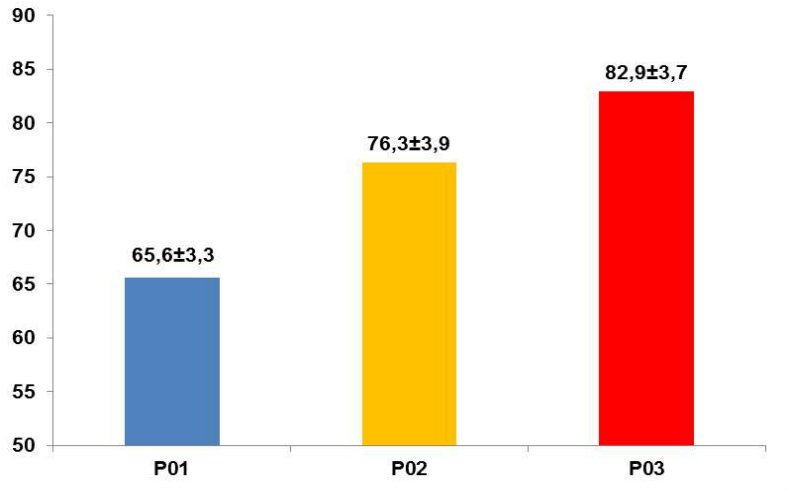

Figure N° 01 : Valeurs moyennes de THI suivant les 03 périodes de l'année.

D'ailleurs, l'effet combiné de la température ambiante et de l'humidité relative de l'air, qui sont les principales origines du stress thermique (modéré à sévère) s'étale sur les 07 mois de l'année (avril à octobre), ce qui exerce une influence directe sur le bien-être des vaches laitières et leurs performances (Kadzere *et al.*, 2002 ; Bernabucci *et al.*, 2010).

II.1.3.1.Effet du stress thermique sur l'ingestion de MS :

La ration journalière des vaches laitières expérimentées durant le suivi, a une fibrosité de ration ADF (Acid Detergent Fiber) de 18,4% de la ration, ce qui contribue à la réduction de la quantité de fibres dans la ration, et réduit la production de chaleur par le métabolisme corporel (Ponter *et al.*, 2004).

De plus, il va augmenter la densité énergétique à 0,90 UFL/kg, et va compenser la réduction de l'ingestion de la matière sèche sous l'effet du stress thermique surtout en période estivale (Collier *et al.*, 2006 ; Renaudeau *et al.*, 2012).

Ainsi, la part du concentré (85% de MS% de la ration) permet de maintenir l'ingestion, par réduction de l'encombrement du rumen (Morand-Fehr et Doreau, 2001). En effet, ça favorise la production de propionate, qui entraîne une moindre production de chaleur que l'acétate (Sanchez *et al.*, 1994 ; Oldick et Firkins, 1997).

De même, l'utilisation des drêches de brasseries (19,4% de MS), par sa richesse en parois, augmente la durée de mastication et la production de salive (substances tampons salivaires), ce qui permet de diminuer le risque d'acidose (West *et al.*, 1994), lorsque le bovin réduit la consommation de fourrages grossiers par rapport aux aliments concentrés, en condition d'hyperthermie (Bernabucci *et al.*, 1999).

La figure 2, illustre les variations des moyennes marginales estimatives de l'ingestion des quantités de MS (kg) chez les deux races (HO et MO), en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières

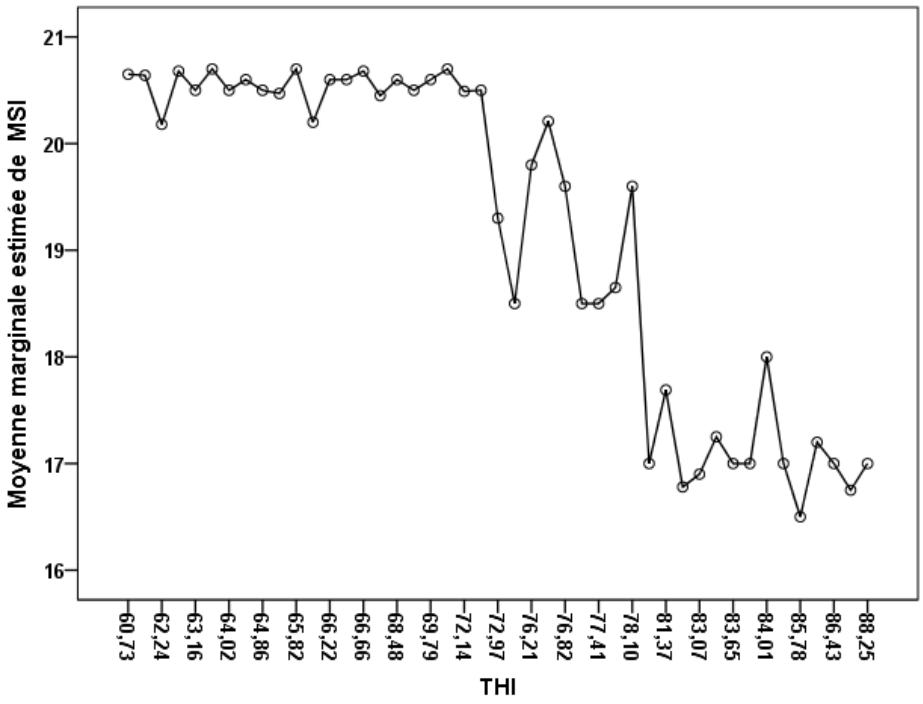

Figure N° 02: Moyennes marginales estimatives de MSI de HO et MO.

L'ingestion de MS varie entre 20,7 à 16,5 kg suivant un THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 19,07±1,56 kg, avec une variance de 2,45.

La figure 3 montre les différents niveaux moyens d'ingestion de quantités de MS (kg), dont la médiane est de 20,6, 19,6 et 17 kg, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement chez les deux races (HO et MO).

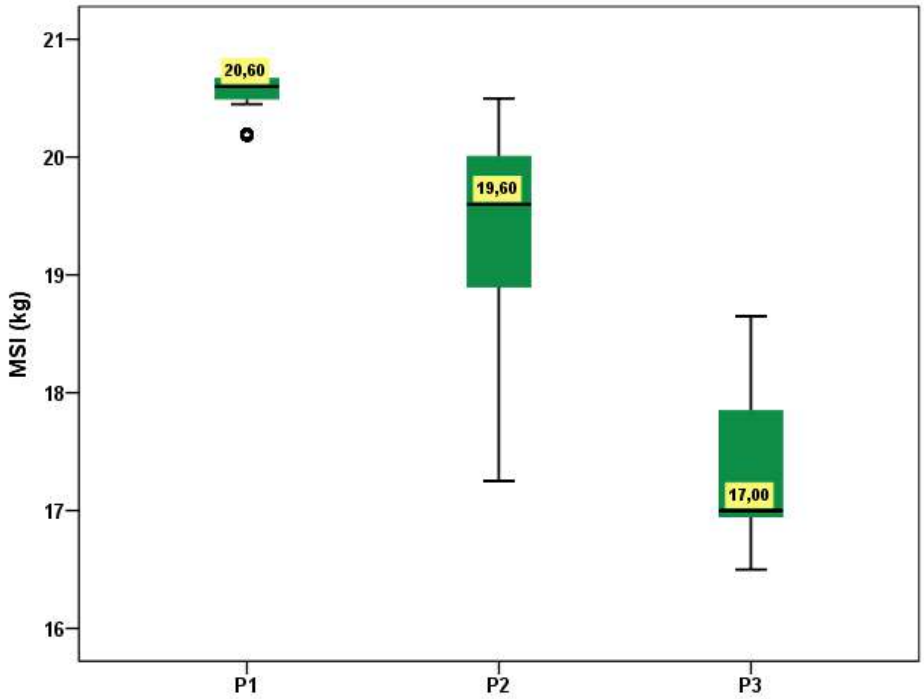

Figure N° 03 : Box plot de MSI dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une baisse significative (P <0,001) de l'ingestion de quantité de matière sèche entre P1 et P3 de l'ordre de -15,6%.

Par contre, il n'y a pas d'effet significatif de l'interaction (Période × Race) sur l'ingestion de la matière sèche (P =0,273). Ce qui correspond à une même réduction de la MSI par unité de THI (-0,18 kg/THI)

On constate (figure 04) que la régression entre la quantité de matière sèche ingérée (MSI) des vaches (Holstein et Montbéliarde) et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 2682, P< 0,0001) r=- 0,91, R^2= 0 ,84 et l'équation de régression est MSI = 31,72 - 0,17 THI)

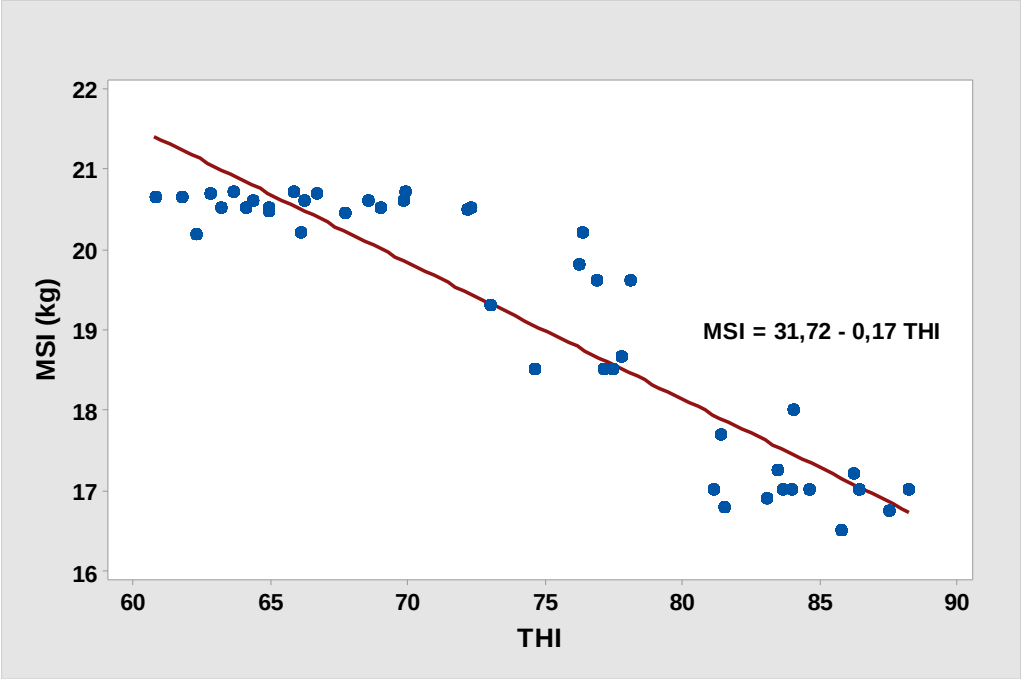

Figure N° 04 : Régression linéaire entre l'ingestion de MS (kg) de la race Holstein et Montbéliarde avec le THI.

L'équation de régression négative est obtenue sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, où les valeurs THI expliquent 84% de la variation des quantités de matière sèche ingérée. L'équation obtenue dans la présente étude est comparable à celle du Nord-Ouest de Tunisie de Rejeb *et al.*, (2016) ,en période estivale (n = 720 ;MSI = 79,25 −0,736THI ; R^2 = 0,76; r = −0,81 ; P < 0,0001).

Les données des quantités de matière sèche ingérée (tableau 03), représentent la variation de MSI selon la période et le type génétique. Elles varient de 20,54±0,14, 19,34±0,97 et 17,34±0,67 kg d'une moyenne totale de l'ordre de 19,07±1,56 kg.

Tableau N° 03 : Variation de MSI selon la période et le type génétique

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Matière sèche ingérée (kg)	**P1**	Holstein et Montbéliarde	20,54	0,14	600 520
	P2	Holstein et Montbéliarde	19,34	0,97	288 224
	P3	Holstein et Montbéliarde	17,34	0,67	576 448
	Moyenne total	Holstein Montbéliarde	19,07	1,56	1464 1192

La diminution de l'ingestion de MS est de l'ordre de (-0,18 kg/THI soit -20,3%) entre les périodes. Elle est comparable à celle trouvé par Rejeb, (2014) en conditions méditerranéennes (Tunisie) soit -14,9% (-0,2 kg/THI) et par Bandaranayaka et Holmes (1976) soit -16%, lorsque la température ambiante varie de 25 à 40°C.

Par ailleurs, elle est inférieure de ce qu'a trouvé West (1999), soit -22% et NRC, (1981) et Shearer et Beede, (1990) soit -44% et -40%, respectivement, lorsque la température ambiante passe de 25 à 40°C.

En effet, l'accès à l'ombre (12 m^2) des vaches laitières, favorise l'ingestion en tout temps. A cet effet, Mader *et al.*, (1997) ont démontré que les bovins ayant accès à l'ombre de 3,5 m^2/tête, ont une prise alimentaire plus élevée que les animaux avec moins d'ombre.

En outre, la ration journalière contient plus de 85% d'aliments concentrés, qui conserve les mêmes apports énergétiques à ceux de la période hivernale, tout en réduisant la teneur en fibres et par conséquence, la thermogenèse liée à l'extra-chaleur produite par les fermentations ruminales (Cummins, 1992 ; Halachmi *et al.*, 2004). Ceci explique la faible dépression de l'ingestion de MS dans notre expérimentation. Par contre, Cabrera-Estrada, (2003) a signalé également que les fourrages à très faibles teneurs en eau, peuvent être directement responsables d'une baisse d'ingestion de MS.

Les tableaux 04 et 05 représentent la corrélation de quantités ingérées de MS (kg) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde, respectivement.

Tableau N° 04: Corrélation de quantité de MSI (kg) avec les paramètres étudiés de Holstein

	JL	THI	Eau bue	TR	FR	FC	PL	TB%	TP%
Corrélation de Pearson (n=1464)	-0,45**	-0,92**	-0,68**	-0,91**	-0,90**	-0,90**	0,67**	0,73**	0,54**
Covariance	-36,89	-12,22	-7,27	-0,95	-32,72	-9,30	3,69	0,43	0,20

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 05 : Corrélation de quantité de MSI (kg) avec les paramètres étudiés de Montbéliarde

	JL	THI	Eau bue	TR	FR	FC	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1218)	-0,48**	-0,91**	-0,69**	-0,90**	-0,91**	-0,91**	0,70**	0,75**	0,77**
Covariance	-39,17	-12,40	-7,54	-0,85	-32,64	-9,48	3,29	0,25	0,15

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

La corrélation positive entre les quantités de MSI et la production laitière (quantité et qualité), confirme que l'ingestion inadéquate d'aliments causée par la charge thermique (THI) (r=-0,91 ; P <0,001), était responsable de la diminution de la production laitière soit (pour HO r=0,67 et MOr=0,70P <0,001) (Fuquay, 1981 ; Beede et Collier, 1986 ; Silanikove, 2000 ; West, 2003 ; DeShazer *et al.*, 2009). Dans un autre ordre d'idée, l'élévation de la température ambiante au-dessus de 30 °C, provoque une diminution de la consommation de matière sèche et une augmentation de celle d'eau (r=-0,69; P <0,001) (Kadzere *et al.*, 2002 ; Yasothai, 2014). En plus, cette diminution d'ingestion est combinée à une augmentation des besoins d'entretien de la vache laitière (Sevcik, 1996 ; West, 1999).

II.1.3.2. Effet du stress thermique sur les quantités d'eau bues :

Divers mécanismes de thermorégulation comportementale et autonome sont utilisés par le bovin pour soulager le stress thermique. Une vache laitière en détresse peut chercher de l'ombre, changer son orientation vers le soleil et augmenter sa consommation d'eau (Blackshaw et Blackshaw, 1994). En plus , l'eau est l'élément le plus important pour surmonter le stress thermique (Beede, 1992 ; Sevcik, 1996).

A cette effet, la figure 05 illustre les variations des moyennes marginales estimatives des quantités d'eau bue (L) chez les deux races (HO et MO) en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

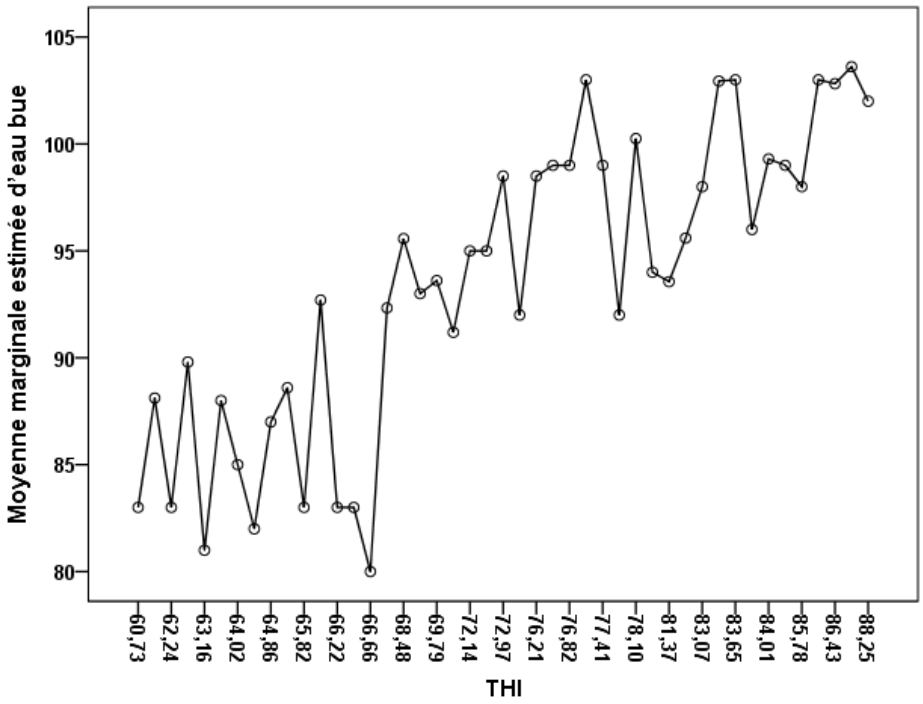

Figure N° 05 : Moyennes marginales estimatives d'eau bue (L) de HO et MO.

Les quantités d'eau bue varient entre 80à 103,61 en fonction d'un THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 94,03±6,79 l, avec une variance de 46,1. D'ailleurs, les vaches laitières peuvent prendre plus de 120 l/jour, avec une chaleur intense (NRC, 2001). Et même lorsque la température passe de 30 à 35 °C, la consommation d'eau peut augmenter de 80 à 121 litres par jour (Garcia, 2006). En raison de dissipation de la chaleur du corps à l'extérieur.

La figure 06 montre les différents niveaux moyens des quantités d'eau bue (L), dont la médiane est de 88,06, 99 et 98,5 l, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement chez les deux races (HO et MO).

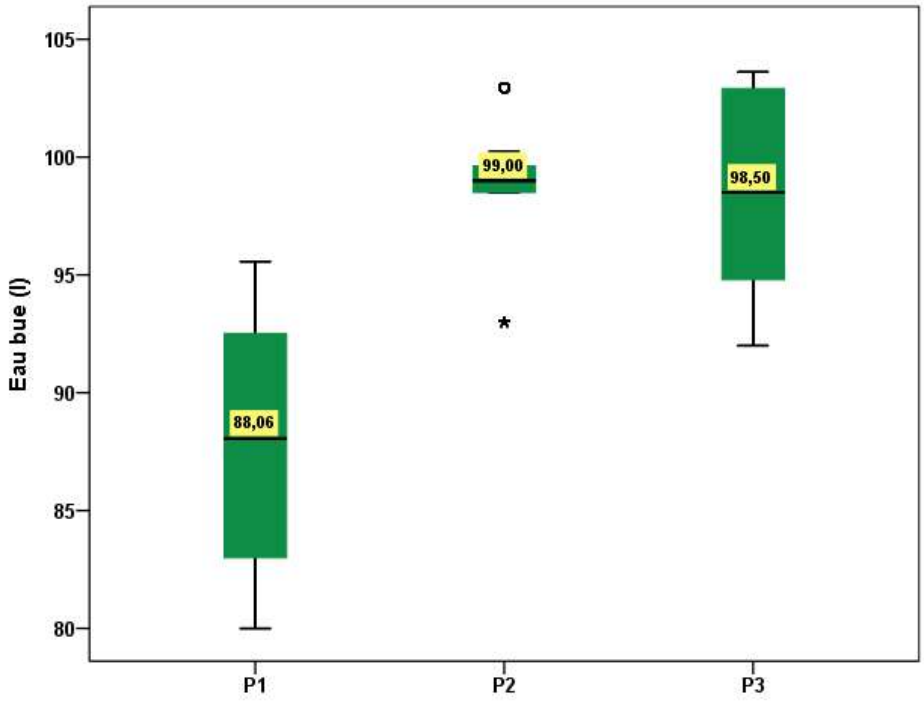

Figure N° 06 : Box plot d'eau bue dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une élévation significative (P <0,001) de la consommation d'eau (L) entre P1 et P3 de l'ordre de +10,9 %. Effectivement, (Meyer et Denis, 1999), rapportent que la saison a aussi un grand impact sur la consommation d'eau chez les vaches laitières, et la quantité d'eau consommée augmente avec et la température du milieu.

Néanmoins, il n'y a pas d'effet significatif de l'interaction (Période × Race) sur les quantités d'eau bue (P =0,273). Ce qui est due à un même niveau de consommation d'eau (L).

On constate (figure 07) que la régression entre la quantité d'eau bue (L) des vaches (Holstein et Montbéliarde) et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de n= 2682, P< 0,0001, r= 0,84, R^2= 0,7 et l'équation de régression est : Eau bue = 44,12 + 0,67 THI).

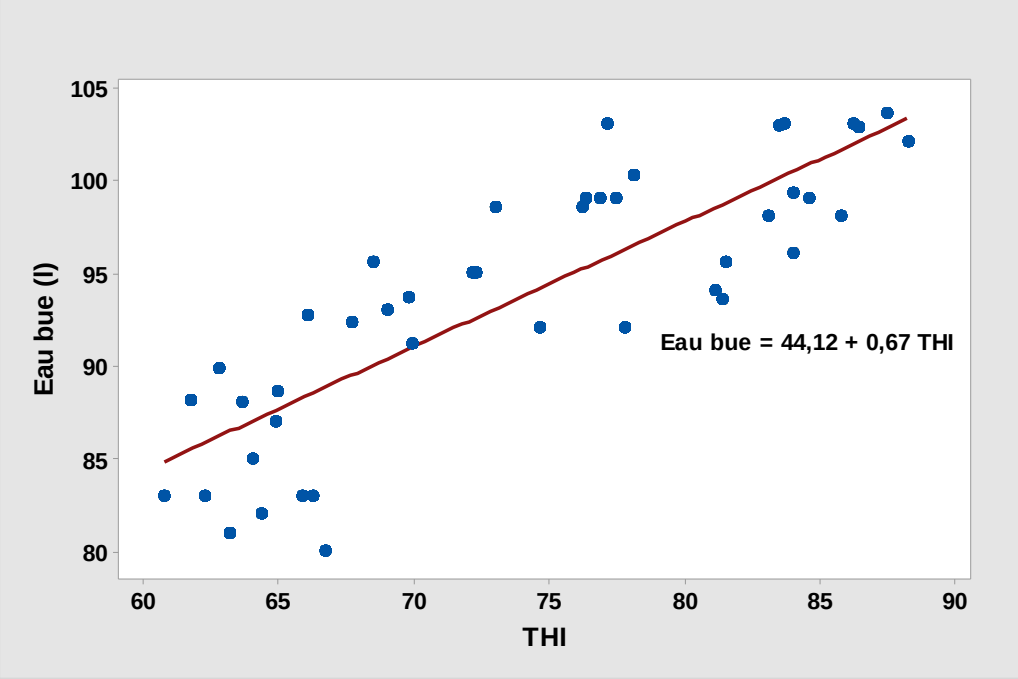

Figure N° 07 : Régression linéaire entre l'eau bue (L) de race (HO et MO) et le THI.

L'équation de régression positive est obtenue sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, où les valeurs THI expliquent 70% de la variation des quantités d'eau bue.

En général, la privation d'eau augmente l'effet du stress thermique, car l'eau est nécessaire au bon fonctionnement de la thermorégulation par évaporation (Silanikove, 2000).

Les données des quantités d'eau bue sont rapportées dans le tableau 06. Elles représentent la variation d'eau bue selon la période et le type génétique, dont elle varie de 87,84±5,00, 98,77±2,58 et 98,43±4,05 L, d'une moyenne totale de l'ordre de 94,03±6,79 L.

Tableau N° 06 : Variation d'eau bue selon la période et le type génétique

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Quantité d'eau bue (L)	**P01**	Holstein et Montbéliarde	87,84	5,00	600 520
	P02	Holstein et Montbéliarde	98,77	2,58	288 224
	P03	Holstein et Montbéliarde	98,43	4,05	576 448
	Moyenne total	Holstein et Montbéliarde	94,03	6,79	1464 1192

Ceci qui correspond à une élévation de l'eau bue par unité de THI de l'ordre de (+0,61 l/THI) soit +22,79%. Cette augmentation est similaire à celle trouvée par Shalit *et al.*, (1991), en conditions estivales, pour des vaches laitières en début de lactation.

Dans le même sens, sous un climat méditerranéen d'Australie, Moran (1989), trouve que la quantité d'eau consommée pendant l'été du lot témoin (avec ombre) et du lot exposé au soleil est de 72,2 et 86 litres/jour respectivement. D'un autre côté, en Afrique du sud, Muller *et al.,* (1994a) notent que pendant la saison estivale, la consommation journalière d'eau est entre 96,8 à 114 litres.

Les tableaux 07 et 08 représentent la corrélation de quantité d'eau bue (L) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde, respectivement.

Tableau N° 07 : Corrélation de quantité d'eau bue (en litres) avec les paramètres étudiés de Holstein.

	JL	THI	MSI	TR	FR	FC	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1464)	-0,06*	0,84**	-0,69**	0,81**	0,83**	0,76**	-0,24**	-0,59**	-0,42**
Covariance	-23,50	48,26	-7,27	3,67	130,53	33,90	-5,74	-1,51	-0,70

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 08 : Corrélation de quantité d'eau bue (en litres) avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.

	JL	THI	MSI	TR	FR	FC	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1218)	-0,02	0,84**	-0,69**	0,81**	0,84**	0,77**	-0,33**	-0,56**	-0,54**
Covariance	-7,21	50,98	-7,54	3,39	134,45	35,54	-6,87	-0,83	-0,49

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Les quantités d'eau consommées varient en fonction de plusieurs facteurs, la production laitière soit (HO r= -0,24 et MO r= -0,33, P < 0,001)(Holter, 1992), les quantités et nature des aliments ingérées soit (r=-0,69 P < 0,001) (Murphy, 1992), la température, la qualité et mode de présentation de l'eau (Harris et VanHorn, 2003) et de l'index température-humidité (r=0,84) (Beede, 2005).

Les réactions comportementales (TR, FR et FC) au stress thermique comprennent une augmentation de la consommation d'eau dont la corrélation est significativement positive (P < 0,001), soit (r=0,81, r=0,83et r=0,76) et (r=0,81, r=0,84et r=0,77) chez les Holsteins et les Montbéliardes, respectivement, qui est confirmé par (Schütz *et al.,* 2014). En outre, Nardone *et al.,* (1992) ont signalé une corrélation positive (r = 0,62 ; P < 0,01) entre la prise d'eau et la température rectale, pour les vaches en lactation en conditions de stress thermique. A cet effet, Silanikove, (2000), signale que la déshydratation et l'augmentation de la concentration des ions dans le sang, conduit à une réduction de la capacité d'évaporation et donc mener à une augmentation plus rapide de la température rectale.

II.1.3.3. Effet du stress thermique sur la température rectale :

La température centrale peut être mesurée à partir de plusieurs endroits ; pour des raisons pratiques l'endroit de mesure le plus utilisé est le rectum, avec une durée de prise de température d'une minute (Du Preez, 2000).

La figure 08 illustre les variations des moyennes marginales estimatives de la température rectale (°C) chez les deux races (HO et MO) en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

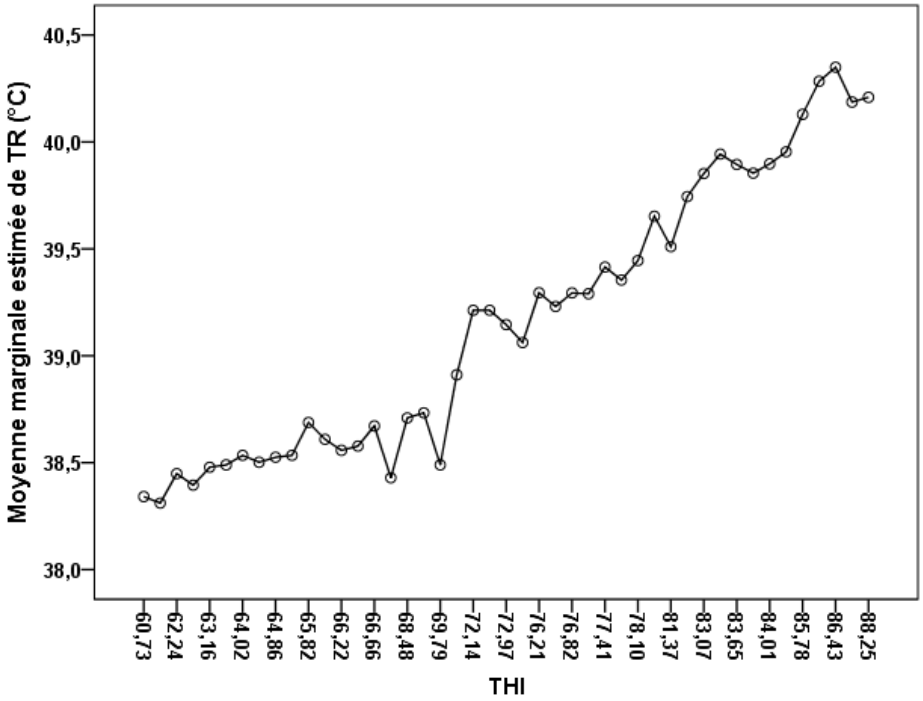

Figure N° 08 : Moyennes marginales estimatives de température rectale de HO et MO.

Les valeurs de température rectale (°C) varient entre 38 à 40,80 pour des THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 39,21±0,64°C, avec une variance de 0,41.

D'après Robertshaw, (2006), la température rectale dans des conditions de thermoneutralité, varie de 38,0 à 39,3 °C. D'ailleurs, le seuil de TR pour les bovins est de 39,2 à 39,7 °C (Smith *et al.,* 1998 ; Wenz *et al.,* 2011). De même, Espinosa *et al.,* (2009), ont signalé que la TR de vaches Holsteins a atteint 40,1 °C lorsque le THI était égal à 78,9.

La figure 09 montre les différents niveaux moyens des valeurs de température rectale (°C), dont la médiane est de 38,5, 39,3 et 39,9 °C, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement, chez les deux races (HO et MO).

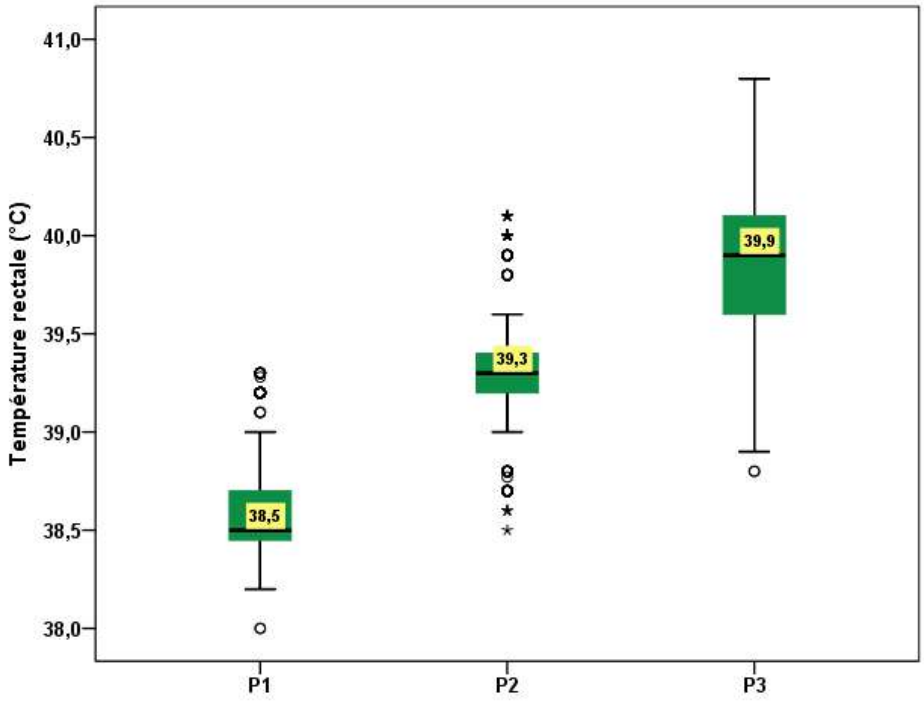

Figure N°09 : Box plot de température rectale dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une élévation significative (P <0,001) de la température rectale (°C) des vaches laitières, entre P1 et P3 de l'ordre de +3,05 %.

Ces résultats sont similaires à ceux rapportés dans la bibliographie par (Hahn, 1999 ; Hansen et Aréchiga, 1999 ; West, 1999) qui indiquent qu'une élévation de la température rectale accompagne toute hausse de la température ambiante, suivant les variations de la saison (été vs hiver).

La figure 10 illustre la différence des valeurs de température rectale (°C) entre les deux races HO et MO, dont la médiane est de 39,3 et 39,2°C, en fonction des variations de valeurs de THI, durant l'expérimentation, respectivement.

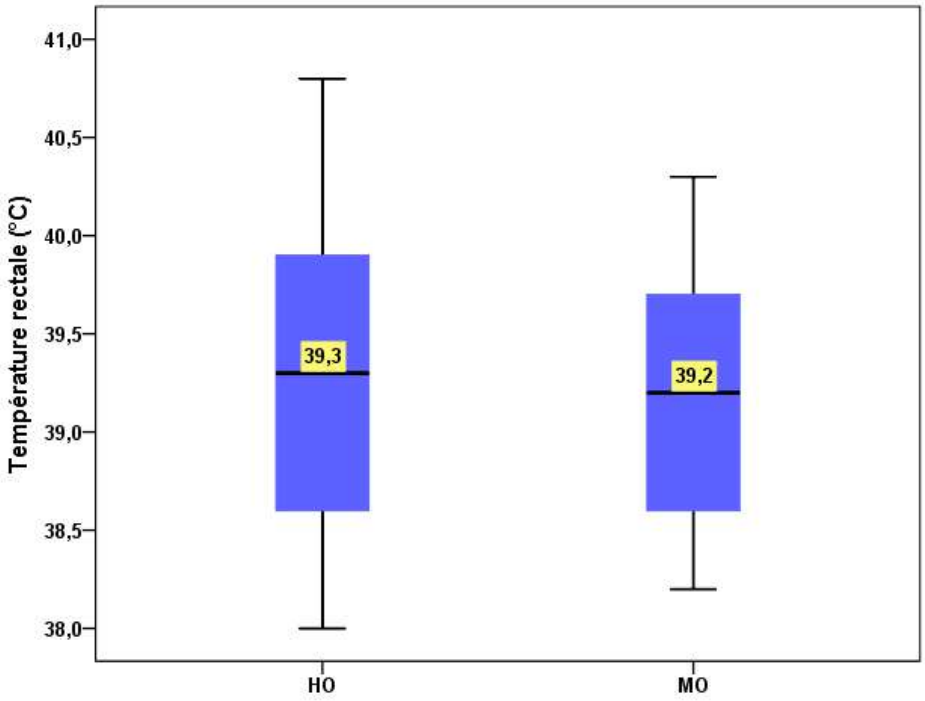

Figure N° 10 : Box plot de température rectale dans de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).

En outre, l'effet significatif (P <0,001) de l'interaction (Période × Race) sur TR (°C), confirme l'existence de nettes différences entre les races quant à la capacité de thermorégulation chez les bovins (Hansen, 2009).

De même, Correa-Calderón *et al.*, (2004) ont montré que les vaches Brown Swiss avaient une température rectale inférieure à celles des vaches Holstein (39,2 et 39,7 °C respectivement), lorsque le THI atteignait une valeur maximale de 82. Ces auteurs ont conclu que les vaches Brown Swiss sont beaucoup moins sensibles au stress thermiques que les Holstein.

En effet, la thermo-tolérance est liée probablement à la couleur du pelage, plus claire que les Holsteins, car il existe des différences distinctes entre les races bovines dans la thermorégulation (Kadzere *et al.*, 2002 ; Hansen 2009). De plus, il y a des études qui ont indiqué que les bovins à couleur sombre sont sont plus sensibles au stress thermique que les bovins à couleur claire (Gaughan *et al.*, 1998 ;Brown-Brandl *et al.*, 2006).

On constate (figure 11) que la régression entre la température rectale (TR) des vaches Holstein et les valeurs de THI, au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1464, P< 0,0001, r= 0,97, R^2= 0,94 et l'équation de régression est TR = 33,52 + 0,07 THI).

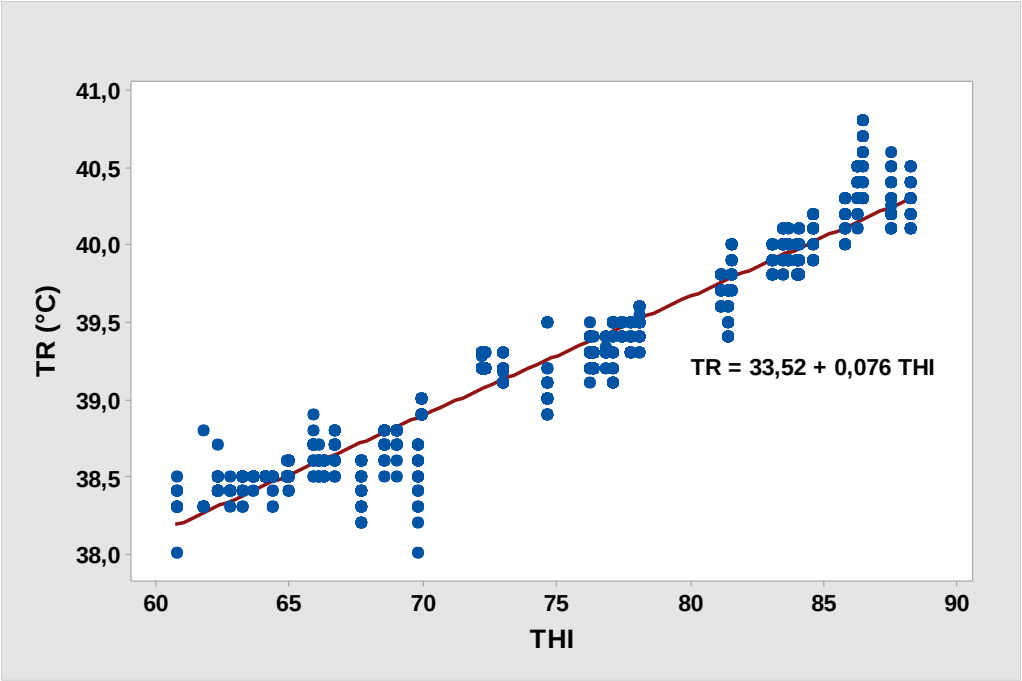

Figure N°11 : Régression linéaire entre la température rectale (°C) de la race Holstein et le THI.

On constate (figure 12) que la régression entre la température rectale (TR) des vaches Montbéliarde et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1218, P< 0,0001, r= 0,97, R^2= 0,94 et l'équation de régression est TR = 34,12 + 0,06THI).

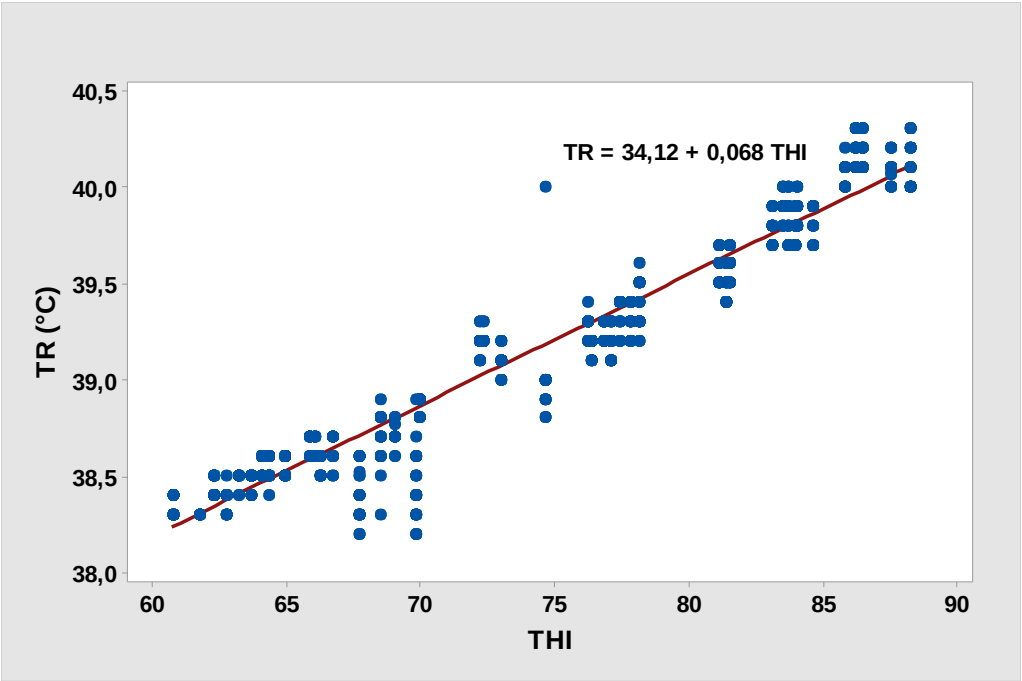

Figure N° 12 : Régression linéaire entre la température rectale (°C) de la race Montbéliarde et le THI.

Les équations de régression positives sont obtenues sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, dont les valeurs THI expliquent 94% de l'augmentation de la température rectale chez les deux races (HO et MO).

Alors, ces résultats sont comparables aux travaux réalisés en Tunisie (en conditions de stress thermique) par Rejeb *et al.,* (2016) et Bouraoui *et al.,* (2002), dont les résultats sont respectivement : (n = 2155 ;TR = 12,66+ 0,323*THI ; R^2 = 0,82 ; r = 0,87 ; P < 0,0001) et (TR = 33+0,07*THI ; R^2 = 0,82 ; P < 0,01), avec des coefficients de détermination plus élevés (>80%)

En effet, elle peut être utilisée pour la prédiction de la température rectale en fonction de la valeur THI (Bouraoui *et al.,* 2002).

Les données de température rectale représentée dans le tableau 09, varient selon la période (P1, P2 et P3) de 38,6±0,26, 39,34±0,32 et 39,89±0,39 °C, d'une moyenne totale de l'ordre 39,25±0,67°C, respectivement pour la race Holstein.

En revanche, pour la race Montbéliarde, les données de température rectale varient selon la période (P1, P2 et P3) sont de 38,6±0,24, 39,27±0,31 et 39,74±0,35°C, d'une moyenne totale de l'ordre 39,15±0,59°C.

Tableau N° 09: Variation de la température rectale, selon la période et le type génétique

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Température rectale (°C)	**P01**	Holstein	38,6	0,26	600
		Montbéliarde	38,6	0,24	520
		Moyenne	38,6	0,25	1120
	P02	Holstein	39,34	0,32	288
		Montbéliarde	39,27	0,31	224
		Moyenne	39,31	0,32	512
	P03	Holstein	39,89	0,39	576
		Montbéliarde	39,74	0,35	448
		Moyenne	39,82	0,38	1024
	Moyenne total	Holstein	39,25	0,67	1464
		Montbéliarde	39,15	0,59	1192
		Moyenne	39,21	0,64	2656

Il ressort une élévation par unité de THI pour la TR (+0,101°C/THI) pour l'Holstein, 6,86%, et pour la Montbéliarde (+0,07 °C/THI), de 5,21%. Ces valeurs restent inférieurs à celles trouvées par Kabuga et Sarpong, (1991), qui ont signalé une l'augmentation de la température rectale de 0,276 °C/THI pendant les périodes de chaleur. Cela montre que les vaches Holsteins ont une TR inférieure à celles des vaches Montbéliardes. Effectivement, Correa-Calderón *et al.,* (2004) ont montré que les vaches Holsteins ont une TR supérieure à celles des vaches Brown Swiss (39,7 et 39,2 °C respectivement) lorsque le THI atteint une valeur maximale de 82.

Les tableaux 10 et 11 représentent la corrélation de la température rectale (°C) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde, respectivement.

Tableau N° 10 : Corrélation de température rectale avec les paramètres étudiés de Holstein.

	JL	THI	MSI	Eau bue	FR	FC	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1464)	0,34**	0,97**	-0,91**	0,81**	0,98**	0,93**	-0,61**	-0,71**	-0,53**
Covariance	11,92	5,52	-0,95	3,67	15,15	4,10	-1,43	-0,18	-0,08

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 11 : Corrélation de température rectale avec les paramètres étudiés de Montbéliarde

	JL	THI	MSI	Eau bue	FR	FC	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1218)	0,38**	0,97**	-0,90**	0,81**	0,98**	0,93**	-0,65**	-0,70**	-0,73**
Covariance	12,26	5,07	-0,85	3,39	13,63	3,75	-1,19	-0,09	-0,06

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

La température rectale est un indicateur de l'équilibre thermique et peut être utilisée pour évaluer la détresse du milieu thermique qui peut affecter la croissance, la lactation et la reproduction des vaches laitières (Johnson, 1980 ; Hahn, 1999 ; Hansen et Arechiga, 1999 ; West, 1999).

Aux Etats unies, des études sur la thermo-tolérance des bovins laitiers, montrent l'existence d'une corrélation étroite (r=0,96) entre la température rectale et la valeur THI au-delà de 70 (Johnson, 1986). Ceci est similaire à nos résultats sur l'Holstein et la Montbéliarde où la corrélation entre TR et THI est (r=0,97).

En outre, il y a une forte corrélation négative entre la TR et les performances laitières, puisque, une augmentation de 1°C ou moins de la température rectale est suffisante pour réduire les performances de la plupart des espèces animales (Mc Dowell *et al.*, 1976). Les animaux à potentiel laitier élevé présentent une élévation de la température rectale plus importante que les génotypes les moins productifs (Berbigier, 1988).

II.1.3.4. Effet du stress thermique sur la fréquence respiratoire :

Coppock *et al.*, (1982), indiquent que l'augmentation de la fréquence respiratoire fait partie des réajustements physiologiques, dont l'organisme dispose, pour faire face à la chaleur. Un animal stressé par la chaleur augmente la fréquence respiratoire, pour maintenir l'homéothermie en dissipant l'excès de chaleur, lorsque les autres moyens d'échange thermique deviennent insuffisants (Hahn, 1999).

La figure 13 illustre les variations des moyennes marginales estimatives de fréquence respiratoire (FR) chez les deux races (HO et MO), en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

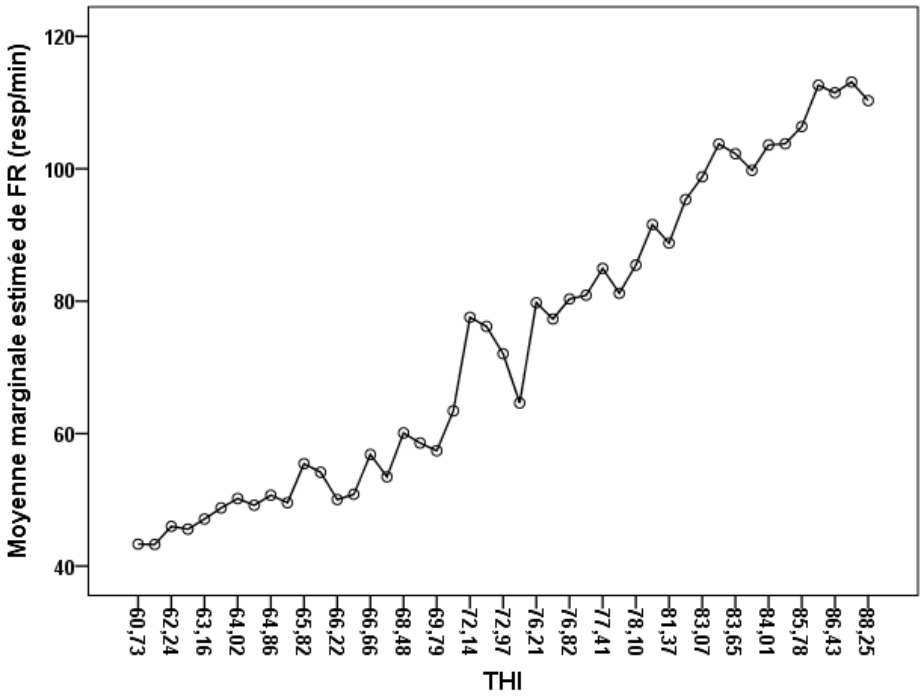

Figure 13 : Moyennes marginales estimatives de fréquence respiratoire de HO et MO.

Les valeurs de fréquence respiratoire (resp/min) varient entre 41à 117 en fonction de THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 75,91±22,91 resp/min, avec une variance de 525,22.

Par conséquent, l'augmentation de la fréquence respiratoire au-delà de 40 resp/min peut être considérée comme un halètement, qui permet d'améliorer le refroidissement du corps de l'animal à travers l'évaporation respiratoire (Silanikove, 2000). En conditions de stress thermique sévère, la FR dépasse les 120 (resp/min), qui représente le moyen le plus facile et le plus accessible pour évaluer l'impact du stress thermique sur des animaux d'élevage exposés à des conditions climatiques sévères (Silanikove, 2000).

La figure 14 montre les différents niveaux moyens des valeurs de fréquence respiratoire (resp/min), dont la médiane est de 51, 80 et 101resp/min, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement, chez les deux races (HO et MO).

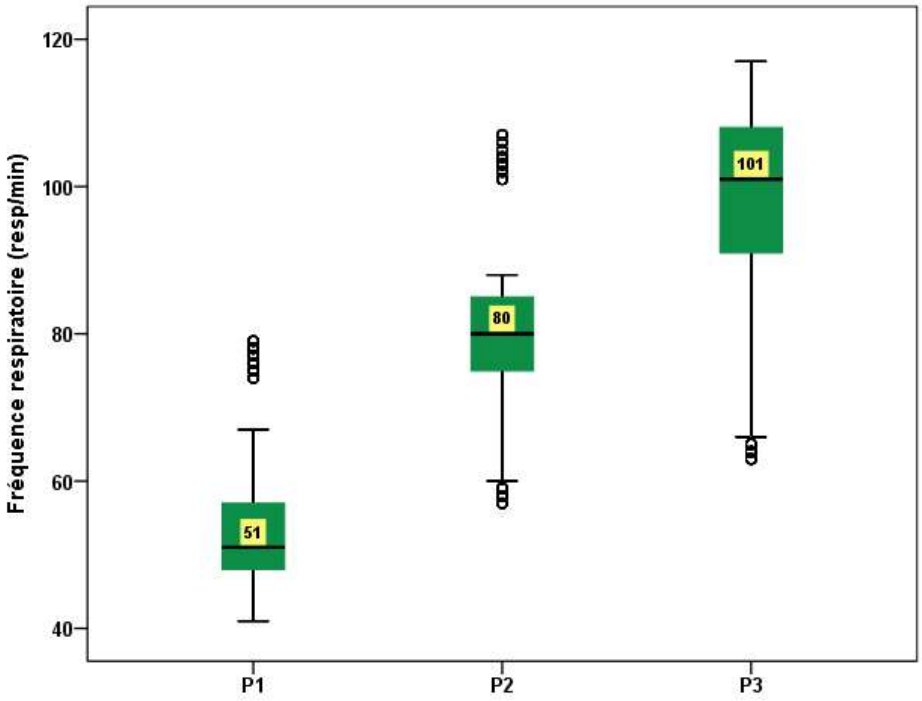

Figure N° 14 : Box plot de fréquence respiratoire dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une élévation significative (P < 0,001) de la fréquence respiratoire (resp/min) des vaches laitières, entre P1 et P3 de l'ordre de + 45,15 %.

Berman *et al.*,(1985) dans leur étude sur les vaches hautement productrices dans un environnement subtropical, ont trouvé que la fréquence respiratoire commençait à augmenter de 50-60 respirations / min à partir de températures supérieures à 25 °C. En Floride (Etats unies), Roman-Ponce *et al.*, (1977) notent, à 12 heures, une supériorité de la fréquence respiratoire pour les vaches sans ombre (115 resp/min) que les vaches à l'ombre (75 resp/min).

La figure 15 illustre la différence des valeurs de fréquence respiratoire (resp/min) entre les deux races HO et MO, dont la médiane est de 79 et 77 resp/min, en fonction des variations de valeurs de THI, durant l'expérimentation.

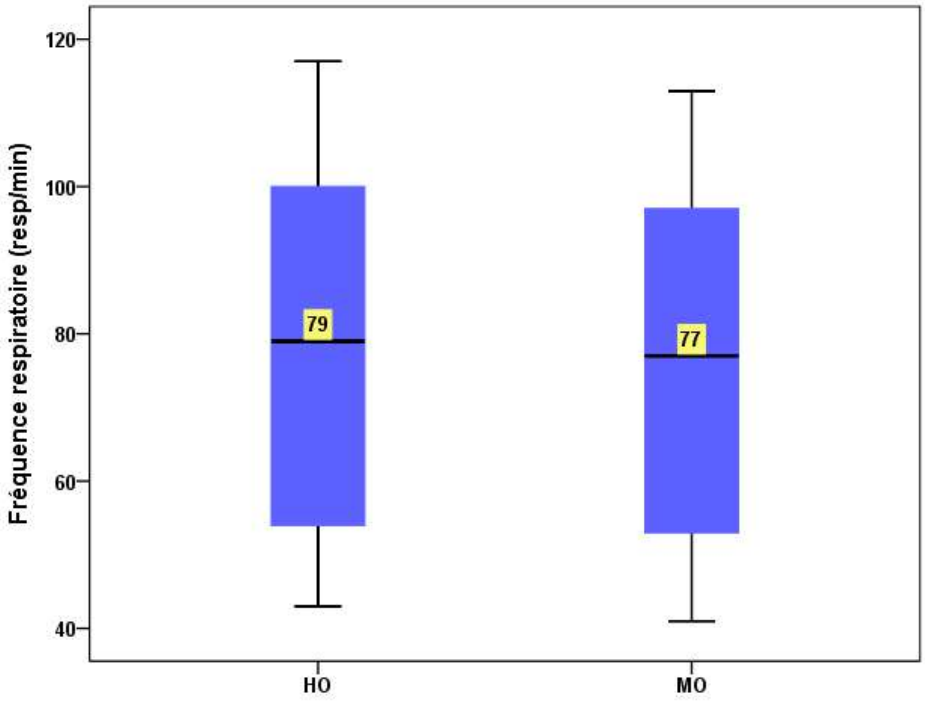

Figure N° 15 : Box plot de fréquence respiratoire de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).

Il existe un effet significatif (P <0,001) de l'interaction (Période × Race) sur la fréquence respiratoire.

A cet effet, Correa-Calderón, (2004) a expliqué que la sensibilité au stress thermique entre les races bovines est basée sur la mesure de différence de FR. C'est pourquoi la Holstein est plus sensible à la chaleur.

On constate (figure 16) que la régression entre la fréquence respiratoire (FR) des vaches Holstein et les valeurs de THI, au cours des 03 périodes de suivi, est de l'ordre de (n= 1464, p < 0,0001, r=0,98, R^2= 0,97 et l'équation de régression est FR = - 122,7 + 2,68 THI).

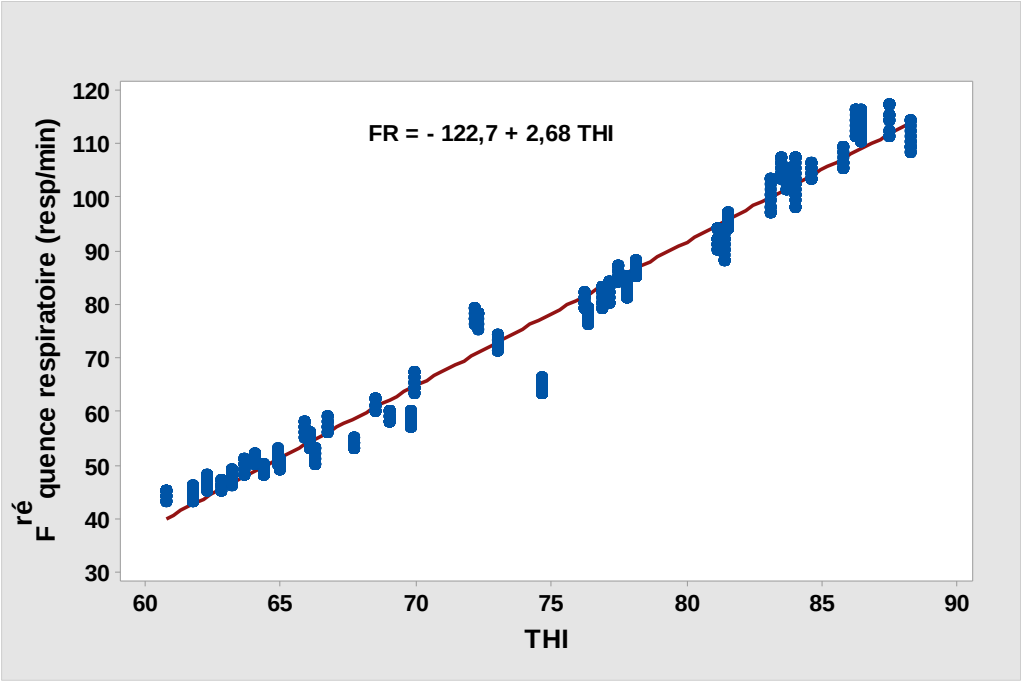

Figure N° 16 : Régression linéaire entre la fréquence respiratoire (resp/min) de la race Holstein et le THI.

On constate (figure 17) que la régression entre la fréquence respiratoire (FR) des vaches Montbéliarde et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de n= 1218, P< 0,0001, r=0,98, R^2= 0,97 et l'équation de régression est FR = - 120,1 + 2,62THI).

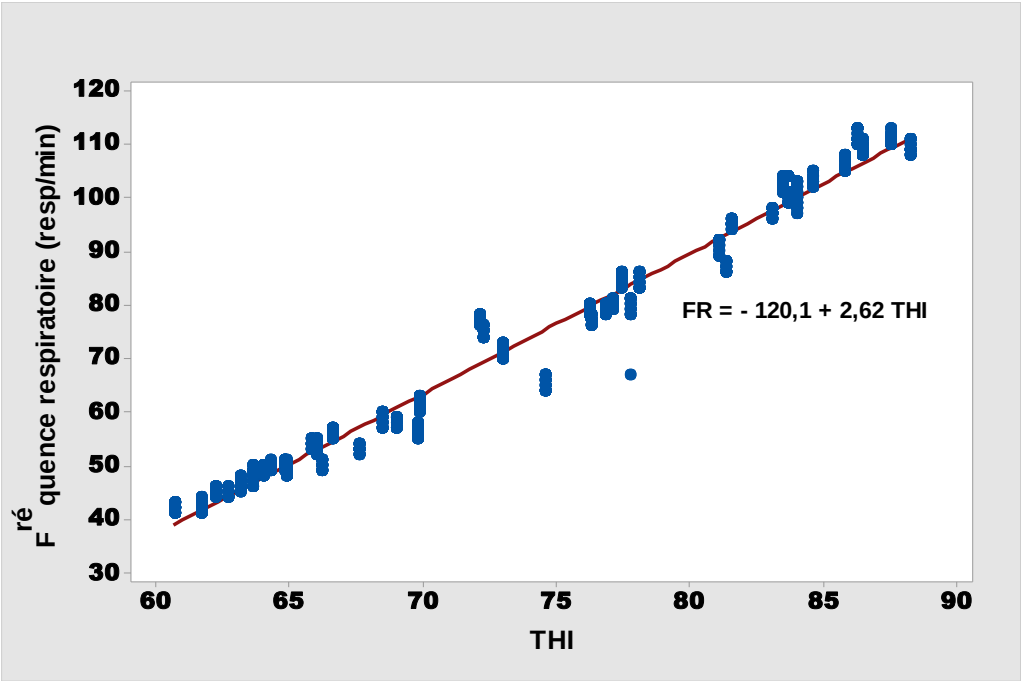

Figure N° 17 : Régression linéaire entre la fréquence respiratoire (resp/min) de la race Montbéliarde et le THI.

Les équations de régression, positive, sont obtenues sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, dont les valeurs THI expliquent 97% de l'augmentation de la fréquence respiratoire chez les deux races (HO et MO).

Nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés dans les études de Rejeb *et al.,* (2016) et Bouraoui *et al.,* (2002), qui sont respectivement : (n = 1637 ;FR = 214,2–3,64 THI R^2 = 0,52 ; r = 0,72P < 0,0001) et (FR = 0,71*THI – 19 ; R^2 = 0,78 ; P <0,01), avec des coefficients de détermination qui varient entre 52 à 78%.

D'autre part, elles sont similaires à l'étude de Muller *et al.,* (1994b), qui sont trouvé que la régression de la fréquence respiratoire en fonction de la température ambiante (Ta) est de (FR = -29,60 + 3,79 * Ta ; R^2 = 0,92 et P < 0,01).

Les données de fréquence respiratoire (tableau 12), varient selon la période (P1, P2 et P3)de 54,64±9,38, 80,95±12,26 et 98,71±13,52 resp/min, d'une moyenne totale de l'ordre 77,15±23,04 resp/min, respectivement pour la race Holstein.

En revanche, pour la race Montbéliarde, les données de fréquence respiratoire varient selon la période (P1, P2 et P3) de 53,07±9,25, 79,42±11,77et 96,6±12,87resp/min, d'une moyenne totale de l'ordre 74,38±22,67 resp/min.

Tableau N° 12 : Variation fréquence respiratoire selon la période et le type génétique.

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Fréquence respiratoire (resp/min)	**P1**	Holstein	54,64	9,38	600
		Montbéliarde	53,07	9,25	520
		Moyenne	53,91	9,35	1120
	P2	Holstein	80,95	12,26	288
		Montbéliarde	79,42	11,77	224
		Moyenne	80,28	12,06	512
	P3	Holstein	98,71	13,52	576
		Montbéliarde	96,6	12,87	448
		Moyenne	97,78	13,27	1024
	Moyenne total	Holstein	77,15	23,04	1464
		Montbéliarde	74,38	22,67	1192
		Moyenne	75,91	22,91	2656

Ceci correspond à une élévation par unité de THI pour la FR (+2,69resp/min /THI) pour l'Holstein, de +63,24%, et pour la Montbéliarde (+2,61resp/min /THI), de +63,71%, lors du passage à des conditions de stress thermique. Et en plus, la plage de variation de fréquence respiratoire (min, max) est entre 43 et 117 resp./min et 41 à 113 resp./min (une augmentation de +172% et 176) chez la Holstein et la Montbéliarde, respectivement. Alors que Muller *et al.,* (1994 a) ont remarqué une augmentation du rythme respiratoire de 194 % à partir de 32 resp/min (Ta = 18°C) à 94 resp/min (Ta = 30°C). Dans le même ordre d'idée, Baumgard *et al.,* (2011) ont montré que les vaches laitières soumises à des conditions de thermo-neutralité (THI=63,5), pendant 48h, suivies de stress thermique (THI=79,6) pendant 16h/j et

durant 3jours successifs, avaient une augmentation de 30%, de plus, des fréquences respiratoires (resp/min).

Les tableaux 13et 14 représentent la corrélation de la fréquence respiratoire (resp/min) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde, respectivement.

Tableau N° 13 : Corrélation de fréquence respiratoire avec les paramètres étudiés de Holstein.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FC	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1464)	0,31**	0,98**	-0,90**	0,83**	0,98**	0,94**	-0,58**	-0,71**	-0,53**
Covariance	375,94	192,76	-32,72	130,53	15,15	142,96	-47,41	-6,19	-2,97

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 14 : Corrélation de fréquence respiratoire avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FC	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1218)	0,35**	0,98**	-0,91**	0,84**	0,98**	0,94**	-0,63**	-0,71**	-0,73**
Covariance	417,02	195,95	-32,64	134,45	13,63	143,69	-43,80	-3,51	-2,22

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Lorsque les températures s'élèvent au-dessus de la température critique supérieure, la fréquence respiratoire, pendant un stress dû à la chaleur, dépasse 60 respirations par minute, comparativement à une valeur de base normale de 20 à 50 respirations par minute (De Rensis *et al.*, 2017). Ceci explique l'étroite corrélation (r=0,98 ; P < 0,001) entre l'indice climatique (THI) et la fréquence respiratoire des vaches laitières (HO et MO).

La FR était corrélée positivement aux autres paramètres physiologique, tel que TR et FC (r = 0,98 et r =0,94 P < 0,001), qui sont similaires à ceux rapportés par Gaughan *et al.*, (2000) et Rejeb *et al.*, (2016).

II.1.3.5. Effet du stress thermique sur la fréquence cardiaque :

Chez les bovins, il existe, une relation étroite entre la fréquence cardiaque et la thermogenèse (Yamamoto *et al.*, 1979). De même, Kadzere *et al.*, (2002) considéraient que la FC a été aussi étudiée comme indicateur du stress thermique chez les vaches laitières.

La figure 18 illustre les variations des moyennes marginales estimatives de fréquence cardiaque (FC) chez les deux races (HO et MO) en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

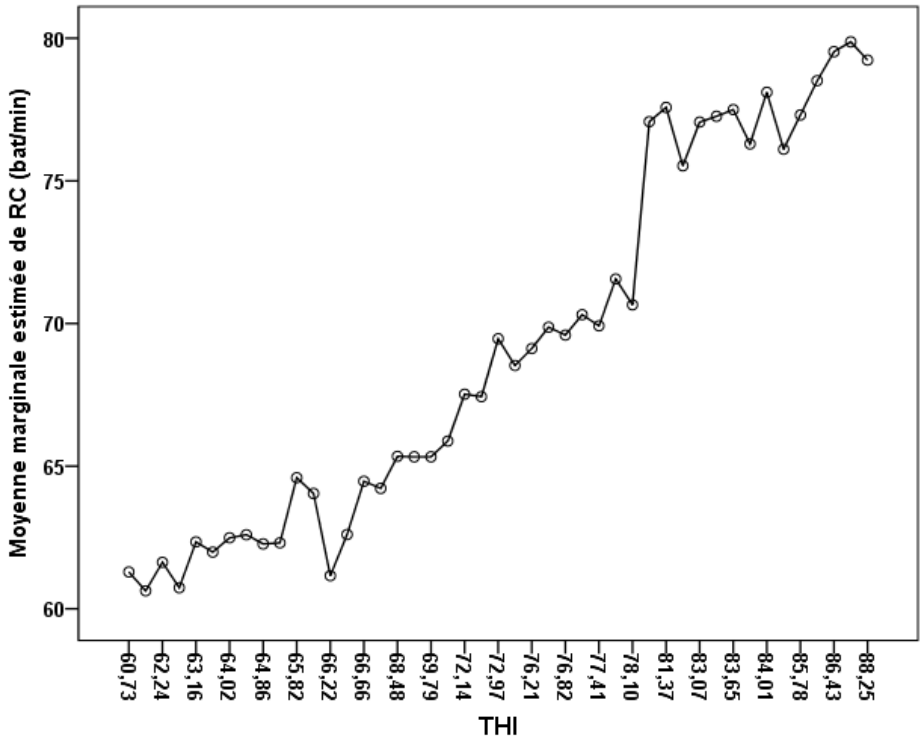

Figure N°18 : Moyennes marginales estimatives de fréquence cardiaque de HO et MO.

Les valeurs de fréquence cardiaque (bat/min) varient entre 59 et 82 en fonction d'un THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 69,69±6,57 bat /min, avec une variance de 43,24, ce qui est analogue aux valeurs avancées par Rejeb *et al.,* (2012) (62,1 à 80,3 bat/min).

Alors que Rübsamen et Hales, (1985), ont montré que la fréquence cardiaque normale chez les bovins est comprise entre 55 et 70 battements par minute (bat/min).

La figure 19 montre les différents niveaux moyens des valeurs de fréquence cardiaque (bat/min), dont la médiane est de 63, 70 et 78bat/min, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement, chez les deux races (HO et MO).

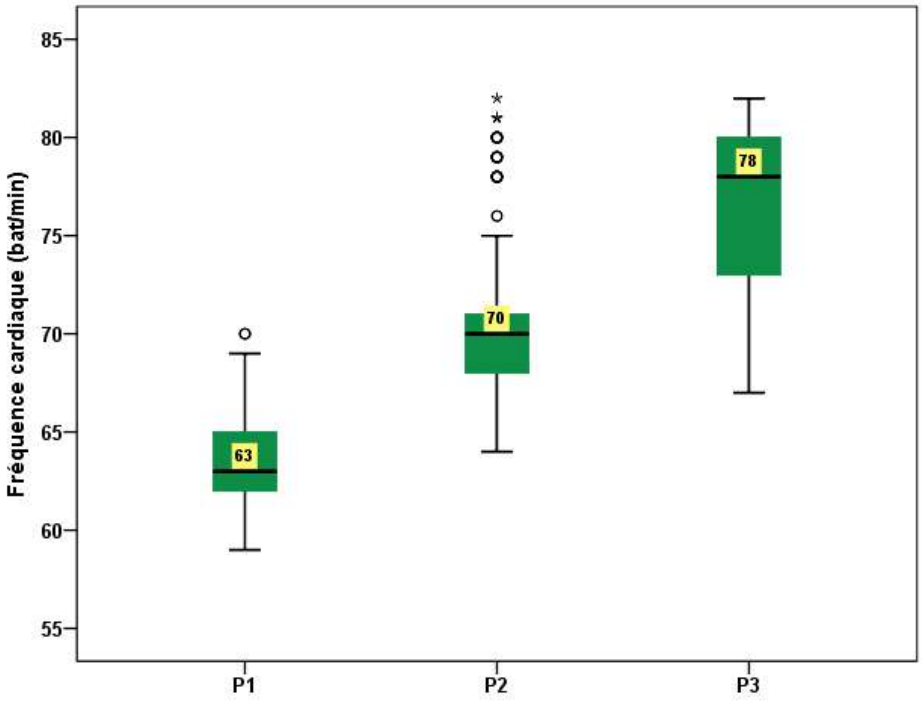

Figure N° 19 : Box plot de fréquence cardiaque dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une élévation significative (P < 0,001) de la fréquence cardiaque (bat/min) des vaches laitières, entre P1 et P3 de l'ordre de + 16,85%.

D'ailleurs, Rejeb *et al.*, (2012), indiquent que lors des variation du THI, la FC des vaches à faible production laitière est passé de 61,9 à 75,8 bat/min, mais à partir d'une valeur de THI de 85,0 il y a eu une chute de la fréquence cardiaque, lorsque le stress devient relativement chronique. Cela est confirmé par Kadzere *et al.*, (2002), qui indiquent que la réduction du rythme cardiaque chez les vaches laitières est le mécanisme le plus typique dans des conditions de stress thermique, car il est souvent associé à une baisse de la production de chaleur.

La figure 20 illustre la similarité des valeurs de fréquence cardiaque (bat/min) entre les deux races HO et MO, dont la médiane est de l'ordre de 69 bat/min pour les deux races, en fonction des variations de valeurs de THI, durant l'expérimentation.

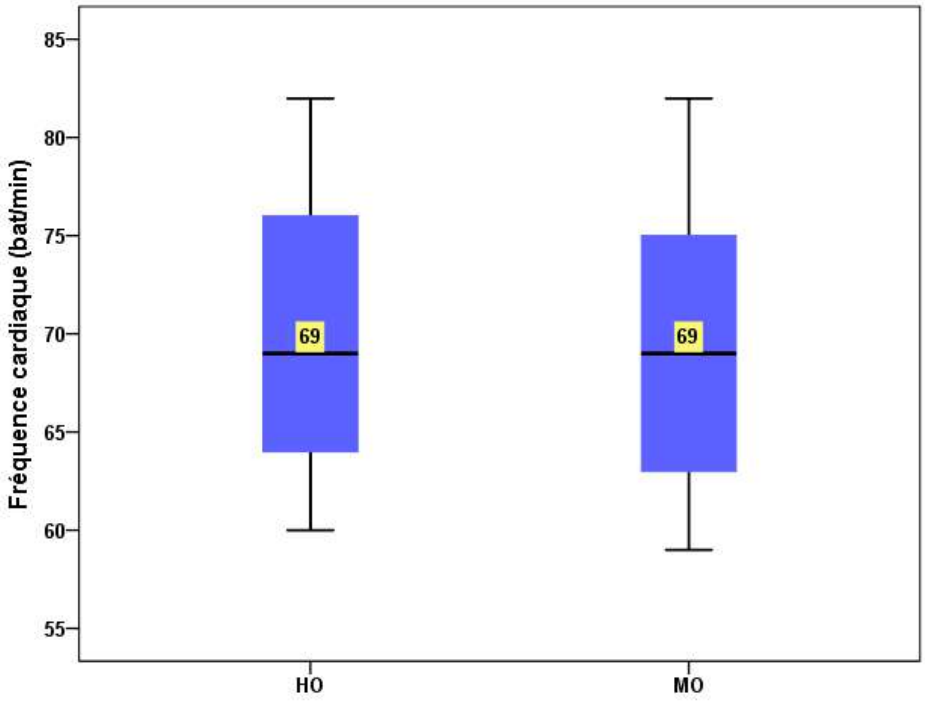

Figure N° 20 : Box plot de fréquence cardiaque dans de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).

Par contre, Il existe un effet non significatif (P=0,019) de l'interaction (Période × Race) sur la fréquence cardiaque.

On constate (figure 21) que la régression entre la fréquence cardiaque (FC) des vaches Holstein et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1464, p < 0,0001, r= 0,95, R^2= 0,95 et l'équation de régression est FC = 15,18 + 0,73 THI).

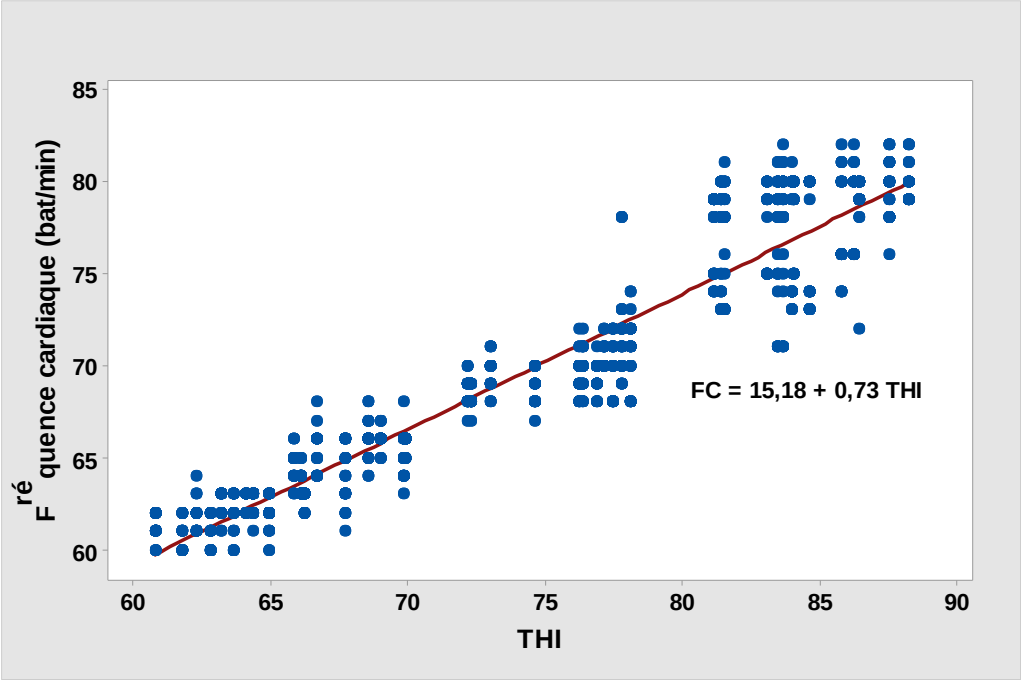

Figure N° 21 : Régression linéaire entre la fréquence cardiaque (bat/min) de la race Holstein et le THI.

On constate (figure 22) que la régression entre la fréquence cardiaque (FC) des vaches Montbéliarde et les valeurs de THI, au cours des 03 périodes de suivi, est de l'ordre de (n= 1218, p < 0,0001, r= 0,95, R^2= 0,9 et l'équation de régression est FC = 15,07 + 0,73 THI).

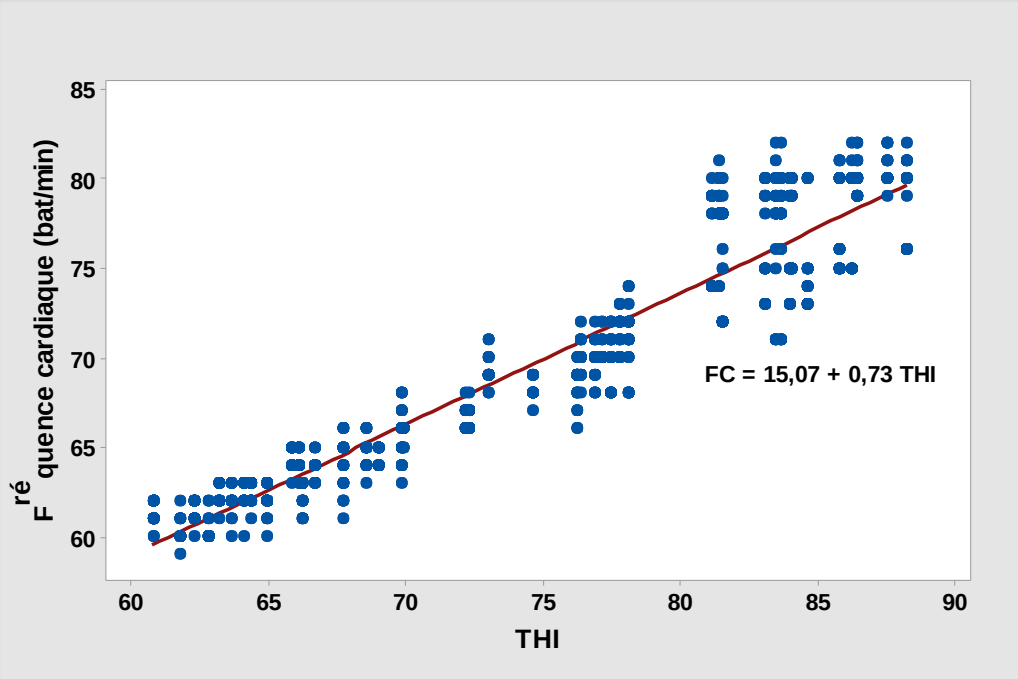

Figure N° 22 : Régression linéaire entre la fréquence cardiaque (bat/min) de la race Montbéliarde et le THI.

Les équations de régression positive, sont obtenues sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, dont les valeurs THI (de 90 à 95%) expliquent l'augmentation de la fréquence respiratoire chez les deux races (HO et MO), respectivement.

Nos résultats sont légèrement plus élevés que ceux rapportés par Rejeb *et al.*, (2016) et Bouraoui *et al.*, (2002), qui sont respectivement : (n = 1637 ; , FC = 301, 5 – 4,607 *THI; R^2 = 0,89; r = 0,85 ; P < 0,001) et (FC = 0,52*THI + 30 ; R^2 = 0,77 ; P < 0,01), avec des coefficients de détermination qui varient entre 77 à 89%.

Les données de fréquence cardiaque (tableau 15), varient selon la période (P1, P2 et P3) de 63,67±2,30, 70,23±3,34 et 76,37±3,88 bat/min, d'une moyenne totale de l'ordre 69,96±6,54bat/min, respectivement pour la race Holstein.

En revanche, pour la race Montbéliarde, les données de fréquence cardiaque varient selon la période (P1, P2 et P3) de 63,25±2,01, 70,04±3,64et 76,10±3,98 bat/min, d'une moyenne totale de l'ordre 69,36±6,60 bat/min.

Tableau N° 15 : Variation fréquence cardiaque selon la période et le type génétique.

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Fréquence cardiaque (bat/min)	**P1**	Holstein	63,67	2,30	600
		Montbéliarde	63,25	2,01	520
		Moyenne	63,47	2,18	1120
	P2	Holstein	70,23	3,34	288
		Montbéliarde	70,04	3,64	224
		Moyenne	70,15	3,47	512
	P3	Holstein	76,37	3,88	576
		Montbéliarde	76,10	3,98	448
		Moyenne	76,25	3,93	1024
	Moyenne total	Holstein	69,96	6,54	1464
		Montbéliarde	69,36	6,60	1192
		Moyenne	69,69	6,57	2656

Ceci correspond à une élévation par unité de THI, pour la FC (+0,79bat/min /THI) pour l'Holstein, de +26,82%, et pour la Montbéliarde (+0,83bat/min /THI), de+28,04%.

En effet, les vaches Montbéliardes ont présenté une FC légèrement plus élevée que celles des Holsteins, qui est semblable aux travaux de Bellagi *et al.,* (2017) sur la race Holstein et Tarentaise en milieu méditerranéen, qui peut être aussi attribuée au gabarit de l'Holstein face à la Montbéliarde, comme chez les autres mammifères (Milnor, 1979). Par contre, Silva, (2000), qui a étudié la variation de la fréquence cardiaque, ne signale aucun résultat significatif sur l'effet de la masse corporelle élevée des animaux examinés.

Les tableaux 16 et 17 représentent la corrélation de la fréquence cardiaque (bat/min) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde, respectivement.

Tableau N° 16 : Corrélation de fréquence cardiaque avec les paramètres étudiés de Holstein.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1464)	0,36**	0,95**	-0,90**	0,76**	0,93**	0,95**	-0,60**	-0,72**	-0,53**
Covariance	125,25	52,82	-9,30	33,90	4,10	142,96	-13,98	-1,77	-0,85

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 17 : Corrélation de fréquence cardiaque avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	PL	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1218)	0,39**	0,95**	-0,91**	0,77**	0,93**	0,94**	-0,65**	-0,74**	-0,76**
Covariance	135,89	54,73	-9,48	35,54	3,75	143,69	-12,93	-1,06	-0,66

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Les fréquences cardiaques des vaches laitières, sont corrélées positivement avec la variation (THI) (r=0,95 ; P <0,001) et avec les autres paramètres physiologiques (TR et FR) (r=0,93 et r=0,95 ; P <0,001), respectivement. L'augmentation de la fréquence cardiaque permet à l'animal de perdre de la chaleur interne et ainsi de prévenir l'augmentation de la température rectale (McManus *et al.,* 2009)

II.1.3.6. Effet du stress thermique sur la de production laitière:

Lorsque l'animal est en stress thermique, il entre en hyperthermie, ce qui va nécessairement l'amener à rétablir son équilibre thermique au détriment de sa capacité productive et reproductive (Piton, 2004). La production laitière est négativement affecté, spécialement chez les animaux à haute valeur génétique (Wheelock *et al.,* 2010).

À cet égard, la figure 23 illustre les variations des moyennes marginales estimatives de quantités de lait produit (kg) chez les deux races (HO et MO) en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

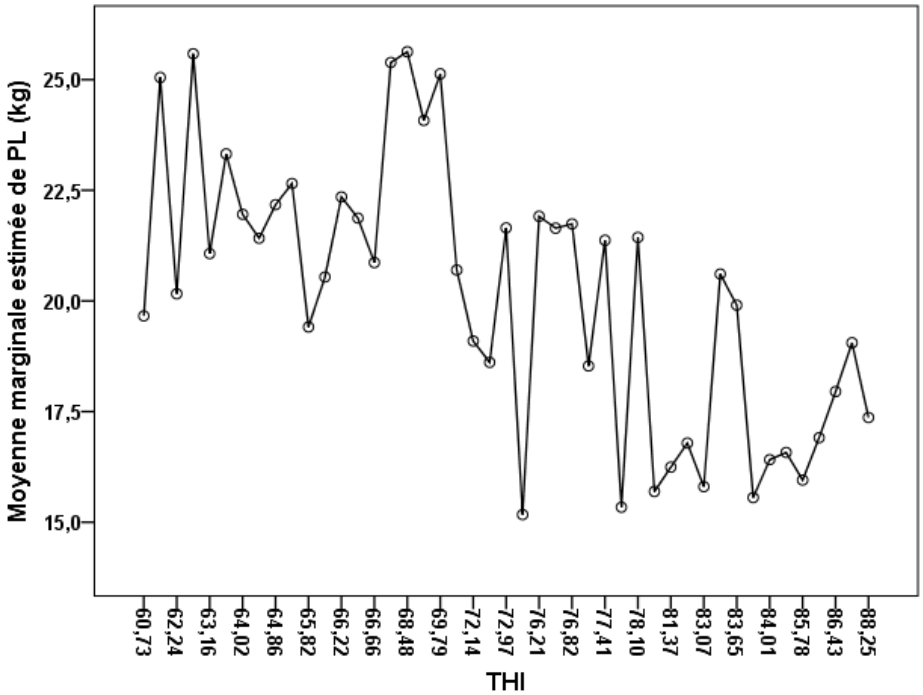

Figure N° 23 : Moyennes marginales estimatives de production laitière de HO et MO.

Les quantités de lait produit (kg) varient entre 31à 12 pour des THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 19,96±3,38kg, avec une variance de 11,44. A cet effet, le rendement en lait varie selon les vaches et selon diverses conditions environnementales (Yano *et al.,* 2014).

La figure 24 illustre les différents niveaux moyens des valeurs de production laitière (kg), dont la médiane est de 21,5, 21,5 et 16,5kg, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement. Chez les deux races (HO et MO)

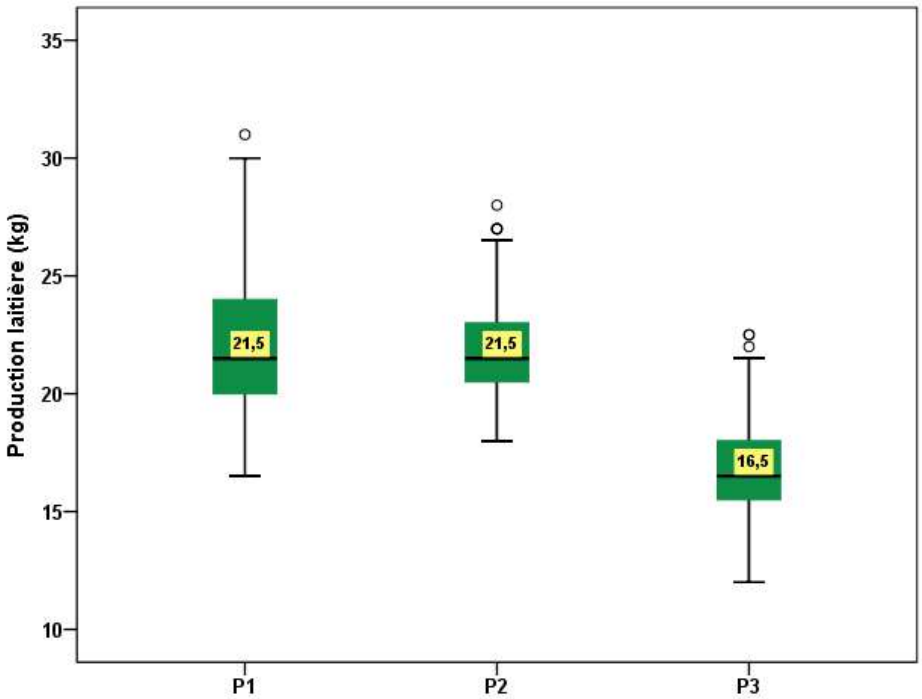

Figure N° 24 : Box plot de production laitière dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une diminution significative (P < 0,001) de la production (kg), entre P1 et P3 de l'ordre de - 23,5%.

A cet effet, Wheelock *et al.*, (2010) ont montré que la chute du rendement laitier de vaches exposées à un stress thermique a été deux fois plus élevée que celle des mêmes vaches en conditions de neutralité thermique. Dans le même ordre d'idée, Bouraoui *et al.*, (2002 ; 2013), ont signalé une chute de l'ordre de 21et 28 % de la production laitière, en période estivale au centre de Tunisie, de même Du Preez *et al.*, (1990) et Itoh *et al.*, (1998) soulignent que l'exposition des vaches laitières à des valeurs élevées de THI entraîne une réduction de la production laitière de 10 à 34 %.

La figure 25 illustre la différence des valeurs de production laitière (kg) entre les deux races HO et MO, dont la médiane est de 20,5 et 19,5 kg, en fonction des variations de valeurs de THI, durant l'expérimentation, respectivement.

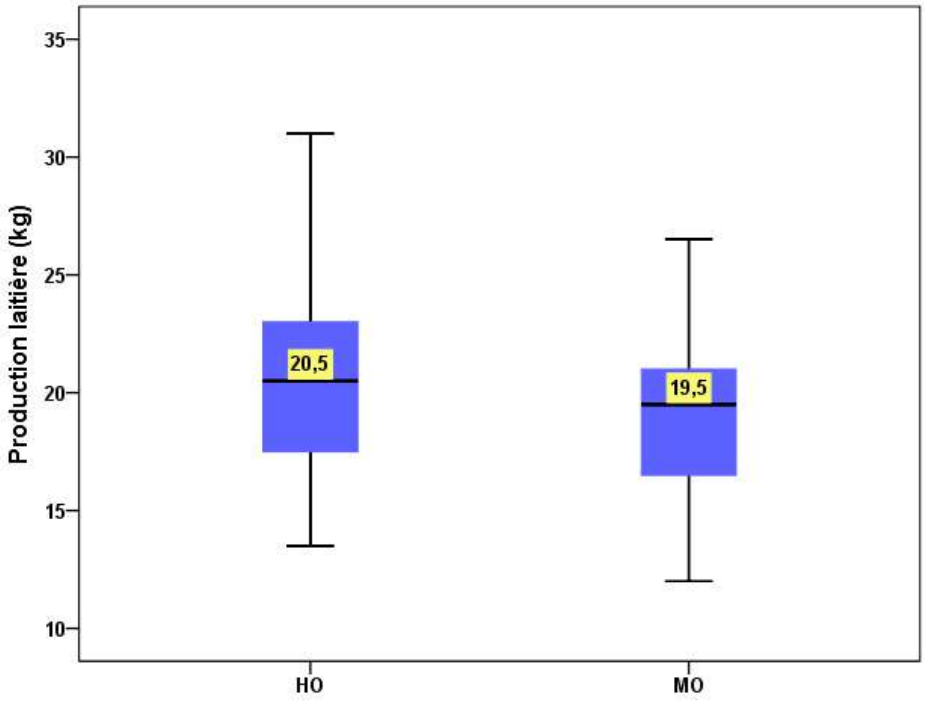

Figure N° 25 : Box plot de production laitière dans de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).

En effet, il existe un effet significatif (P <0,001) de l'interaction (Période × Race) sur les quantités de lait produites.

A cet effet, il existe une différence génétique au niveau de la thermo-tolérance entre HO et MO, expliquée par le taux de chute inférieur de MO. West, (1999) a confirmé que la chute de la production laitière est plus élevée chez la Holstein, suivie de la Jersiaise et enfin la Brown Swiss. Cela est dû à la production de chaleur métabolique interne qui augmente pendant la lactation, ce qui peut diminuer la tolérance des vaches laitières aux températures ambiantes élevées (Chebel *et al.*, 2004).

En revanche, d'autres études dans des environnements subtropicaux (Becerril *et al.*, 1993) et tropicaux (Maia *et al.*, 2005b) ont également mentionné que la production laitière est plus élevée chez les vaches Holstein à pelage blanc comparativement aux animaux à pelage noir. Cependant, d'autres études dans les régions subtropicales ont conclu que la production laitière des vaches Holstein n'était pas liée ou influencée par la couleur du poil (Lee et *al.*, 2016 ; Dikmen *et al.*, 2017).

On constate (figure 26) que la régression entre la production laitière (PL) des vaches Holstein et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1464, P< 0,0001, r= -0,59, R^2= 0,35 et l'équation de régression est PL = 39- 0,24 THI).

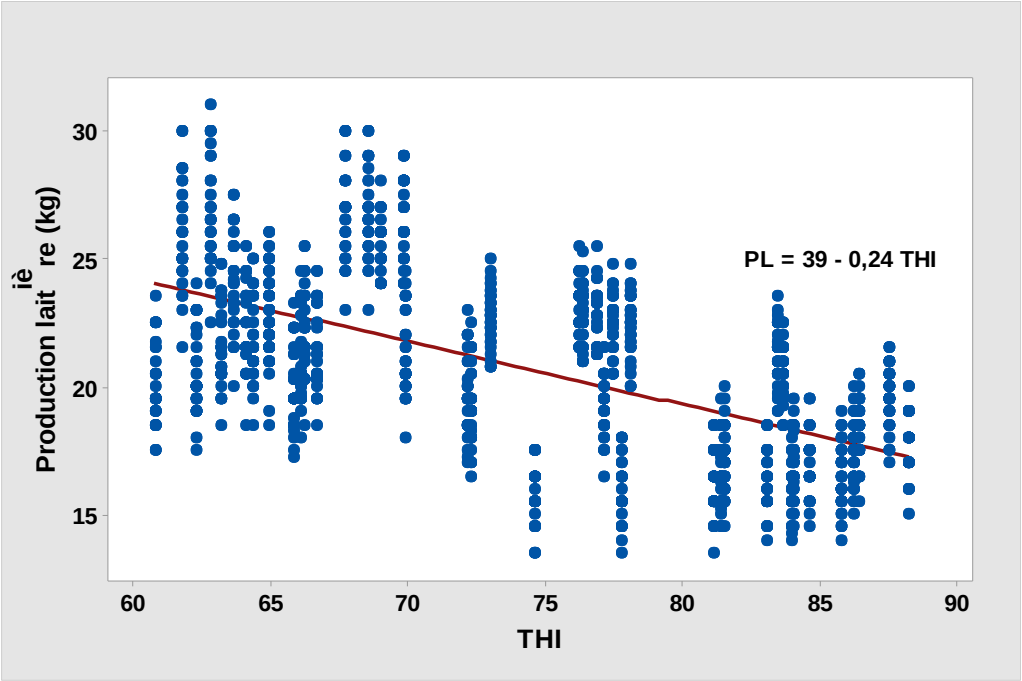

Figure N°26 : Régression linéaire entre la production laitière (kg) de la race Holstein et le THI.

On constate (figure 27) que la régression entre la production laitière (PL) des vaches Montbéliarde et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1218, P< 0,0001, r=-0,64, R^2= 0,42 et l'équation de régression est PL = 35,73 - 0,22 THI).

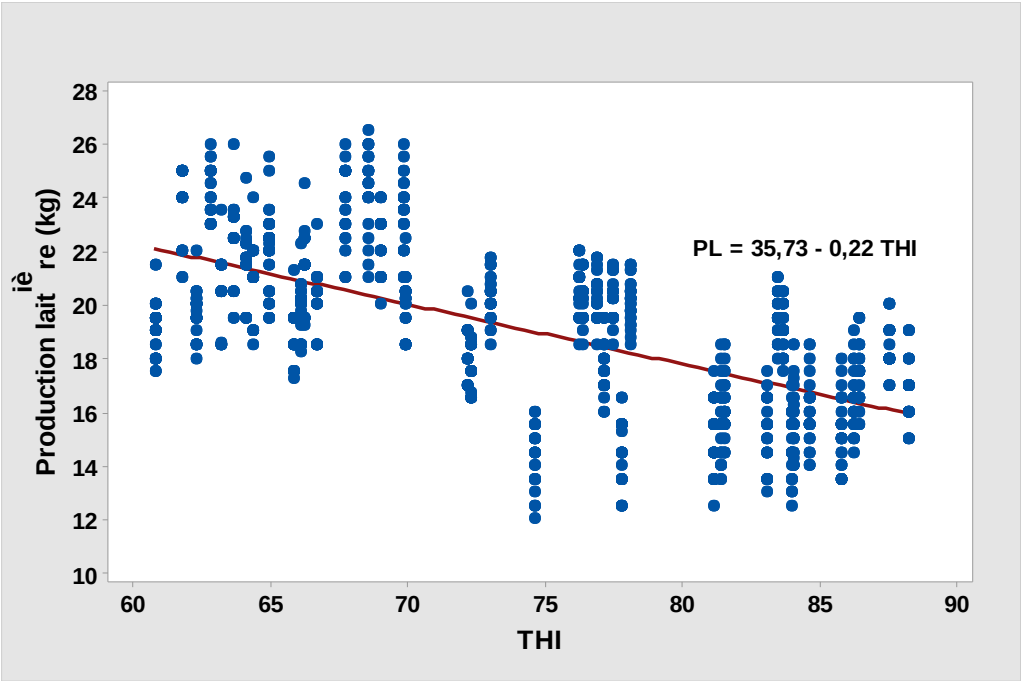

Figure N° 27 : Régression linéaire entre la production laitière (kg) de la race Montbéliarde et le THI.

Les équations de régression négative obtenues sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, dont les valeurs THI expliquent (de 35 à 42 %) la diminution de la production laitière chez les deux races (HO et MO), respectivement.

Alors, nos résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Rejeb *et al.,* (2016) et Bouraoui *et al.,* (2002), dont les résultats sont respectivement : (n=720 ; PL = 114.5 −1.102*THI; R^2 = 0, 63; r = −0, 67 P <0,001) et (PL = 47,722 -0, 4129*THI +; R^2 = 0, 76; P < 0, 01), avec des coefficients de détermination qui varient entre 63à 76%.

Les données de production laitière (tableau 18), varient selon la période (P1, P2 et P3) de 22,67±3,01, 22,88±1,53 et 17,37±1,78 kg, d'une moyenne totale de l'ordre 20,63±3,50 kg, respectivement pour la race Holstein.

En revanche, pour la race Montbéliarde, les données de production laitière varient selon la période (P1, P2 et P3) de 21,18±2,27, 20,43±1,14et 16,14±1,74 kg, d'une moyenne totale de l'ordre 19,15±3,02kg.

Tableau N° 18 : Variation production laitière selon la période et le type génétique.

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Production laitière (kg)	**P1**	Holstein	22,67	3,01	600
		Montbéliarde	21,18	2,27	520
		Moyenne	21,98	2,79	1120
	P2	Holstein	22,88	1,53	288
		Montbéliarde	20,43	1,14	224
		Moyenne	21,81	1,83	512
	P3	Holstein	17,37	1,78	576
		Montbéliarde	16,14	1,74	448
		Moyenne	16,83	1,87	1024
	Moyenne total	Holstein	20,63	3,50	1464
		Montbéliarde	19,15	3,02	1192
		Moyenne	19,96	3,38	2656

Ceci correspond à une diminution par unité de THI pour la PL de -0,63kg/THI, pour l'Holstein, soit -56,45%, et pour la Montbéliarde de -0,52kg /THI, soit -54,71%.

Cependant, Spiers *et al.,* (2004), Gantner *et al.,* (2011) et West, (2003) ont montré que quand le THI dépasse 69, la production laitière diminue de -0,41 kg/THI, -0,9 kg/THI et -0,88 kg/THI. Entre autres, des études réalisées en Croatie ont indiqué que la race Simmental, en termes de production quotidienne de lait, pourrait être plus résistante au stress thermique que la Holstein (Gantner *et al.,* 2017).

Les tableaux 19 et 20 rapportent la corrélation de la production laitière (kg) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde, respectivement.

Tableau N° 19 : Corrélation de production laitière avec les paramètres étudiés de la Holstein.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	FC	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1464)	-0,81**	-0,59**	0,67**	-0,24**	-0,61**	-0,58**	-0,60**	0,49**	0,36**
Covariance	-148,75	-17,71	3,69	-5,74	-1,43	-47,41	-13,98	0,62	0,29

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 20 : Corrélation de production laitière avec les paramètres étudiés de la Montbéliarde.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	FC	TB%	TP%
Pearson Corrélation (n=1218)	-0,82**	-0,64**	0,70**	-0,33**	-0,65**	-0,63**	-0,64**	0,56**	0,64**
Covariance	-128,5	-16,77	3,29	-6,87	-1,19	-43,8	-12,93	0,36	0,25

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Le rendement laitier individuel des vaches laitières est influencé par de nombreux facteurs (Van Tassell *et al.,* 1995). Relativement, la corrélation négative entre le stade de lactation (JL) et la quantité de lait produite (HO r=-0,81 et MO r=-0,82 ; P < 0, 01), ce qui peut être considéré comme un facteur amplifiant de la sévérité du stress thermique. Les vaches qui sont en milieu de lactation sont généralement plus sensibles à la chaleur que celles qui sont en début ou en fin de lactation (Basirico *et al.,* 2009 ; Bernabucci *et al.,* 2010).

D'ailleurs, les vaches laitières fortes productrices, au début de lactation, entrent dans un état physiologique pendant lequel elles sont incapables de consommer suffisamment de nutriments pour satisfaire leurs besoins d'entretien et de production de lait (Drackley, 1999), d'autant que les besoins d'entretien augmentent de 7 à 25% sous l'effet du stress thermique (NRC, 2001) et pourraient même dépasser 30% (Fox et Tylutki, 1998).

En outre, il y a une forte corrélation (P <0,01) entre l'ingestion de MS et la production de lait (HO r=0,67et MO r=0,70). Rhoads *et al.,* (2009) et Wheelock *et al.,* (2010) ont montré que la chute de la production laitière de 35à 50 %, n'est qu'en partie attribuable à la diminution de l'ingestion causée par le stress thermique , afin de rétablir l'homéothermie (West, 1994), qui est un bon moyen pour diminuer la production de chaleur liée à la fermentation ruminale (Chilliard *et al.,* 1995).

De surcroît, il y a une corrélation négative de la production avec les paramètres physiologique (TR, FR, et FC) est de (HO r=-0,61, r= -0,58 et r=-0,60) et (MO r=-0,65, r= -0,63 et r=-0,64), puisque, sous des conditions de chaleur intense, la vache privilégie la thermorégulation, par rapport aux autres fonctions telles que la production laitière. C'est la raison principale de la baisse de production (Rosen, 2003).

Et de même, une variation de 0,5 °C de la température centrale du corps a un effet négatif sur les performances d'une vache (Allen *et al.*, 2013).

Cependant, la production laitière des vaches n'est pas fortement influencée par les quantités d'eau consommées (HO r=-0,24, MO r=-0,33), surtout que l'eau d'abreuvement est à volonté (Burgos *et al.*, 2001).

II.1.3.7. Effet du stress thermique sur le taux butyreux du lait :

La réduction de la matière grasse du lait est considérée comme le résultat de l'effet direct du stress thermique, qui affecte négativement la fonction sécrétoire des glandes mammaires (Silanikove, 1992).

La figure 28 illustre les variations des moyennes marginales estimatives du taux butyreux (TB%) chez les deux races (HO et MO) en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

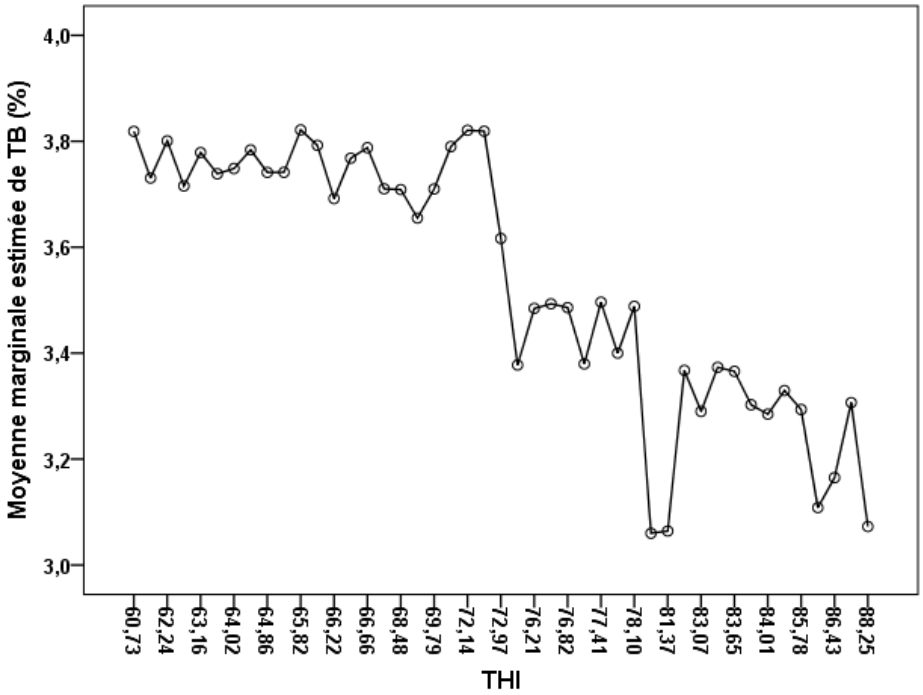

Figure N° 28 : Moyennes marginales estimatives du taux butyreux de HO et MO.

Le taux butyreux varie entre 4,27à 2,49% en fonction de THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 3,52±0,31%, avec une variance de 0,09. Cette diminution de (TB%), est en accord avec les résultats trouvés par Bouraoui *et al.*, (2002), où le taux de matière grasse passe de 3,58 à 2,96%, lorsque la valeur THI passe de 68 à 78.

La figure 29 illustre les différents niveaux moyens des valeurs de taux butyreux (%), dont la médiane est de 3,78, 3,53 et 3,30%, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement chez les deux races (HO et MO).

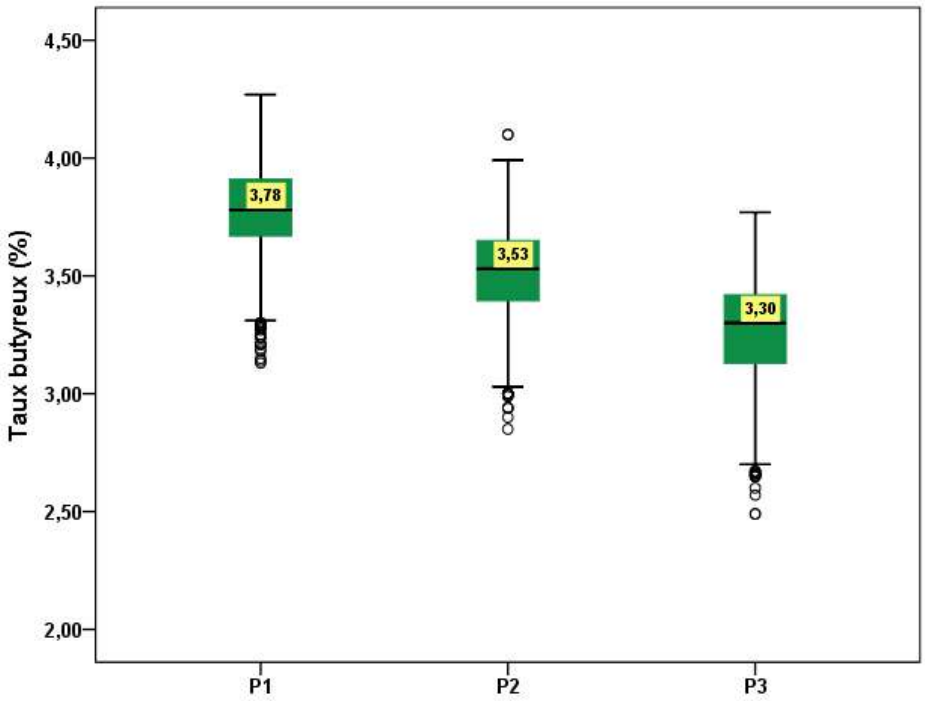

Figure N° 29 : Box plot de taux butyreux dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une chute significative (P < 0,001) du taux butyreux (%), entre P1 et P3 de l'ordre de - 14,6 %. Ceci reste inférieurs de celle trouvé par Mc-Dowell *et al.*, (1976), qui ont signalé que lorsque des vaches Holstein, en pleine lactation, subissent un changement de température de 18 à 30 °C, la teneur du lait en matières grasses diminue de l'ordre de -39,7 %. En revanche, des travaux réalisés sous les conditions climatiques méditerranéennes de la Tunisie, par Bouraoui *et al.*, (2002) ; Rejeb, (2014) et Bellagi *et al.*, (2017), en périodes estivale, ont rapportés des taux de chute de TB% pour des vaches Holstein de l'ordre de -9,49%, -3,69% et -5,75%, respectivement.

La figure 30 illustre la différence des valeurs de taux butyreux (%) entre les deux races HO et MO, dont la médiane est de 3,50 et 3,56%, respectivement, en fonction des variations de valeurs de THI.

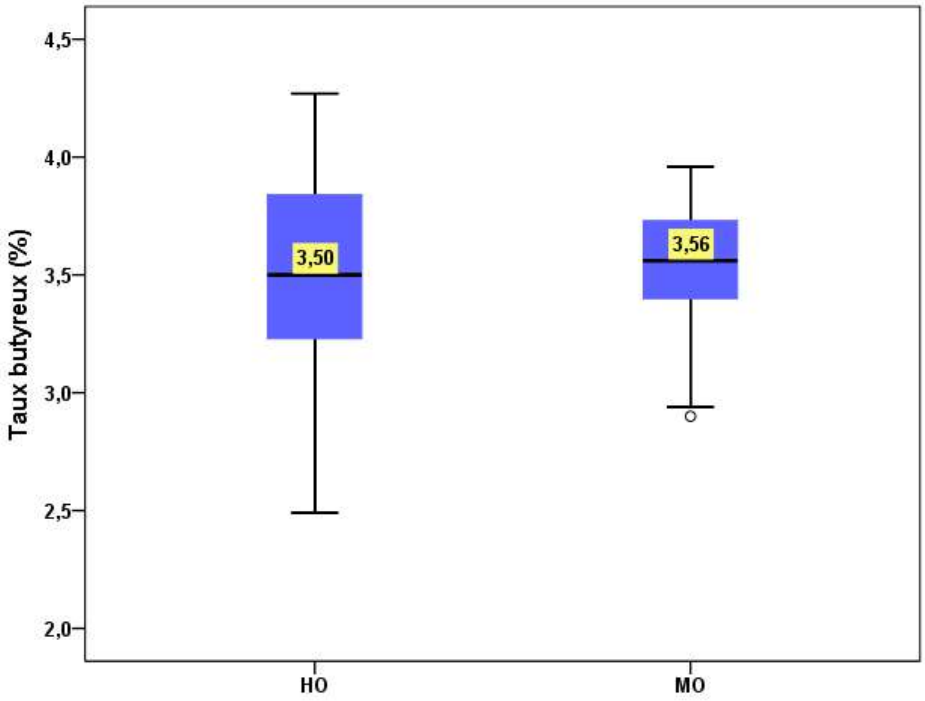

Figure N° 30 : Box plot de taux butyreux de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).

Il existe un effet significatif (P <0,001) de l'interaction (Période × Race) sur le taux butyreux du lait. Pourtant, Bellagi *et al.*, (2017), trouvent qu'il n'y a pas d'interaction (THI × Race) sur la chute de TB%, puisque la baisse est identique chez les Holsteins et les Tarentaises, lors des THI élevés.

On constate (figure 31) que la régression entre le taux butyreux (TB%) des vaches Holstein et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1464, P< 0,0001, r=- 0,74, R^2= 0,55 et l'équation de régression est TB% = 5,9 - 0,032THI).

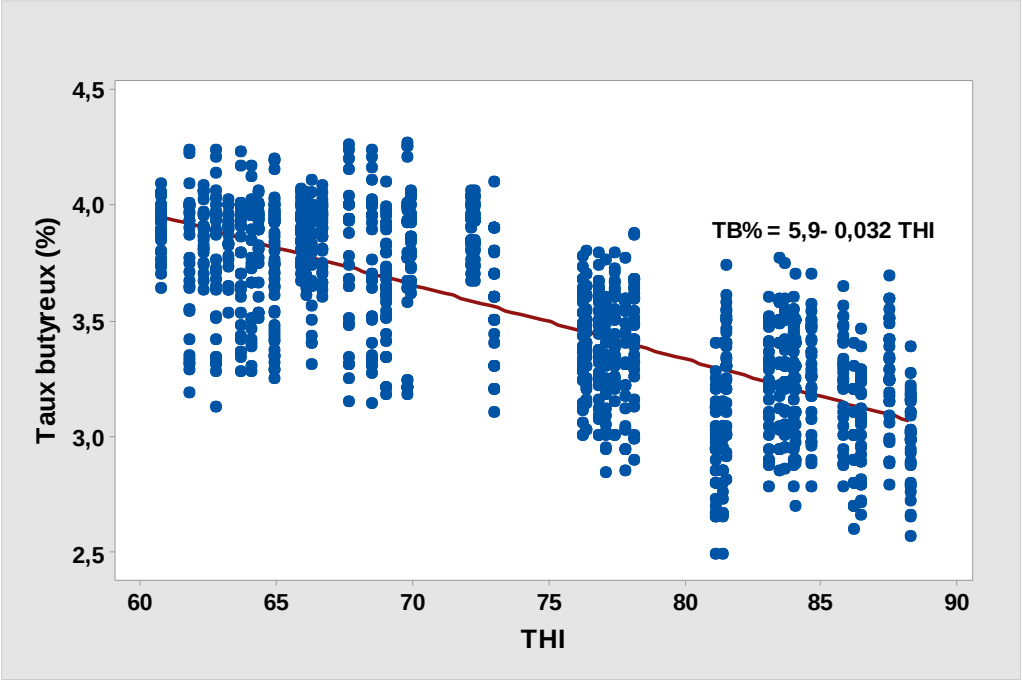

Figure N° 31 : Régression linéaire entre taux butyreux (TB%) de la race Holstein et le THI.

On constate (figure 32) que la régression entre le taux butyreux (TB%) des vaches Holstein et les valeurs de THI, au cours des 03 périodes de suivi, est de l'ordre de (n= 1218, P< 0,0001, r=-0,74, R^2= 0,55 et l'équation de régression est TB% = 4,91 - 0,018 THI)

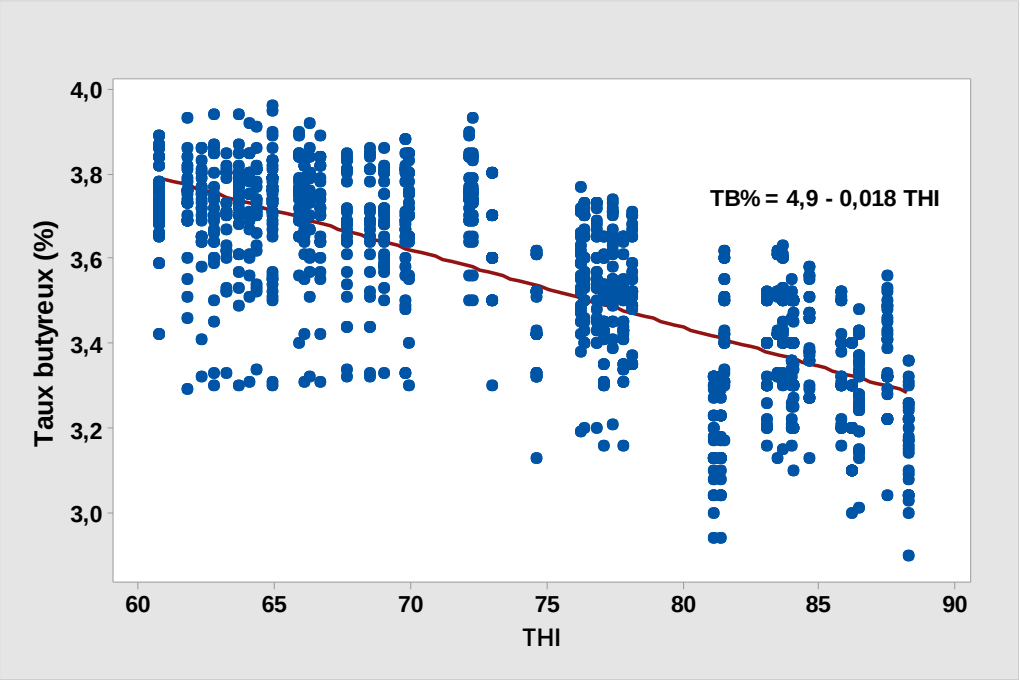

Figure N° 32 : Régression linéaire entre taux butyreux (TB%) de la race Montbéliarde et le THI.

Les équations de régression négatives obtenues sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, où les valeurs THI expliquent 55%de la diminution du taux butyreux chez les deux races (HO et MO). D'ailleurs, Du Preez *et al.*, (1990b) constatent que le stress thermique estival peut entraîner des réductions des quantités de matière grasse entre 20 à 40%.

Les données de taux butyreux (tableau 21), varient selon la période (P1, P2 et P3) de 3,82±0,22, 3,46±0,24et 3,19±0,25%, d'une moyenne totale de l'ordre 3,50±0,36%, respectivement pour la race Holstein.

En revanche, pour la race Montbéliarde, les données du taux butyreux varient selon la période (P1, P2 et P3) de 3,70±0,12, 3,56±0,13et 3,34±0,15%, d'une moyenne totale de l'ordre 3,54±0,21%.

Tableau N° 21 : Variation taux butyreux selon la période et le type génétique.

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Taux butyreux (TB%)	**P1**	Holstein	3,82	0,22	600
		Montbéliarde	3,70	0,12	520
		Moyenne	3,76	0,19	1120
	P2	Holstein	3,46	0,24	288
		Montbéliarde	3,56	0,13	224
		Moyenne	3,51	0,20	512
	P3	Holstein	3,19	0,25	576
		Montbéliarde	3,34	0,15	448
		Moyenne	3,26	0,22	1024
	Moyenne total	Holstein	3,50	0,36	1464
		Montbéliarde	3,54	0,21	1192
		Moyenne	3,52	0,31	2656

Ceci qui correspond à une diminution, par unité de THI, pour le TB % de-0,064%/THI) pour l'Holstein, soit -41,68%, et de -0,038% /THI pour la Montbéliarde, soit -26,76%.

Les travaux réalisés en Tunisie, par Bouraoui *et al.,* (2002) ; Rejeb, (2014) et Bellagi *et al.,* (2017), en périodes estivale, ont rapportés une diminution, par unité de THI, pour la matière grasse de lait de l'ordre de 0,34, 0,07 et 0,1g/kg/THI, respectivement.

En outre, Kadzere *et al.,* (2002), ont souligné qu'à partir de 35° C, le pourcentage de matières grasses du lait est réduit de 39,7%, d'où la baisse des matières grasses du lait suite à une exposition à la chaleur sont associées à la diminution d'ingestion des fourrages, ce qui va principalement augmenter le rapport acétate/propionate dans le rumen (Ominski *et al.,* 2002).

Les tableaux 22 et 23 rapportent la corrélation du taux butyreux (%) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde.

Tableau N° 22 : Corrélation de taux butyreux avec les paramètres étudiés de Holstein.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	FC	PL	TP%
Pearson Corrélation (n=1464)	-0,24**	-0,74**	0,73**	-0,59**	-0,71**	-0,71**	-0,72**	0,48**	0,63**
Covariance	-4,56	-2,36	0,43	-1,51	-0,17	-6,19	-1,77	0,62	0,05

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 23 : Corrélation de taux butyreux avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	FC	PL	TP%
Pearson Corrélation (n=1218)	-0,38**	-0,74**	0,75**	-0,56**	-0,70**	-0,71**	-0,74**	0,56**	0,80**
Covariance	-4,25	-1,37	0,25	-0,83	-0,09	-3,51	-1,06	0,36	0,02

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

On note une forte corrélation positive (P<0,01), qui caractérise la relation entre le TB% et l'ingestion de MS (HO r=0,73 et MO r=0,75), toutefois, on trouve une forte corrélation négative (P<0,01), entre le THI et TB%(r=-0,74). Ceci pourrait s'expliquer par l'effet cumulatif du stress thermique sur l'ingestion alimentaire, par les systèmes d'alimentation (nature des rations et fréquence de distribution) ou par le stade physiologique des animaux (Bellagi *et al.*, 2017), où, ce dernier, est corrélé négativement avec les jours en lactation (HO r=-0,24et MO r=-0,38)

II.1.3.8. Effet du stress thermique sur le taux protéique du lait :

le stress thermique affaiblit l'aptitude des glandes mammaires à la synthèse protéique en réduisant les teneurs en caséines du lait (Bernabucci *et al.*, 2002).

En effet, la figure 33 illustre les variations des moyennes marginales estimatives du taux protéique (TP%) chez les deux races (HO et MO) en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

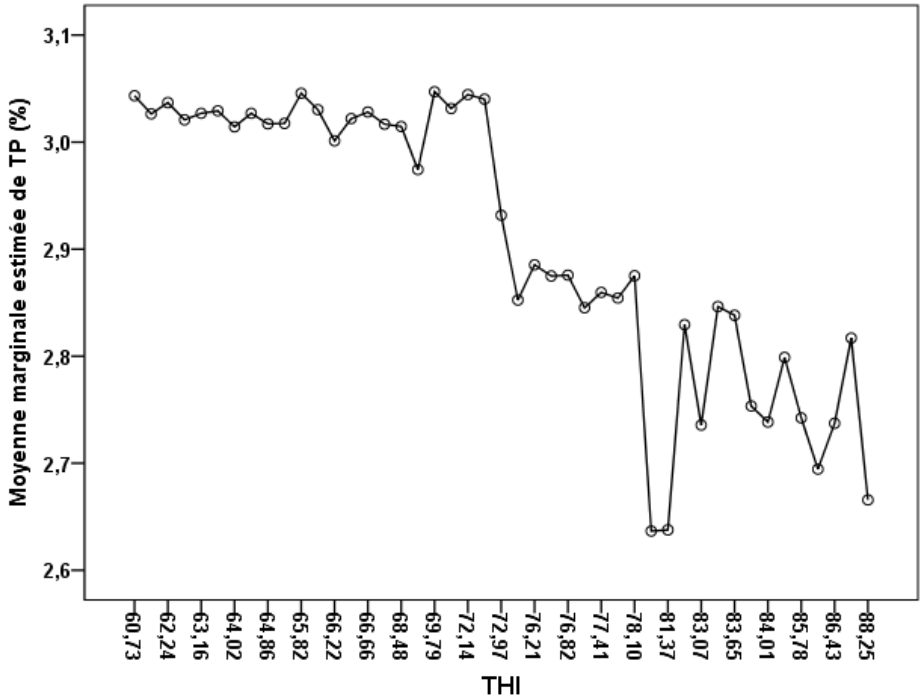

Figure N° 33 : Moyennes marginales estimatives du taux protéique de HO et MO.

Le taux protéique varie entre 3,59à 2,21% en fonction de THI de 60,73 à 88,25, d'une moyenne de 2,89±0,20%, avec une variance de 0,04. A cet effet, cette diminution de (TP%), concorde avec les résultats trouvés par Bouraoui *et al.,* (2002), où le taux protéique passe de 3,24 à 2,88 %.lorsque la valeur THI passe de 68 à 78.

La figure 34 illustre les différents niveaux moyens des valeurs de taux protéique (%), dont la médiane est de 3,04, 2,93 et 2,80%, en fonction des périodes de l'année (P01, P02 et P03), suivant les valeurs de THI moyennes 65,6±3,3, 76,3±3,9 et 82,9±3,7, respectivement. Chez les deux races (HO et MO)

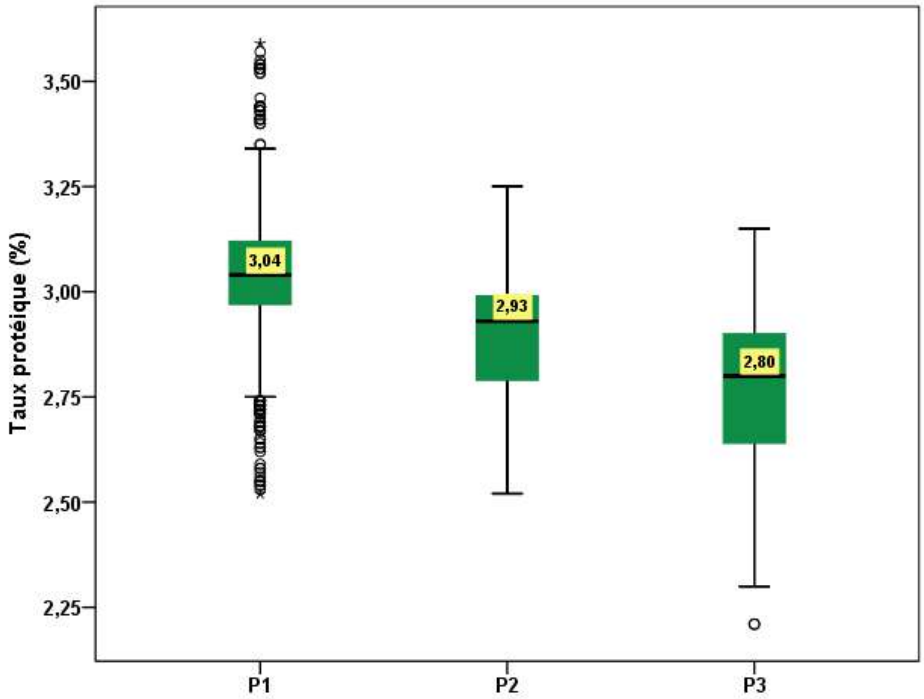

Figure N° 34 : Box plot de taux protéique dans les 03 périodes des 02 races.

Ces valeurs montrent que la variation saisonnière a conduit à une chute significative (P < 0,001) du taux protéique (%), entre P1 et P3 de l'ordre de -8,65 %. Par contre Mc Dowell *et al.,* (1976), ont signalé une baisse de l'ordre de -16,9 %. De même, Bernabucci *et al.,* (2002) ont aussi rapporté que le TP% pendant la saison estivale était diminué de 9,9 % par rapport au printemps.

La figure 35 illustre la différence des valeurs de taux protéique (%) entre les deux races HO et MO, dont la médiane est de 2,89 et 2,95%, en fonction des variations de valeurs de THI, durant l'expérimentation, respectivement.

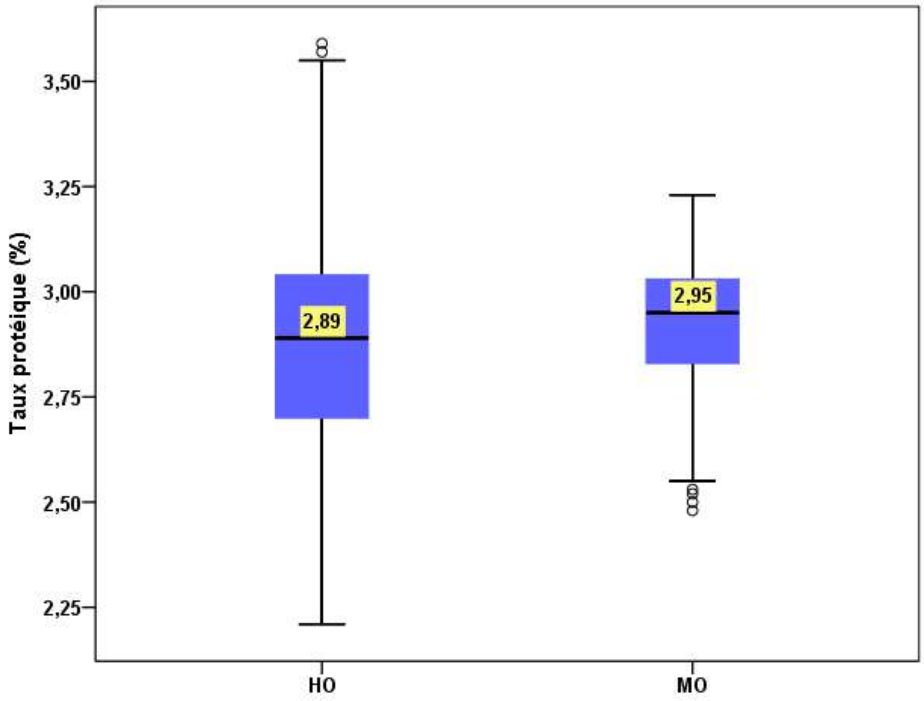

Figure N° 35 : Box plot de taux protéique de HO et MO durant l'expérimentation (P1, P2 et P3).

Il existe d'un effet significatif (P <0,001) de l'interaction (Période × Race) sur le taux protéique du lait. Néanmoins, Bellagi *et al.*, (2017), trouvent qu'il n y a pas d'interaction (THI × Race) sur la diminution de TP%, puisque lors de THI élevé, la baisse est identique chez les Holsteins et les Tarentaises.

On constate (figure 36) que la régression entre le taux protéique (TP%) des vaches Holstein et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1464, P< 0,0001, r=-0,55, R^2= 0,3 et l'équation de régression est TP% = 4,02 - 0,015THI).

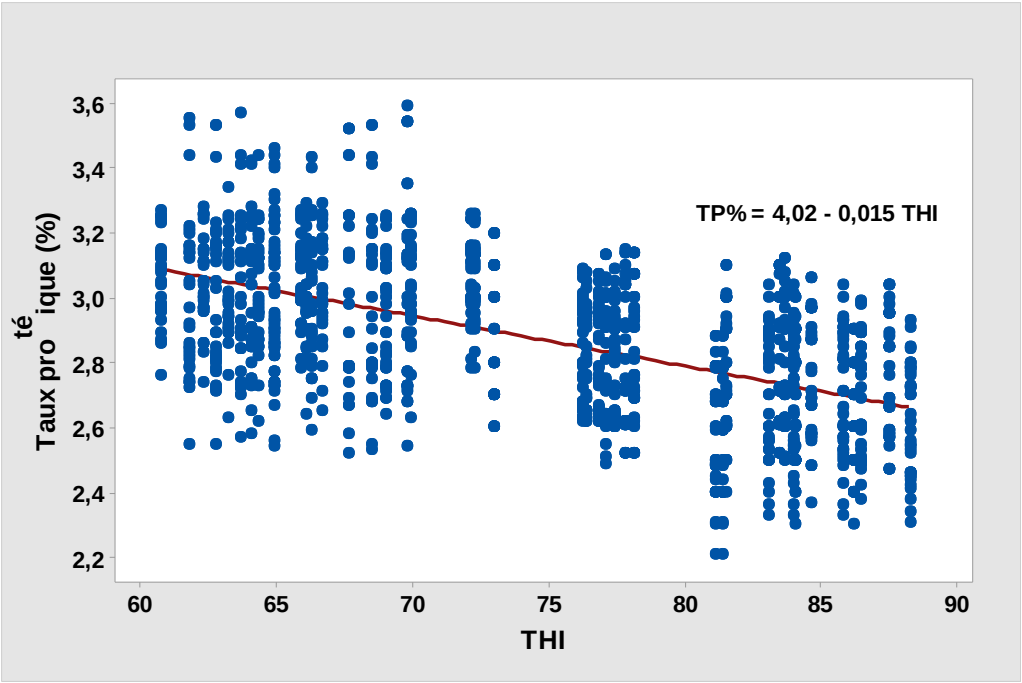

Figure N° 36 : Régression linéaire entre taux protéique (TP%) de la race Holstein et le THI.

On constate (figure 37) que la régression entre le taux protéique (TP%) des vaches Holstein et les valeurs de THI au cours des 03 périodes de suivi est de l'ordre de (n= 1218, P< 0,0001, r=-0,75, R^2= 0,57 et l'équation de régression est TP% = 3,78 - 0,01 THI)

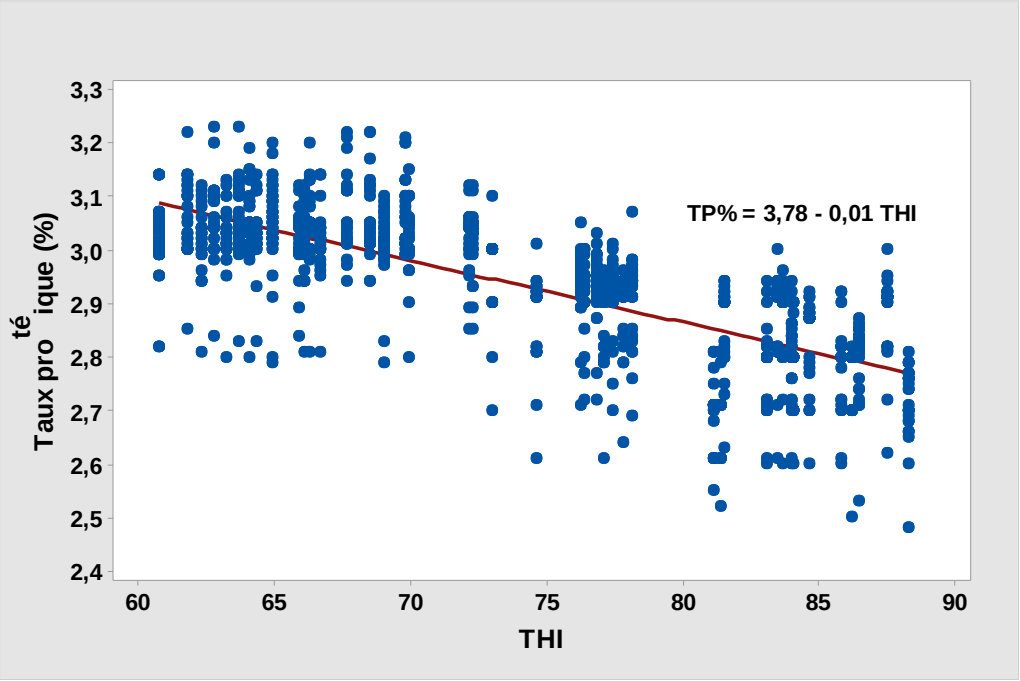

Figure N° 37 : Régression linéaire entre taux protéique (TP%) de la race Montbéliarde et le THI.

Les équations de régression négative obtenues sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, où les valeurs THI expliquent de (30 à 57%) de la diminution du taux protéique chez les deux races (HO et MO), respectivement. Mais, Du Preez *et al.*, (1990b) constatent qu' une baisse de l'ordre de 10 à 20% des quantités des protéines de lait, lors du stress thermique estival. Alors que, Brügemann *et al.*, (2012), ont montré que l'impact du THI sur le TP% du lait a été très faible (R^2 = 0,18). Cependant, Rhoads *et al.*, (2011) ont suggéré que le stress thermique n'a pas d'influence remarquable sur le taux protéique du lait, néanmoins il réduit le rendement total en protéines du lait à cause de la diminution de la production laitière.

Les données de taux protéique représentés dans le tableau 24, varient selon la période (P1, P2 et P3) de 3,02±0,20, 2,85±0,17 et 2,72±0,20 %, d'une moyenne totale de l'ordre 2,87±0,23%, respectivement pour la race Holstein.

En revanche, pour la race Montbéliarde, les données du taux protéique varient selon la période (P1, P2 et P3) de 3,03±0,06, 2,93±0,07et 2,80±0,09%, d'une moyenne totale de l'ordre 2,93±0,13%.

Tableau N° 24 : Variation taux protéique selon la période et le type génétique.

	Période	Le type génétique	Moyenne	Ecart-type	N
Taux protéique (TP%)	**P1**	Holstein	3,02	0,20	600
		Montbéliarde	3,03	0,06	520
		Moyenne	3,03	0,15	1120
	P2	Holstein	2,85	0,17	288
		Montbéliarde	2,93	0,07	224
		Moyenne	2,89	0,14	512
	P3	Holstein	2,72	0,20	576
		Montbéliarde	2,80	0,09	448
		Moyenne	2,76	0,17	1024
	Moyenne total	Holstein	2,87	0,23	1464
		Montbéliarde	2,93	0,13	1192
		Moyenne	2,89	0,20	2656

Ce qui correspond à une diminution par unité de THI pour le TP% de-0,050%/THI pour l'Holstein, soit -38,44%, et de -0,027% /THI pour la Montbéliarde, soit -23,21%. Bernabucci *et al.*, (2002) ont rapporté des TP pendant la saison estivale inférieurs de 9,9 % par rapport au printemps (30,1 et 33,1 g/kg, respectivement). Cette réduction dans des conditions de stress thermique étant principalement liée à la diminution de la caséine du lait. De plus, Bellagi *et al.*, (2017), ont signalé une baisse significative de protéines du lait en réponse à des THI élevés de (-1,40 g/kg entre l'hiver et l'été), soit une régression de -0,06 g/kg /THI.

Les tableaux 25 et 26 représentent la corrélation du taux protéique (%) avec les autres paramètres étudiés de Holstein et Montbéliarde, respectivement.

Tableau N° 25 : Corrélation de taux protéique avec les paramètres étudiés de Holstein.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	FC	PL	TB%
Pearson Corrélation (n=1464)	-0,21**	-0,55**	0,54**	-0,42**	-0,53**	-0,53**	-0,53**	0,36**	0,63**
Covariance	-2,56	-1,14	0,20	-0,70	-0,08	-2,97	-0,85	0,29	0,05

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

Tableau N° 26 : Corrélation de taux protéique avec les paramètres étudiés de Montbéliarde.

	JL	THI	MSI	Eau bue	TR	FR	FC	PL	TB%
Pearson Corrélation (n=1218)	-0,46**	-0,75**	0,77**	-0,54**	-0,73**	-0,73**	-0,76**	0,64**	0,80**
Covariance	-3,20	-0,86	0,15	-0,49	-0,05	-2,22	-0,66	0,25	0,02

***. La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

On note une forte corrélation positive (P<0,01), qui caractérise la relation entre le TP% et l'ingestion de MS (HO r=0,54 et MO r=0,77), ce qui est expliqué par Hammami *et al.,* (2013), qui suggèrent que la réduction du TP dans des conditions de stress thermique est probablement due à la diminution de la MSI, ce qui conduit incontestablement à des apports énergétiques moindres. De même, la teneur du lait en matière protéique, chutent pendant les 05 premières semaines, après le vêlage, puis augmentent progressivement (Kume *et al.,* 1990). Où, ce dernier, est corrélé négativement avec le stade de lactation (HO r=-0,21et MO r=-0,46)

II.1.4. Conclusion

D'une façon générale, le stress thermique que subissent les vaches laitières dans les régions sahariennes (spécialement durant la saison estivale où les THI sont supérieurs à 80 dans la majorité de temps avec un prolongement qui peut arriver à 4 mois de l'année), agit négativement sur les performances laitières et les paramètres physiologiques. Les vaches Montbéliardes sont moins influencées par la chaleur que les Holsteins, en matière de chute de production du lait et sa composition, malgré la supériorité de la Holstein en termes de quantités produites.

Les réponses physiologiques adoptées par les vaches laitières, pendant l'hyperthermie, révèlent une thermo-tolérance des Montbéliardes par rapport aux Holsteins, par des fréquences respiratoires et cardiaques élevées nécessaires pour la thermolyse (thermorégulation).

Il en ressort que la race Montbéliarde a des aptitudes d'acclimatation aux conditions climatiques sahariennes meilleures que la Holstein. Enfin, pour atténuer l'effet des contraintes climatiques dans les régions sahariennes, sur les bovins laitiers, il faut adopter des stratégies d'adaptation qui doivent toucher la maîtrise de l'environnement thermique des bovins laitiers, la conduite de ces troupeaux, et l'amélioration génétique par la sélection sur la thermorésistante et le croisement entres races laitières. Ces mesures semblent indispensables pour l'élevage de bovins laitiers forts producteurs dans cette zone au climat éprouvant.

DISPOSITIF N° 02 : EFFET DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES SUR LE RENDEMENT LAITIER DES HOLSTEINS NATIVES EN REGIONS SAHARIENNES

Ce dispositif N° 02 du chapitre II, vise à étudier l'effet combiné des conditions environnementales et les pratiques d'élevage sur la production laitière journalière et le rendement laitier globale des lactations des « Holsteins natives », dans la région de Ghardaïa, suivant des différents stades physiologiques et de parités, et aussi selon les périodes de stress thermique.

II.2.1. Introduction :

Ces dernières années, la recherche sur les bovins laitiers s'est concentrée sur la sélection des caractères de production laitière obtenus par une augmentation de l'ingestion, entraînant une augmentation de la production de chaleur métabolique et une plus grande vulnérabilité au stress thermique (Kadzere *et al.,* 2002). Par conséquent, la production animale est devenue plus efficace (Blasco, 2012).

En particulier, notre compréhension des mécanismes par lesquels le stress environnemental réduit la productivité des animaux domestiques s'est grandement améliorée au cours du dernier siècle (Collier *et al.,* 2017).

De toute façon, la Holstein est considéré comme la race la plus introduite que les autres races laitières suite à la création d'industries laitières dans les pays tropicaux et subtropicaux, puisque cette race est la plus productive au monde (Abubakar *et al.,* 1986 ; Heins *et al.,* 2012). En effet, les vaches hautes productrices ont des dépenses caloriques plus élevées résultant des processus de métabolisme, tels que la synthèse des tissus corporels (entretien), la lactogénèse et la sécrétion de lait (Kadzere *et al.,* 2002 ; Collier *et al.,* 2011). D'ailleurs, la sélection intensive pour des productions laitières élevées, sans mettre en considération des caractéristiques relatives à la thermo-résistance, constitue la cause principale de la sensibilité élevée des vaches Holstein aux fortes chaleurs (Bernabucci *et al.,* 2010 ; Hammami *et al.,* 2013). De plus, le manque de conditionnement préalable (acclimatation) pour les changements brusques des conditions météorologiques entraînent souvent des pertes catastrophiques dans le secteur d'élevage laitier (Thornton *et al.,* 2009). A cet effet, l'acclimatation est définie comme la réponse phénotypique coordonnée développée par l'animal à un facteur de stress spécifique dans l'environnement (Fregley, 1996).

Tout d'abord, la quantification des effets environnementaux directs sur la production de lait est difficile, car la production laitière est également fortement affectée par d'autres facteurs non environnementaux tels que la nutrition et la conduite d'élevage (Fuquay, 1981).Toutefois, le temps nécessaire à la vache pour atteindre le rendement maximal, et la forme de la courbe de lactation, sont déterminés par de nombreux facteurs, tels que la race, la nutrition, les principes d'utilisation pour la reproduction, la saison de vêlage, le système d'élevage, les prédispositions génétiques des animaux individuels, les maladies des glandes mammaires, la fréquence de la traite et la durée de la période sèche précédente (Bouallegue *et al.,* 2014 ; Heins *et al.,* 2012 ; MohdNor *et al.,* 2013 ; Sawa *et al.,* 2015).

Néanmoins, les bovins des tropiques ont, en moyenne, des rendements laitiers inférieurs et des lactations plus courtes que les bovins laitiers des pays tempérés. La différence est causée par des facteurs génétiques et non génétiques (Rege, 1998). Puisque l'interaction du génotype et l'environnement joue un rôle important dans l'expression de la valeur génétique complète des bovins laitiers (Ravagnolo et Misztal 2002 ; Scholtz *et al.,* 2010), ce qui nécessite la détermination des facteurs non génétiques pour une gestion efficace et pour une estimation précise des valeurs génétiques (Nyamushamba *et al.,* 2013).

Le stress thermique estival affecte les performances des ruminants (en particulier les bovins laitiers) dans la plupart des régions du monde. La gravité des problèmes de stress thermique deviendra de plus en plus un problème à l'avenir avec le réchauffement de la planète, et la sélection génétique pour le rendement laitier continue (Aggarwal et Upadhyay, 2013).

Pour toutes ces raisons, la température, l'humidité relative élevée, la vitesse du vent, et le rayonnement solaire sont des conditions affectant l'expression du potentiel génétique des animaux et compromettent leur bien-être (Kadzere *et al.,* 2002 ; Collier *et al.,* 2017).

De ce fait, l'indice-température-humidité (T.H.I) constitue un facteur standard pour la classification des ambiances thermiques dans de nombreuses expérimentations animales, et dans le but de mieux gérer les systèmes d'élevages pendant la saison estivale (Hahn *et al.,* 2003). De plus, il a été largement utilisé comme indicateur de stress thermique (Hammami *et al.,* 2013), car il a montré qu'il permettait de prédire les pertes de lait (Bohmanova *et al.,* 2007 ; Dikmen et Hansen, 2009), qu'il est corrélé avec les performances de production (Silva *et al.,* 2007) et qu'il réduit les performances globales (West, 2003).Ce qui entraîne des pertes économiques considérables pour les producteurs laitiers, en particulier dans les pays tropicaux (Patel *et al.,* 2017)

Les vaches laitières hautes productrices, ont un taux métabolique plus élevé que la plupart des autres ruminants domestiques, conjugué à un mauvais mécanisme de rétention d'eau dans le corps (Silanikove 2000). Et de ce fait, cette augmentation de production laitière, entraine une élévation de la production de chaleur métabolique, qui accentue le problème du stress thermique dû au climat (Hansen 2007). Ceci peut réduire la tolérance des vaches laitières à des températures ambiantes élevées (Chebel *et al.,* 2004). La température critique supérieure chez les vaches en lactation se situe entre 25 et 26 ° C (West, 2003). En outre, selon Aharoni *et al.,* (2002) et Mader *et al.,* (2006), ces températures critiques varient en fonction de plusieurs facteurs, notamment le degré d'acclimatation, le niveau de production, le stade de lactation, et les facteurs d'ambiance au sein des bâtiments d'élevage des animaux.

La région d'étude, est caractérisé par un stress thermique chronique, où le rayonnement solaire intense et l'élévation de la température ambiante s'étend sur une période prolongée, qui peut arriver jusqu'à 07 mois (du mois d'Avril à Octobre) (Ouarfli et Chehma, 2014). Elle est similaire à celle rapporté par Mellado *et al.,* (2011) au Mexique .

Cette étude a été réalisée sur un cheptel de bovin laitier, composé en totalité de vaches laitières de race Holstein (pure), nés localement dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional algérien), dont le but d'estimer la réponse phénotypique (les potentialités laitières) des vaches laitières natives dans les conditions sahariennes et tous les paramètres en relation avec la production de lait tel que (nutrition, environnement, parité, stade physiologique, fréquence de traite etc…), d'un côté et d'un autre, et d'avoir une idée sur les performances zootechniques réels de la race Holstein aux conditions sahariennes.

II.2.2. Matériels et méthodes :

II.2.2.1. Présentation de l'exploitation:

La présente étude a été faite au niveau d'une exploitation privée d'élevage bovin laitier dans la région de Guerrara (Sahara septentrional algérien), qui est située à 32°41'06.7"de latitude Nord et 4°44'10.8"de longitude Est. Cette exploitation du groupement agricole « Kherfi Ikhwan » qui dispose d'une superficie agricole totale (SAT) d'environ 1900 ha, dont la superficie agricole irriguée (SAU) est de 500 ha, où 60% de cette dernière est consacrée pour la production céréalière et des fourrages, soit 300 ha (sous-pivots).

II.2.2.2. Matériel animal :

Le cheptel bovin est en totalité de race Holstein, dont les vaches laitières sont nés localement (à la ferme), où les premiers noyaux sont importés de la Hollande au début des années 1990. De même, l'exploitation dispose une pépinière, pour l'élevage des génisses (sélection sur les ascendances) des meilleurs laitières, et de semences des taureaux exogènes, notamment « Canada » (au début) et celles parvenus du C.N.I.AG de BABAALI (Alger) ces dernières années et parfois par des géniteurs nés localement (sélectionnés sur leurs mères les plus productives).

II.2.2.3. Bâtiments d'élevage :

Conduit en intensif, avec une stabulation de type libre, les vaches sont séparées par des enclos selon leurs stades physiologiques (vaches en lactation, en tarissement).

Chaque enclos avec litière en sable fin, et d'une surface de 6000 m^2, équipé par des cornadis, et comporte une large auge en béton et un bassin collectif pour l'abreuvement, remplis automatiquement en permanence. La zone ombragée est de 600 m^2, soit 15 m^2/tête avec des toits métalliques, puisque selon Armstrong (1994), les tôles ondulées représentent le moyen le plus utilisé pour offrir de l'ombre aux animaux d'élevage, du fait de leur coût modéré, de leur résistance et du faible travail d'entretien.

De même, pendant la période estivale, et surtout lors des vents de Sirocco, l'éleveur pratique des douches pour les vaches laitières l'après-midi, par un réseau d'eau installé au-dessus de la toiture, dont le principe du douchage consiste à asperger les vaches d'une fine brumisation ; ainsi l'évaporation de l'eau

répandue assurera le refroidissement des animaux (Armstrong, 1994). Cette ferme dispose aussi, d'une grande salle de traite collective automatique, avec un système de ventilation dynamique, qui peut aider l'animal à la thermolyse de sa température interne. La fréquence de traite est de 2 à 3 fois par jour.

II.2.2.4. Conduite alimentaire :

Cette exploitation pratique deux modes de conservation de fourrage par voie humide (ensilage) et par voie sèche (fanage), elle possède 06 silos souterrains pour la conservation d'ensilage, alors que les foins et les aliments concentrés sont stockés dans des grandes granges. En plus, l'affouragement en vert est pratiqué par des fauchages transportés par des tracteurs et parfois les vaches sont déplacées directement sur la parcelle des fourrages, afin de la pâturer.

Le tableau 01 représente le calendrier fourrager au niveau du site d'étude.

Tableau N° 01 : Calendrier de disponibilité alimentaire au niveau de l'exploitation d'étude.

	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOT	SEP
Luzerne en vert												
Sorgho en vert												
Orge en vert												
Ensilage de maïs												
Foin d'avoine												
Grain de blé aplati												
Son gros de blé												
Grain de maïs												
Rebut de datte												
Tourteaux de soja												

Le calendrier fourrager représente les types d'aliments (grossiers et concentrés) distribués selon les différentes périodes de l'année (saisons).

Le tableau 01 rapporte les différents types d'aliments distribués mensuellement aux vaches laitières de l'exploitation d'étude, où, on remarque une disponibilité du foin durant toute l'année. Ces derniers ont des valeurs variables en UFL. Ils varient en fonction du stade et des conditions de récolte, ils fournissent un fourrage grossier de haute qualité pour le troupeau laitier s'il est récolte tôt «moins de 10% en fleurs» et entreposé correctement (Weeler, 1998). Encore, l'ensilage de maïs, où sa valeur alimentaire dépend en premier lieu à celle du fourrage vert de départ puis du mode d'ensilage. (Jarrige, 1988).

Pour l'usage des aliments concentré, on distingue le maïs en grain, qui est le moins coûteux mais aussi le plus énergétique, suivi de l'orge puis de l'avoine (Wheeler, 1998), alors que, ces graines de céréales sont pauvres en matière azoté (10 à15% de la MS). Par contre, ils présentent une valeur énergétique élevée (0,90 à 1,30 UFL/Kg de M.S) (Gadoud, 1992). En outre, Les tourteaux des graines oléagineux, qui sont considérés, essentiellement, comme aliments protéiques, outre l'apport azoté, fournissent également de l'énergie (Rivière, 1991).

En plus, les rebuts de dattes (ou écarts de tri de dattes) constituent un sous-produit valorisé en alimentation du bétail, qui est, depuis longtemps, pratiqué par les éleveurs locaux d'une façon traditionnelle. De même, il se caractérise par sa richesse en sucres cytoplasmiques facilement fermentescibles et leur pauvreté en fraction indigestible représenté par la lignine (Chehma et Longo, 2001).

Donc, d'après Munyan, (2001), la distribution de plusieurs petits repas de concentré, contribue à l'augmentation de la consommation volontaire de MS, ce qui permet de réduire les troubles métaboliques et d'améliorer les performances.

A partir de ce calendrier fourrager, il ressort des rations journalières, en fonction de variation saisonnière (tableaux 02, 03 et 04).

Tableau N° 02 : Ration alimentaire journalière des vaches laitières de la période de (décembre à février).

Aliment	Part de ration total(%)	Quantité ingérée MS Kg/VL/j	Apport nutritif /VL/J			
			UFL	PDI (g)	Ca abs (g)	P abs (g)
Foin d'avoine	12,5	3	1,56	75	10,5	3
Ensilage de maïs	25	6	5,1	306	21	15
Son gros de blé	10,41	2,5	2	232,5	3,5	24,25
Graın de blé aplatı	14,58	3,5	3,57	241,5	2,45	11,9
Maïs grain	18,75	4,5	4,77	288	1,8	11,7
Rebut de datte	6,25	1,5	1,27	42,6	1,5	1,5
Tourteau de soja 48	12,5	3	3,15	948	10,2	18,6
Total	100	24	21,42	2133,6	50,95	85,95

Rapport PDI/UFL: 99,58g/UFL, Densité énergetique: 0,89UFL/kg, Concentré/grossier ratio: 60/40%, %MS de ration: 63,67% UEL_{total}: 10,05, autonomie alimentaire : 58,33%

Tableau N° 03 : Ration alimentaire journalière des vaches laitières de la période de (février à avril).

Aliment	Part de ration total(%)	Quantité ingérée MS Kg/VL/j	Apport nutritif /VL/J			
			UFL	PDI (g)	Ca abs (g)	P abs (g)
Foin d'avoine	16,67	4	2,08	192	14	4
Orge en vert	23,33	5,6	3,97	420	21,28	15,12
Son gros de blé	10,41	2,5	2	187,5	3,5	24,25
Graın de blé aplatı	14,58	3,5	3,57	304,5	2,45	11,9
Maïs grain	16,67	4	4,24	336	1,6	10,4
Rebut de datte	5,83	1,4	1,19	39,76	1,4	1,4
Tourteau de soja 48	12,5	3	3,15	666	10,2	18,6
Total	100	24	20,21	2145,76	54,43	85,67

Rapport PDI/UFL: 106,19g/UFL, Densité énergetique: 0,84UFL/kg, ,
Concentré/grossier ratio: 62,5/37,5%, %MS de ration: 53,59% UEL_{total}: 10,05,Autonomie alimentaire : 60,41%

Tableau N° 04 : Ration alimentaire journalière des vaches laitières de la période de (mai à novembre).

Aliment	Part de ration total(%)	Quantité ingérée MS Kg/VL/j	Apport nutritif /VL/J			
			UFL	PDI (g)	Ca abs (g)	P abs (g)
Sorgho en vert	21,36	5	3,4	330	16,5	17
Luzerne en vert	18,80	4,4	3,21	365,2	70,84	11,88
Son gros de blé	10,68	2,5	2	187,5	3,5	24,25
Graın de blé aplatı	12,82	3	3,06	261	2,1	10,2
Maïs grain	17,09	4	4,24	336	1,6	10,4
Rebut de datte	6,41	1,5	1,275	42,6	1,5	1,5
Tourteau de soja 48	12,82	3	3,15	666	10,2	18,6
Total	100	23,4	20,33	2188,3	106,24	93,83

Rapport PDI/UFL: 107,6 g/UFL, Densité énergetique: 0,86UFL/kg,
Concentré/grossier ratio: 59,83/40,17%, %MS de ration: 38,84% UEL_{total}: 10,1,Autonomie alimentaire : 42,39%

D'une façon générale, la production de lait dépend à la fois de la capacité de synthèse de la mamelle d'une part, et de la disponibilité en nutriments d'autre part. Par conséquent, la synthèse du lait est fortement conditionnée par la quantité de nutriments disponibles, liée aux quantités ingérées et à la composition de la ration (Faverdin *et al.,* 2007).

A cet effet, les quantités de MSI sont en moyenne de 23,8kg, d'une densité énergétique de 0,86UFL/kg, dont le ratio (concentré/grossier) est de 60,77%/39,23%, avec un taux moyen de MS de la ration de 52,03%. Wheeler, (1996) a noté que la teneur de la ration totale en MS devrait se situer entre

50 et 75 %, puisque, la consommation de MS est limitée par des rations trop humides ou trop sèches. En outre un rapport moyen PDIE/UFL de l'ordre de 104,45 g/UFL, permet de juger de l'équilibre des nutriments, acides aminés et énergie mis à la disposition de la vache après digestion lorsque l'équilibre nutritionnel des microbes est satisfaisant (Faverdin *et al.,* 2003).

L'autonomie fourragère est assurée dans cette exploitation à 100%, dont la charge animale en UGB vaches par ha est assez faible, de l'ordre de 1,02 UGB/ha. Par contre, l'autonomie alimentaire exprimée en pourcentage de quantité d'aliment ingérée en MS, est en moyenne de 53,71% produite au sein de l'exploitation. L'autonomie alimentaire est une stratégie qui permet à l'éleveur de mieux maîtriser ses coûts de production, en limitant ses achats d'aliments à l'extérieur et de garantir la qualité et / ou l'origine des produits issus de son élevage (Blanc *et al.,* 2004).

D'un autre côté, l'autonomie alimentaire rencontrée dans cette exploitation reste encore hors normes, parce que dans les élevages laitiers performants, en France notamment, le degré d'autonomie descend rarement en dessous de 90 % (Paccard *et al.,*2003 ; Rubin *et al.,*2004).

II.2.2.5. Calcul d'index- température-humidité (THI) :

Dans le but d'étudier l'impact du stress thermique sur les potentialités laitières des vaches laitières Holstein, on a utilisé les données météorologiques (température ambiante et l'humidité relative de l'air) sur une période de 12 ans (2005-2016) dans le site d'étude à partir de la station météorologique de la région (ONM Ghardaïa)

Dans le but de calculer l'Index de Température-Humidité « THI », on a utilisé la formule, décrite par Mader *et al.,* (2006): $THI = (0,8 \times T°) + [(\%RH / 100) \times (T° - 14,4)] + 46,4$.

Dont : T° : température ambiante, HR: humidité relative de l'aire.

Ravagnolo *et al.,* (2000), ont suggéré d'associer les enregistrements des jours d'essai aux mesures météorologiques des stations météorologiques publiques, d'une part et d'une autre, il peut être difficile de quantifier le stress dû à la chaleur à la ferme. L'obtention de l'indice THI à partir d'une station météorologique peut ne pas représenter avec précision le microclimat dans l'environnement de logement de la vache, car l'indice THI peut être plus élevé au niveau de l'étable que l'indice au niveau de la station (Scanavez *et al.,* 2016).

II.2.2.6. Données zootechniques :

Des données relatives à 18178 contrôles laitiers, effectués sur 187 vaches Holstein nées localement entre 2000 et 2014 et ayant vêlé entre 2002 et 2016 dans l'exploitation d'étude, sur une période de 12 ans (janvier 2005 à décembre 2016) où les données sont fournies par le gérant de l'exploitation (Médecin vétérinaire).

Pour ce faire, on a utilisé, un fichier de contrôle laitier qui renferme, pour chaque vache, le numéro d'identification de la vache, la date de naissance, le numéro de la mère et le numéro du père, le numéro de lactation, la date de vêlage (jour, mois et année), la quantité de lait (le jour du contrôle), l'apparitions des maladies et le type de traitement.

- Les données de THI ont été liées avec les données de production laitière, en accordant chaque contrôle laitier avec les enregistrements météorologiques, le jour de control.

Pour faciliter le traitement statistiques des données finales obtenus lors des calculs, on a procédé à divisé ces données en catégories (classes). La classification des enregistrements de lactation par saison de vêlage, âge au vêlage et le niveau de production du troupeau sont également nécessaires pour faciliter l'ajustement des enregistrements de ces facteurs dans les courbes de lactation standard et les facteurs de projection (Olori et Galesloot, 1999).

- Les valeurs de THI : sont répartis en 04 classes, suivant la classification de Silanikove, (2000). Qui a évalué l'intensité du stress thermique, comme suit : absence de stress, stress moyen, modéré et sévère, qui corresponds avec les valeurs suivant : THI<72, 72≤THI<78, 78≤THI<84 et THI≥84, respectivement.
- Le stade de lactation : est divisé en 04 classes : début de lactation (<120j), milieu (120-179j), fin (180-305j) et lactations prolongées (>305j).
- La production laitière journalière : est divisé en 05 classes : <15kg, [15-20],[20-25],[25-30], et >30kg.
- Le rendement laitier/lactation : est divisé en 05 classes :<5000kg, [5000-6000],[6000-7000],[7000-8000], et >8000kg.
- La durée de lactation : est divisé en 04 classes : <305j, [305-400],[400-500],et >500j.
- La parité des vaches laitières a été répartie selon le rang de lactation de la première jusqu'à la huitième.

II.2.2.7. Analyse statistique :

Les données obtenus subissent un traitement et analyse statistique à l'aide de logiciel« SPSS version 21 ». Plusieurs méthodes ont été utilisées dans l'analyse des données et des statistiques descriptives dans le but de résumer quantitativement les informations recueillies lors d'étude. Selon les variables quantitatives et qualitatives, ce sont respectivement des moyennes, écart-types, valeurs min/max et des fréquences avec les pourcentages associés.

De plus, le test de comparaison de moyennes a été utilisé pour comparer les différences de moyennes observées pour une variable quantitative ou qualitative, de même, le test de « Levens » sur l'égalité des écarts d'erreur. En outre, la corrélation de « Spearman » a été calculée pour déterminer le degré de la liaison entre les différents variables étudiés.

L'analyse de la variance (ANOVA) par la procédure GLM « Modèle Linéaire Général » avec les moyennes marginales estimées de facteur dépendant, avec une différence de P<0,05 a été considérée statistiquement significative.

L'analyse de la régression entre les valeurs de THI et la production laitière journalière à l'aide de logiciel « Minitab18.0 ».

II.2.3. Résultats et discussion :

Le paramètre THI (l'indice Température Humidité) est utilisé pour déterminer l'existence d'un stress thermique (Ravagnolo et Misztal, 2000). A cet effet, l'analyse des données météorologiques (Figure 01) montre que le bovin laitier élevé dans la région d'étude est exposée à un stress thermique durant la période allant du mois d'Avril, au mois d'octobre, où les valeurs de THI qui dépassent la valeur de 72 (le seuil critique). West, (2003) a démontré que le stress thermique a des effets négatifs sur les bovins quand le THI dépasse 72.

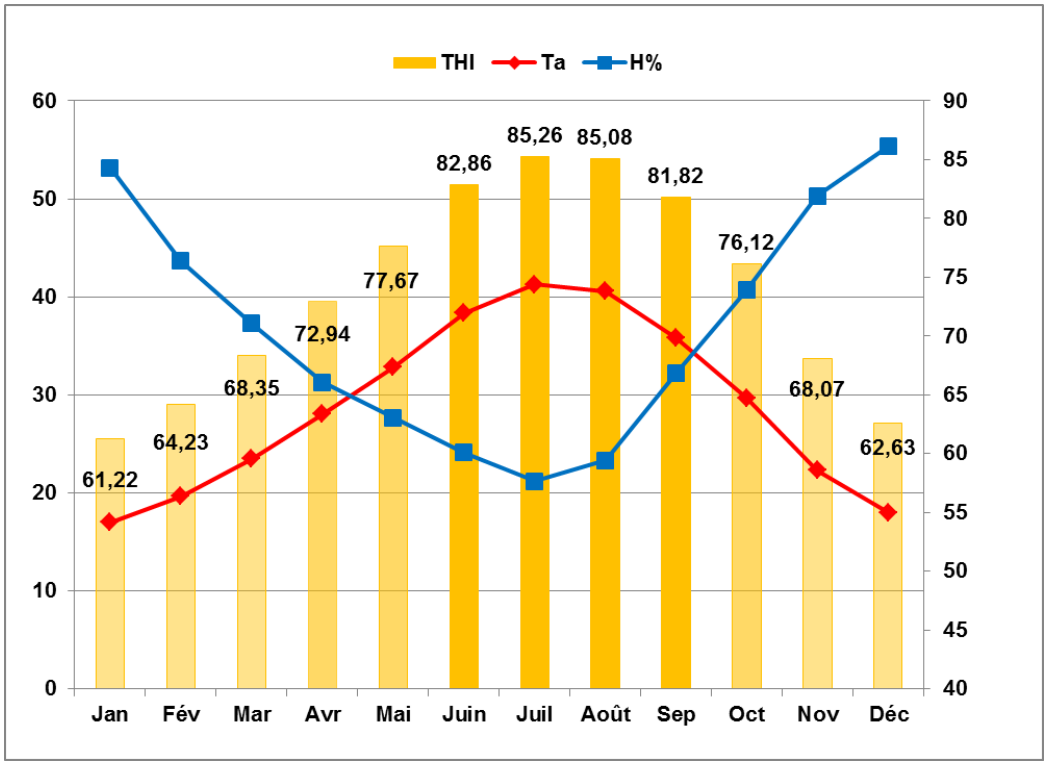

Figure N° 01 : Répartition mensuelle des valeurs de Ta, HR% et THI durant la période d'étude (2005-2016).

A partir les données de THI illustrés dans la figure 01, et en s'appuyant sur le classement proposé par (Armonstrong, 1994), on peut classer les périodes de stress thermique de la région d'étude comme suit :

- Un stress thermique moyen à modéré, pendant les mois d'avril, mai et octobre avec des valeurs THI respectifs de 72,94, 77,67, et 76,12.

- Un stress thermique sévère pendant les mois de juin, juillet, août et septembre, où les valeurs de THI sont de 82,86, 85,26, 85,05 et 81,82, respectivement.
- Par contre, la période qui n'a pas enregistré de stress thermique concerne les mois de ; novembre, décembre, janvier, février et mars avec des valeurs de THI de 68,07, 62,63, 61,22, 64,23 et 68,35, respectivement.

En effet, les conditions climatiques rudes dans les régions sahariennes, se traduisent par un stress thermique essentiellement modéré à sévère qui affecte négativement les performances zootechniques des vaches laitières de type génétique exogène.

La figure 02 illustre la distribution des périodes de naissance des vaches laitières suivant les périodes de stress thermique (absence, moyen, modéré et sévère).

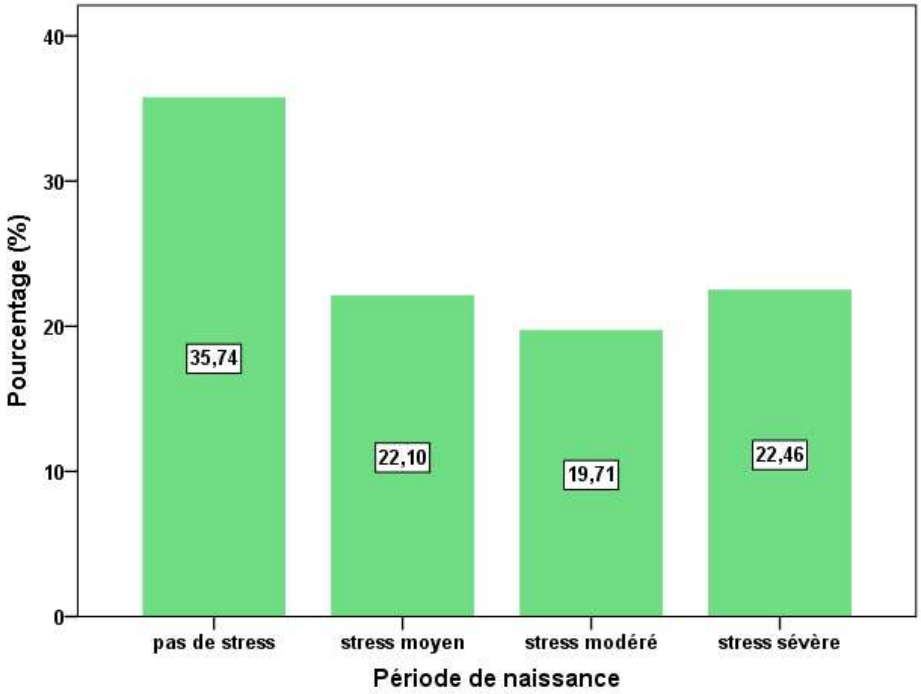

Figure N° 02 : Répartition des périodes de naissance des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de stress.

Les naissances se sont étalés au cours de l'année avec un pourcentage moyen de 35,74%, en période « pas de stress » où l'absence total du stress thermique (période hivernale et au début du printemps). En revanche, on trouve que, 22,10%, 19,71 et 22,46% des vêlages en périodes d'un stress thermique moyen, modéré et sévère, respectivement.

Van Eetvelde *et al.*, (2017) rapportent que la saison des naissances a un effet significatif sur la production laitière, car, les génisses nées en hiver produisent moins que les génisses nées dans toute autre saison.

La figure 03 illustre la distribution des périodes des vêlages des vaches laitières suivant les périodes de stress thermique (absence, moyen, modéré et sévère).

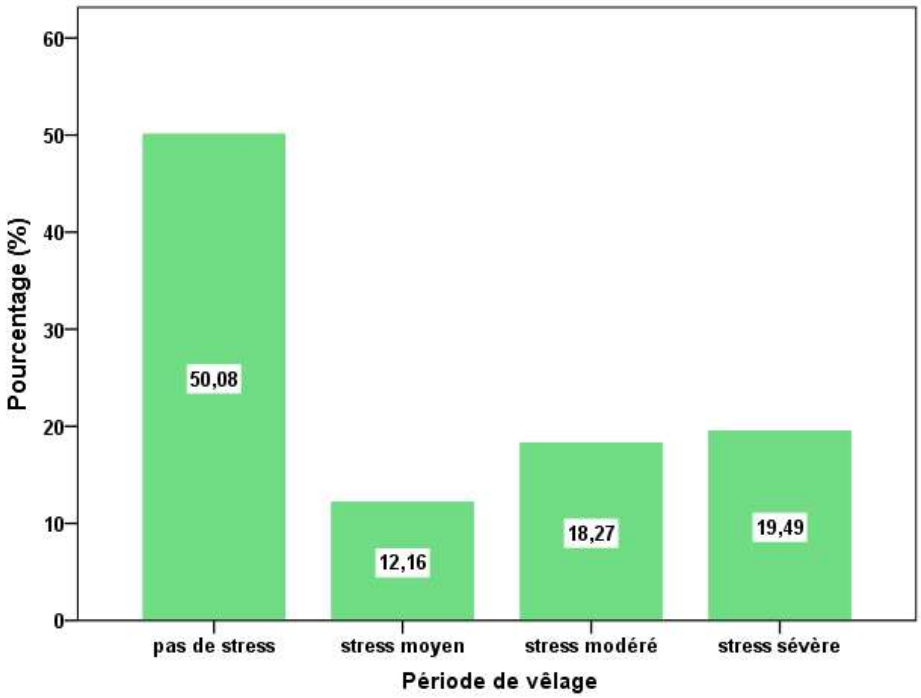

Figure N° 03 : Répartition des périodes des vêlages des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de stress.

Les vêlages se sont étalés au cours de l'année avec une concentration notable (50%), en période « pas de stress » où l'absence total du stress thermique (période hivernale et au début du printemps). En revanche, on trouve que, 27,48% et 19,49% des vêlages en périodes de un stress thermique (moyen à modéré) et sévère, respectivement.

Barash *et al.*, (1996), indiquent que la saison de vêlage peut influencer la production laitière. Par exemple, le vêlage en été a produit moins de lait en début de lactation dans un climat méditerranéen que les vaches qui vêlaient en hiver.

La figure 04 illustre la distribution des rangs de lactation des vaches laitières, de la première jusqu'à la huitième lactation.

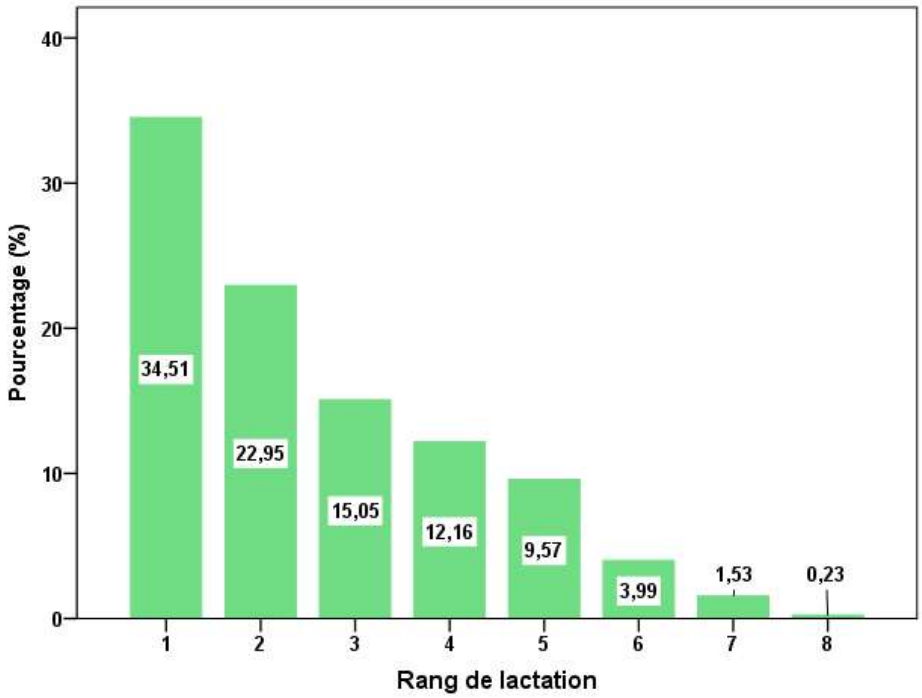

Figure N° 04 : Répartition des rangs de lactation des vaches laitières Holstein durant la période d'étude.

Les premières lactations constituent 34,5% de l'ensemble, les deuxièmes, 22,95% alors que les lactations d'ordre 3 et plus représentent 27,48%.

La figure 05 illustre la distribution des stades de lactation (début, milieu et fin, plus les lactations prolongées) des vaches laitières.

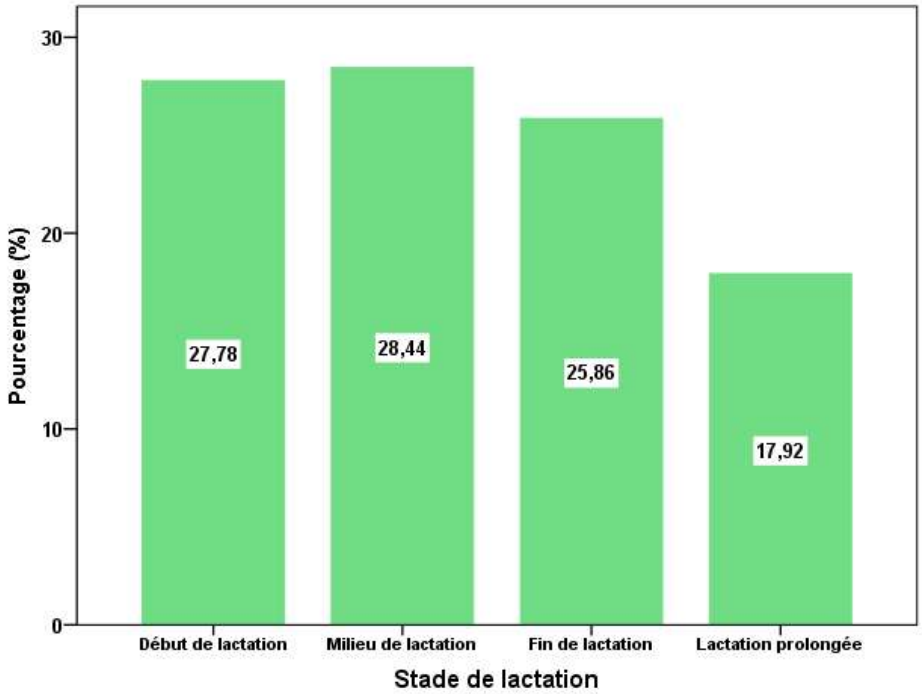

Figure N° 05 : Répartition des stades de lactation des vaches laitières Holstein durant la période d'étude.

Selon Capuco *et al.*, (2001), la production laitière est faible au cours des premier jours de lactation et maximale durant les 2ème et 3ème mois de lactation. Elle diminue ensuite jusqu'à la fin de la lactation. De plus, les 60 premiers jours sont les plus critiques pour gérer le stress thermique afin de minimiser les effets sur la production laitière (Sharma *et al.*, 1988).

La figure 06 illustre la distribution de la production laitière moyenne journalière des vaches laitières, de la catégorie (<15kg) à (>30 kg).

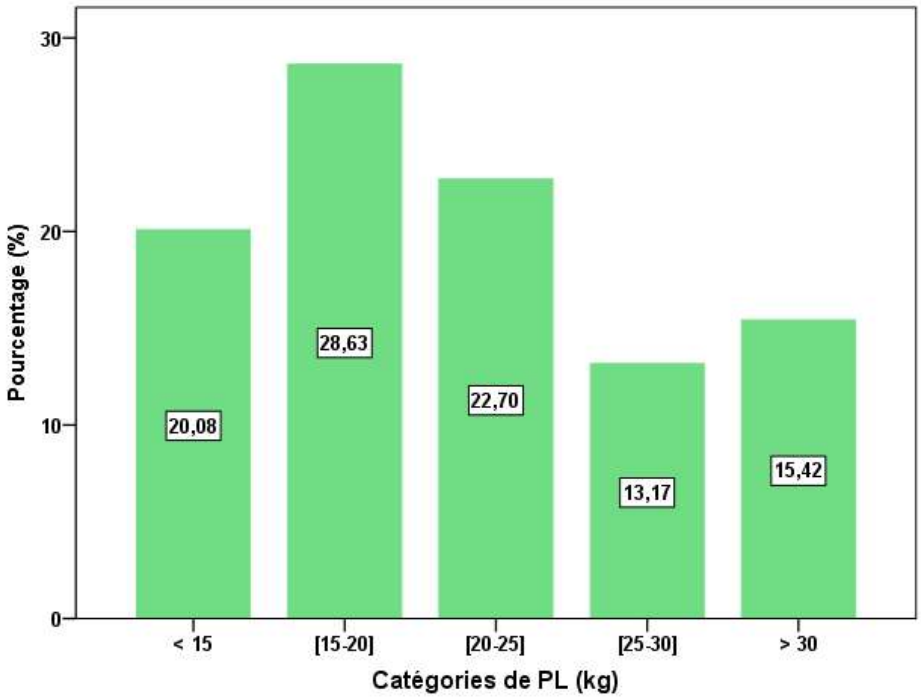

Figure N° 06 : Répartition des catégories de PL des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de production.

La production laitière journalière moyenne est de l'ordre 21,73±7,81 kg, avec une plage de variation min et max de l'ordre de 1,5 et 61,0 kg, et d'une variance de 61,05.

Les quantités comprises entre [15-20], [20-25], [25-30] par jour, représentent 28,63, 22,70 et 13,17%, respectivement. Néanmoins les productions laitières supérieures à 30kg/j, représentent 15,42 % de l'ensemble des vaches laitières, tandis que 20,08% des vaches ont enregistré une quantité de lait produite inférieur à 15 kg/j.

La figure 07 illustre la distribution de la durée de lactation totale des vaches laitières, de la catégorie (<305 j) à (>500 j).

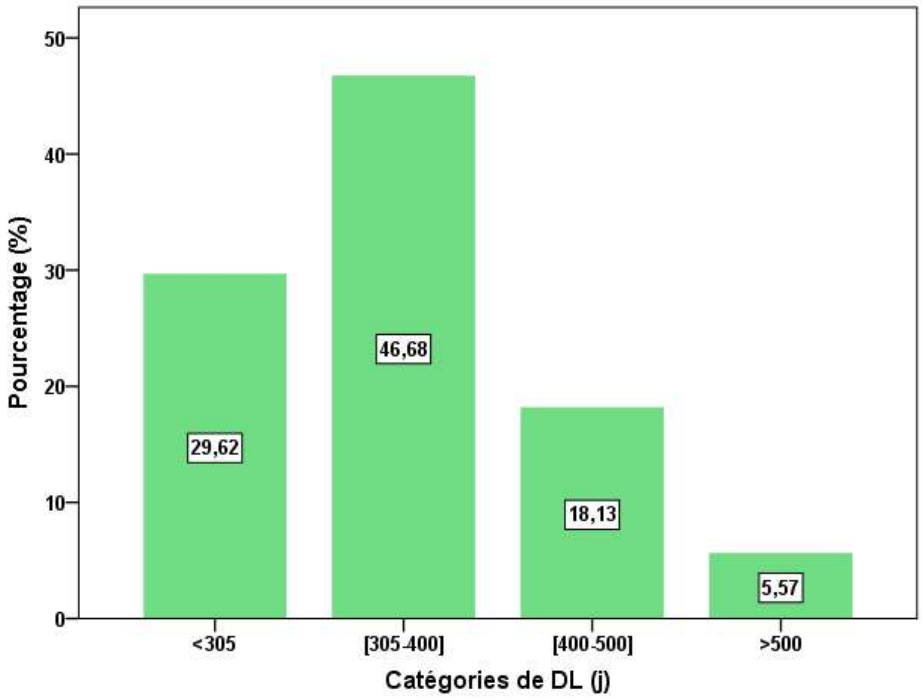

Figure N° 07 : Répartition des catégories de DL des vaches laitières Holstein en fonction des jours en lactation.

Les durées de lactations inférieures de 305 j sont enregistrées chez 29,62% des vaches, alors qu'elle était supérieure de 500 j chez 5,57%. Tandis que, 46,68% des vaches laitières sont comprises entre 305 et 400 jours. Et celles comprises entre 400 et 500 jours ont été enregistrées chez 18,13% des vaches.

La durée de lactation totale en moyenne est de l'ordre 353,43±74,54 jours, avec une plage de variation min et max de l'ordre de 104et 630 jour, et d'une variance de 5556,54.

Comparativement à plusieurs études, on trouve que les moyennes trouvées par Utrera *et al.,* (2013) (358 j), Usman *et al.,* (2012) (366 j) et Amasaib *et al.,* (2008) (376 j), sont supérieurs à notre moyenne enregistrée. En revanche, elle est supérieure à celles rapportées par Ghavi-Zadeh, (2013) (314 ± 83,2 j), Zewdu *et al.,* (2014) (307,84 ± 5,78 j) et Thorat *et al.,* (2016) (218,64± 4,09 j).

La figure 08 illustre la distribution de la production de lait par lactation totale des vaches laitières, de la catégorie (<5000 kg) à (>8000 kg).

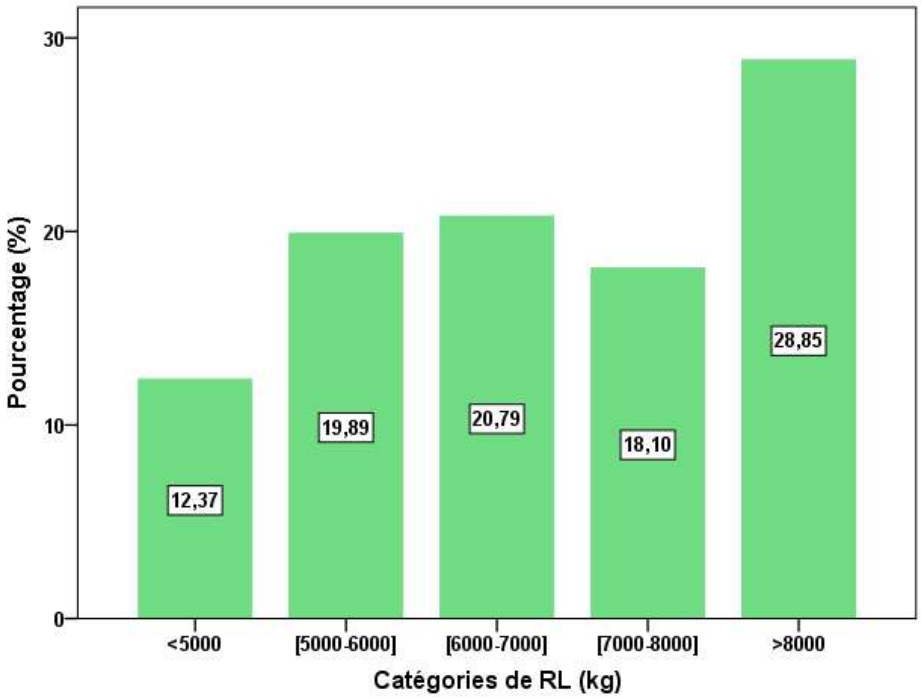

Figure N° 08 : Répartition des catégories de RL des vaches laitières Holstein en fonction des niveaux de rendement de lait.

Tout d'abord, les quantités comprises entre [5000-6000], [6000-7000] et [7000-8000] représentent18,89, 20,79 et18,10%, respectivement. Néanmoins les rendements laitiers supérieurs à 8000kg, représentent 20,79 % de l'ensemble des lactations, tandis que 12,37% des vaches ont enregistré un rendement laitier total inférieur à 5000 kg.

Pour l'ensemble des vaches laitières étudiées, le rendement laitier était en moyenne de 7030,35±1841,34 kg, avec une large plage de variation min et max de l'ordre de 2279 et 12871kg, et d'une variance de 3390546,26.

Comparée à plusieurs résultats, la moyenne trouvée dans cette étude est inférieure de celle trouvée par Duru, (2018) et Teke et Murat, (2013) en Turquie. (9435 kg) et (9820 kg), respectivement. En revanche, elle est supérieure à celles rapportées par M'hamdi *et al.,* (2012) en Tunisie (5807kg), au Soudan (Amasaib *et al.,* 2008) (5468), en Iran (Hashemi *et al.,* 2009) (5123kg) et au Mexique (Utrera *et al.,* 2013) (3825kg).

II.2.3.1. Effet de l'index-température-humidité (THI) sur la production laitière journalière :

Tout d'abord, Bouraoui *et al.,* (2002) ont signalé que le stress thermique réduisait la production laitière journalière des vaches tout en augmentant les valeurs de THI.

En effet , la figure 09 illustre les différents niveaux moyens de production laitière journalière (kg) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 22, 21, 20 et 19 kg, en fonction des classes de THI (<72, [72-78], [78-84], et >84), suivant les valeurs de PL moyennes en kg de 22,88±8,11, 22,17±7,83, 21,03±7,70 et 19,33±6,31, respectivement. La moyenne totale est de l'ordre de 21,73±7,81kg (tableau 05).

Tableau N° 05 : Moyenne de production laitière journalière selon la catégorie de THI.

Catégorie de THI	Moyenne	Ecart-type	N
< 72	22,88	8,11	7692
[72-78]	22,17	7,83	2769
[78-84]	21,03	7,70	5020
> 84	19,33	6,31	2697
Moyenne total	21,73	7,81	18178

En conséquence, ces valeurs montrent que l'augmentation des valeurs de THI a conduit à une diminution significative (P < 0,001) de la production (kg), selon les classes de THI (< 72, [72-78], [78-84] et > 84) de l'ordre de - 3,1%.- 5,14%.- 8,08%, respectivement, avec un taux de régression moyen de -15,51%.

Dans ces conditions, il y a une faible diminution de quantité moyenne de lait produite par unité de THI de l'ordre de -0,29kg/THI.

Ces résultats obtenue sont comparables à ceux trouvé par de Collier *et al.,* (2009), en Arizona aux états unies, où il a montré que le rendement laitier quotidien diminuait d'environ 2,2 kg/jour lors du stress thermique estival de -0,27kg/THI. Par ailleurs, les travaux de Herbut et Angrecka, (2012) en Pologne, ont montré que l'augmentation de la valeur du THI a entraîné une diminution de la production laitière quotidienne de 0,18 à 0,36 kg par unité THI. Néanmoins, Ravagnolo et Misztal (2000) ont signalé une baisse de la production laitière de 0,2 kg /THI, et Brügemann *et al.,* (2012) en Allemagne (Basse-Saxe), ont compté des baisses de rendement laitier par unité de THI, de 0,08 kg dans les région à système de conduite intensif et de 0,17 kg pour les systèmes de pâturage.

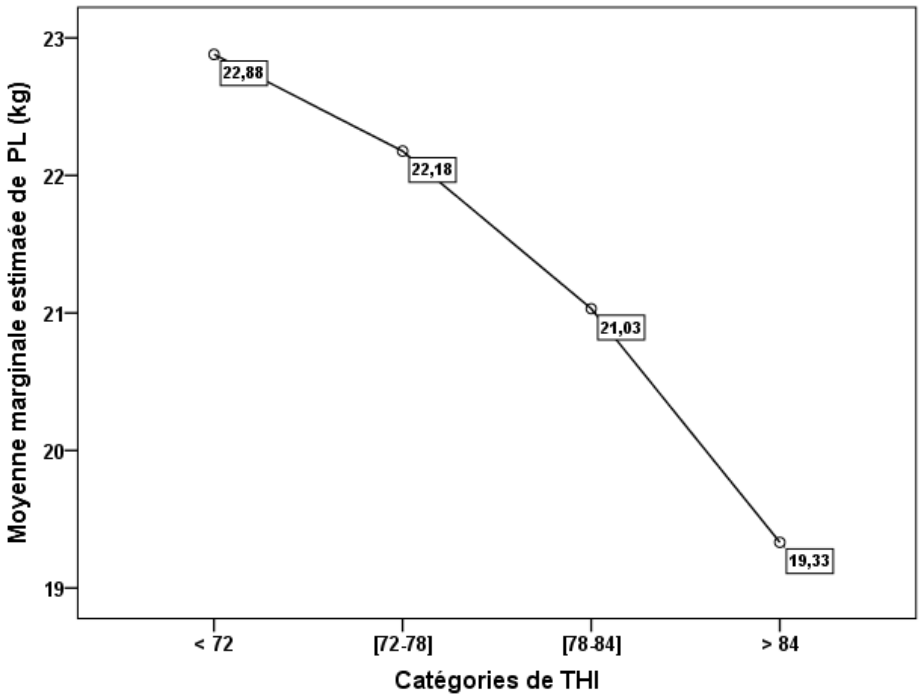

Figure N° 09: Moyennes marginales estimées des valeurs de production laitière en fonction des catégories de THI.

On constate (figure 10) que la régression entre la production laitière (PL) des vaches Holstein natives et les valeurs de THI est de l'ordre de (n= 18178, P < 0,0001, r= -0,133, R^2= 0,018 et l'équation de régression est PL = 29,50 - 0,10THI).

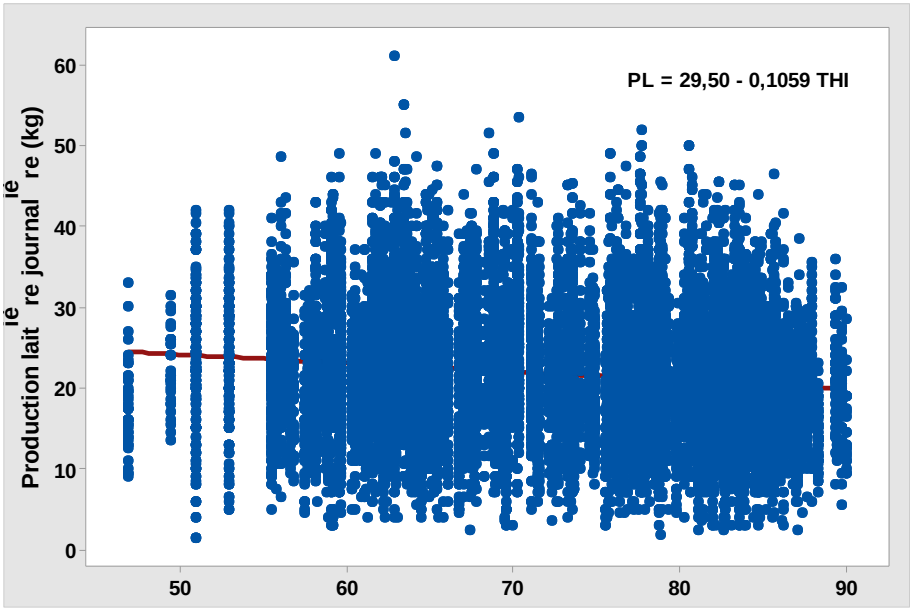

Figure N° 10 : Régression linéaire entre le THI et la production laitière journalière des vaches laitières Holstein.

Cette régression négative obtenue sous l'effet significatif de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, dont le facteur THI explique que 1,8% de diminution de la production laitière.

II.2.3.2. Effet de la période de vêlage sur le rendement laitier global :

Plusieurs travaux reflètent une grande variabilité de l'extérioration du potentiel génétique de la vache Holstein dans différentes conditions environnementales.

Dans les zones tempérées, la Holstein produit entre 7000 et 10 000kg (Wicks et Leaver, 2006 ; García-Ispierto *et al., 2007* ; Albarrán-Portillo et Pollott, 2011). Alors que, dans les régions tropicales et subtropicales, la production moyenne varie entre 2000 et 4000kg (Amasaib *et al.*,2008 ; Sandhu *et al.*, 2011 ;Wondifraw *et al.*, 2013). Pourtant, les vaches Holstein produisent entre 5000 et 6000kg dans les conditions méditerranéennes de l'Afrique du Nord (Boujenane et Aïssa, 2008 ; M'hamdi *et al.*, 2012 ; Bouallegue *et al.*, 2013).

A cet effet, la figure 11montre les différents niveaux moyens de rendement laitier (kg) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 7515, 6728 et 6352 kg, en fonction des classes de leurs périodes de vêlage (pas de stress, stress modéré, et stress sévère), suivant les valeurs de RLG moyens en kg de7654,33±1928,15, 6780,97±1844,44, et 6395,35±1456,16, respectivement (Tableau 06).

Tableau N° 06 : Statistiques descriptives des valeurs de RLG (kg) selon la période de vêlage.

Période de vêlage	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
Pas de stress	7654,33	1928,156	12871	3177	3717784,801
Stress modéré	6780,97	1844,446	11433	2279	3401982,002
Stress sévère	6395,35	1456,161	10892	2754	2120403,613

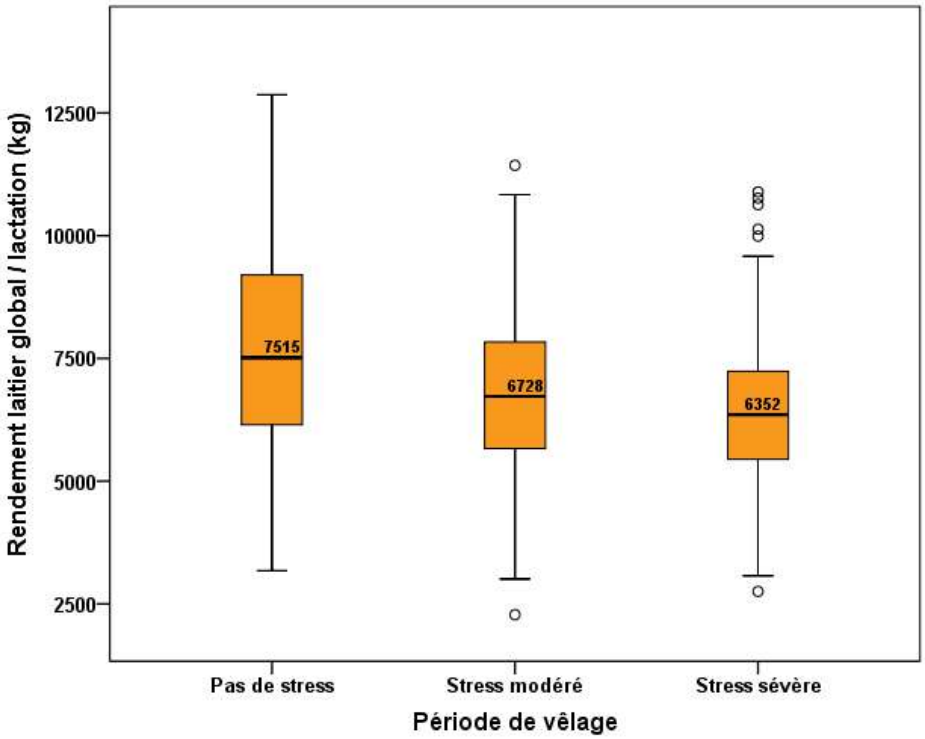

Figure N° 11 : Rendement laitier global par lactation selon la période de vêlage.

La variation saisonnière des périodes de vêlage a conduit à une baisse significative (P < 0,001) du rendement laitier des vaches laitières, de l'ordre de 1258,98 kg/VL/an. St-Pierre *et al.,* (2003) ont estimé les pertes de lait de 436 kg à 1 233 kg/vache/an dans les États du Sud-Est (États-Unis). De même, l'environnement subtropical de la Louisiane a connu une perte de production laitière de 2 072 kg/vache/an (St-Pierre *et al.,* 2003).

Quoi qu'il en soit, de nombreuses études ont montré que pour le vêlage des saisons froides (hivernales), les vaches produisent plus de lait que celles du vêlage des saisons chaudes (estivales) (Bakir *et al.,* 2009 ; Zhao *et al.,* 2012 ; Ríos-Utrera *et al.,* 2013). La saison de vêlage a un effet très significatif (P<0,001) pour tous les paramètres de production étudiés rendement laitier de (305j), rendement laitier total et durée de lactation (Talbi et El Madidi, 2018).

Cependant, les saisons chaudes et sèches, printemps et été, ont désavantagé la production. Cela montre que la production laitière est très sensible aux variations saisonnières. De nombreux auteurs ont déclaré que la saison de vêlage a un impact significatif sur le rendement laitier de (305j) et le rendement laitier total (Katok et Yanar 2012 ; Bouallegue *et al.,* 2013).

D'ailleurs, plusieurs troupeaux de Floride (États-Unis) prévoient des vêlages d'automne et d'hiver (De Vries et Risco, 2005), dans le but de minimiser la perte de lait, ce qui fait que les vaches en lactation tardive produisent moins de lait pendant les mois d'été (Ferreira et De Vries, 2015).

La figure 12 illustre les variations des moyennes marginales estimatives du rendement laitier global (kg) par lactation des vaches laitières en fonction de variation des périodes de leurs vêlages.

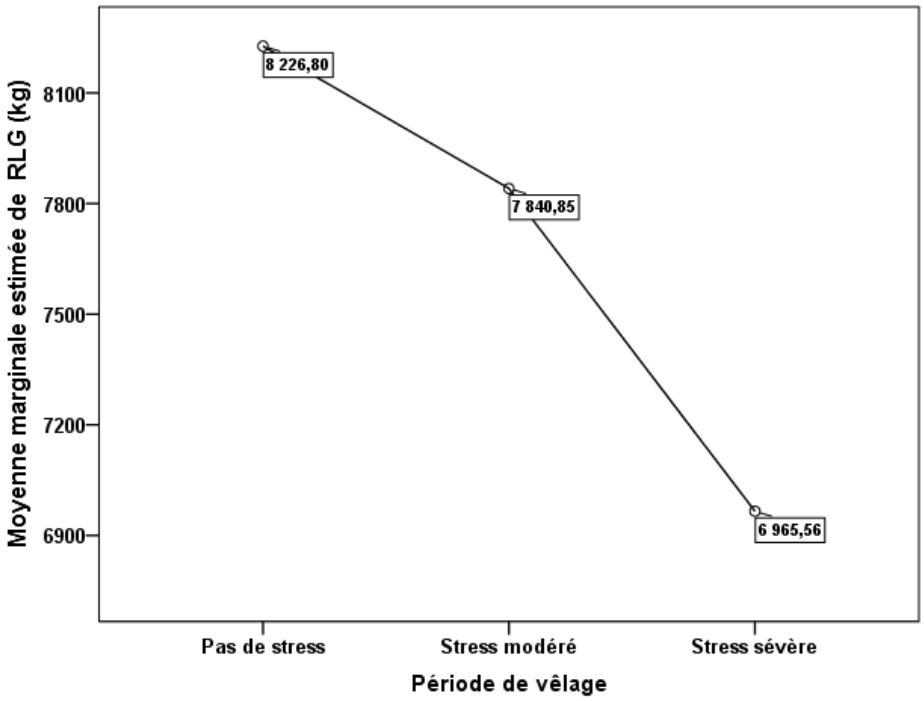

Figure N°12 : Moyennes marginales estimatives de rendement laitier global en fonction des périodes de vêlage.

Les rendements laitiers globaux des vaches, en fonction de leurs périodes de vêlage, qui passent de « pas de stress » à « stress modéré » et à « stress sévère » de l'ordre de - 4,69% et - 11,16%, respectivement, avec un taux de régression moyen de -15,33%. Ceci est expliquée par la relation négative entre la production laitière et la saison de vêlage, qui est due en partie aux effets des variations saisonnières de l'ingestion de matière sèche (Holter *et al.*, 1996, 1997; West *et al.*, 2003). En conséquence, il en résulte une insuffisance de nutriments disponibles pour que la glande mammaire produise du lait (West, 2003, Rhoads *et al.*, 2009). Pour minimiser les effets de la réduction de MSI pendant les périodes de stress dû à la chaleur, il faut augmenter la densité nutritive de l'alimentation en donnant du fourrage, des concentrés et de haute qualité (Dash *et al.*, 2016). De même, les producteurs laitiers diminuent habituellement les composantes fourragères de la ration et augmentent les concentrés pour obtenir une densité énergétique plus élevée (Renaudeau *et al.*, 2012).

En outre, Une étude menée en Égypte par Nasr et El-Tarabany, (2017) avec des enregistrements de production de plusieurs troupeaux sur une période de 04 ans, où les valeurs de THI mensuel moyen ont été divisée en groupes de bas et moyens élevés, ont trouvé que le rendement laitier a diminué de 14,29%, tout en passant des faibles classes de THI aux classes élevés. Aussi, En Floride, (De Vries et Risco, 2005), ont montré une réduction de 15% en moyenne de la production laitière en été par rapport à l'hiver.

III.2.3.3. Effet de la période de vêlage sur la durée de lactation :

La durée de lactation chez les vaches à forte production a augmenté au cours de la dernière décennie (Van Raden, 2005, Steri *et al.*, 2010). Actuellement, dans de nombreux pays, les vaches sont en lactation au-delà de 305 jours (Vargas *et al.*, 2000).

Cependant, plus de 55 % des vaches Holstein américaines ont présenté des lactations supérieures à 305 j (Tsuruta *et al.*, 2005 ; VanRaden *et al.*, 2006).

A cet effet, le tableau 07 illustre les moyennes de durées de lactation des vaches laitières étudiées, de l'ordre de 364,63± 81,01, 351,66±75,94 et 340,73±63,13 suivant leurs période de vêlage, respectivement.

Tableau N° 07 : Statistiques descriptives des valeurs de durée de lactation (j) selon la période de vêlage.

Période de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
Pas de stress	364,63	81,01	253
Stress modéré	351,66	75,94	95
Stress sévère	340,73	63,13	210
Moyenne	353,43	74,54	558

De même, les moyennes marginales estimatives de la durée de lactation connaissent une baisse significative (P < 0,001), lors des saisons chaudes de l'ordre de -6,17% (figure13).

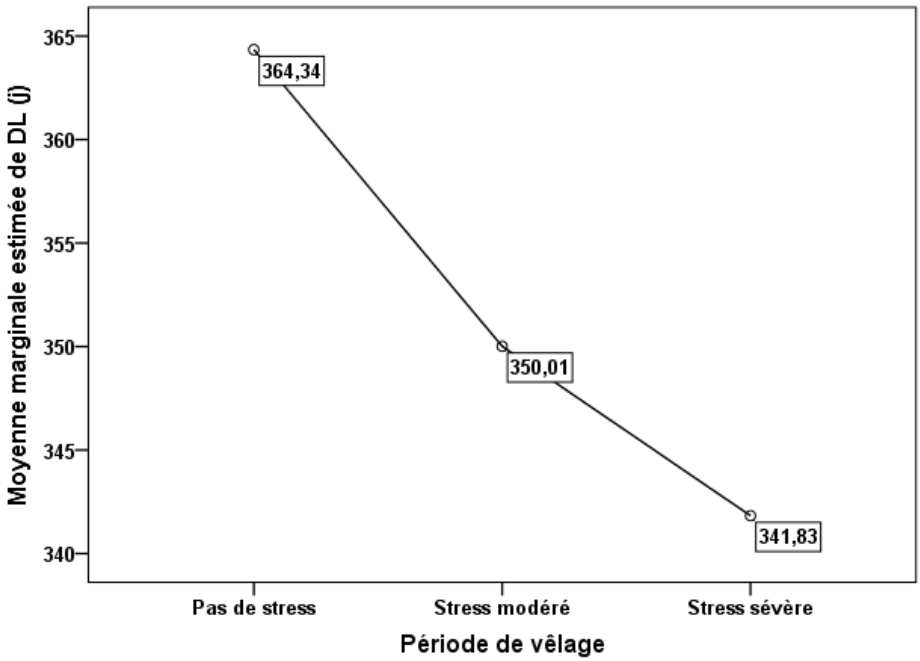

Figure N°13 : Moyennes marginales estimatives de durée de lactation en fonction des périodes de vêlage.

Plusieurs travaux confirment nos résultats. Okeyo et Mosi, (2001) en conditions semi-arides au Kenya, Bajwa*et al.,* (2004) et Gajbhaiye *et al.*,(2004), ont révélé que l'effet de la saison de vêlage, était très significatif (P < 0,01) pour le la durée de lactation. De même, Talbi et El Madidi, (2018). Rapportent que la saison de vêlage a un effet très significatif (P<0,001) sur durée de lactation dans le contexte semi-aride tunisien.

II.2.3.4. Effet de la durée de lactation sur le rendement laitier global :

Les faibles rendements laitiers étaient généralement associés aux courtes durées de lactation où à la production quotidienne (Hossein-Zadeh, 2013).

En effet, la figure 14 montre les différents niveaux moyens de rendement laitier global (kg) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 5971, 6723, 8405 et 9720 kg, en fonction des classes de leurs durées de lactation en jour (<305, [305-400], [400-500], et >500), suivant les valeurs de RLG moyens en kg de 5996,71±1284,36, 6778,87±1628,65, 8541,12±1389,46 et 9766,16±1638,28, respectivement (Tableau 08).

Tableau N° 08: Statistiques descriptives des valeurs de RLG (kg) selon la durée de lactation.

Durée de lactation (j)	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
<305	5996,71	1284,360	9933	2279	1649580,576
[305-400]	6778,87	1628,659	10721	2754	2652530,325
[400-500]	8541,12	1389,465	12871	5447	1930614,066
>500	9766,16	1638,289	11818	4877	2683990,473

Ces résultats obtenus, sont expliquées par le fait que les vaches Holstein modernes ont une faible fertilité et des lactations prolongées se produisent parce que les éleveurs conduisent la vache moderne à haut potentiel pour maximiser la production laitière sans tenir compte des intervalles annuels de vêlage. Et dans ce cas, des lactations plus longues auraient un meilleur rendement tout au long de la lactation (Pollott, 2011). Dematawewa *et al.,* (2007) et Pollott, (2011) ont rapporté que le rendement laitier était plus élevé pour les lactations prolongée que les lactations standards (305j).

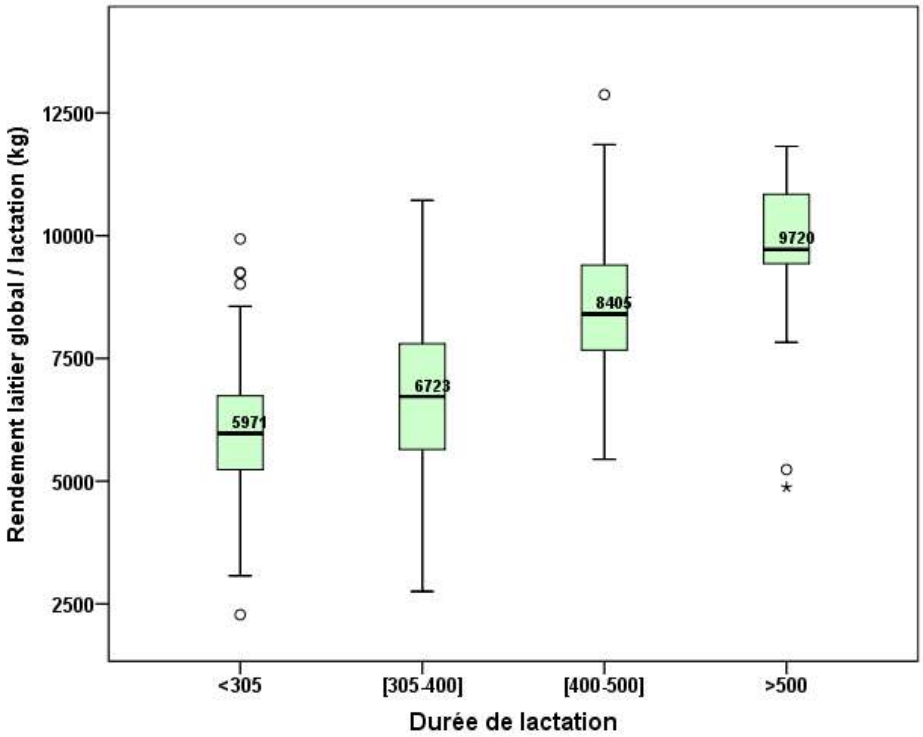

Figure N° 14 : Rendement laitier global par lactation selon la durée de lactation.

La corrélation positive(r=0,64 ; P < 0,01) la durée de lactation (DL) et le rendement laitier global, dont la (DL) explique 41% des variations du rendement laitier.

Effectivement, Aisbett, (1984) a rapporté qu'il y a une forte corrélation entre le rendement et la durée de lactation. Toute augmentation du rendement laitier a été associée biologiquement à une lactation plus longue. Et même cette association biologique entre (RLG) et (DL) est encore renforcée par les pratiques d'élevage. Encore, les faibles rendements étaient généralement associés aux lactations où la production laitière quotidienne est faible lors au début de lactation.

La figure 15 montre les différents niveaux moyens de durée de lactation (j) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 348, 338, 324, 319, 311, 330, 315 et 300 jours, en fonction de leurs rangs de lactation (1ier, 2ème, 3ème, 4ème, 5ème, 6ème, 7ème, 8ème,), suivant les valeurs de DL moyennes en jour de 365,61±80,07, 360,81±75,53, 348,01±69,92, 342,75±69,10, 332,83±60,10, 347,10±61,49, 340,67± 129,30 et 299,33±3,05, respectivement (Tableau 09).

Tableau N° 09 : Statistiques descriptives des valeurs de durée de lactation (j) selon le rang de lactation.

Rang de lactation	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
01	365,61	80,079	630	243	6412,687
02	360,81	75,532	594	238	5705,088
03	348,01	69,925	536	248	4889,538
04	342,75	69,106	582	206	4775,633
05	332,83	60,105	507	250	3612,557
06	347,10	61,493	501	261	3781,390
07	340,67	129,301	543	104	16718,750
08	299,33	3,055	302	296	9,333

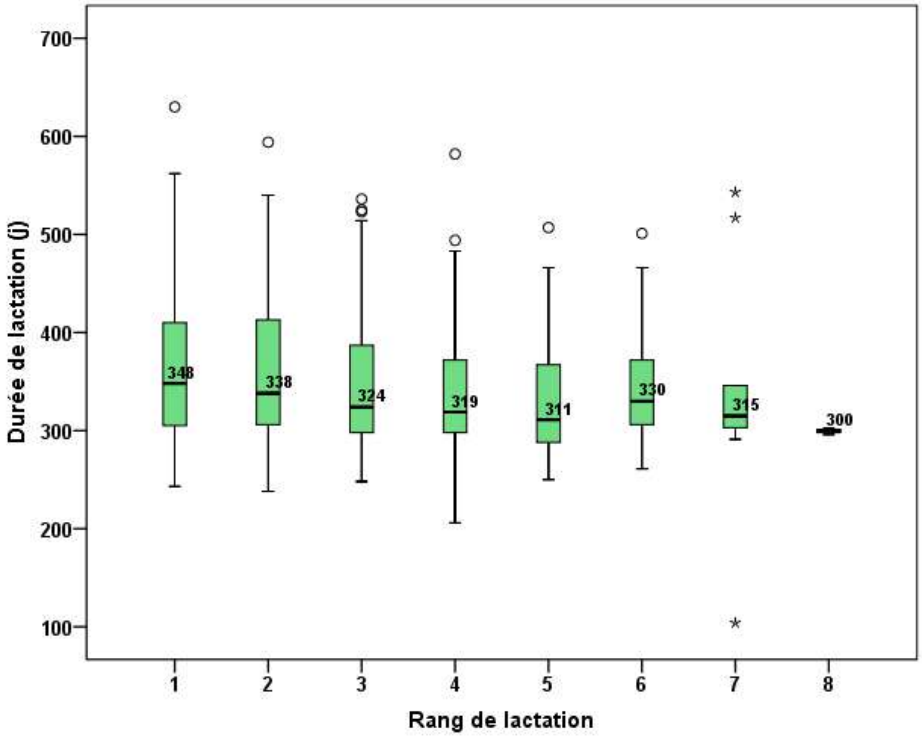

Figure N° 15 : Durée de lactation par rang de lactation des vaches laitières.

Les effets du rang de lactation sur la durée de lactation étaient statistiquement significatifs (P<0,001). La durée de lactation la plus courte est pour la 7ème et 8ème lactation. La durée de lactation diminue avec l'augmentation du nombre de lactations. Ceci est comparable à ce qu'a trouvé Alkoriet *et al.*, (2011). De même, Sattar *et al.*, (2005) ont trouvé que la durée de lactation pendant les 1ère, 3ème et 5ème lactations étaient significativement (P<0,05) plus longs par rapport au celle de la 7éme lactation.

II.2.3.5. Effet du rang de lactation sur le rendement laitier global :

Fondamentalement, nombreuses études ont établi que la production laitière augmente avec l'augmentation du nombre de lactations et qu'elle est maximisée en quatrième ou cinquième lactation (Ray *et al.*, 1992 ; Cilek,2009).

Tableau N° 10 : Statistiques descriptives des valeurs de rendement laitier global (kg) selon le rang de lactation.

Rang de lactation	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
01	6809,62	1968,101	12871	3006	3873422,401
02	6905,57	1850,488	11533	2279	3424304,304
03	7328,66	1825,429	11854	3342	3332192,301
04	7105,86	1626,241	11129	3660	2644658,203
05	7057,28	1651,210	10718	4390	2726495,322
06	7170,38	1655,815	10651	4189	2741723,948
07	8213,44	2637,725	11452	3177	6957592,778
08	7032,00	97,062	7127	6933	9421,000

La figure 16montre les différents niveaux moyens de rendement laitier global (kg) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 6508, 6816,5, 7096, 6736, 6869, 7386, 8563 et 7036 kg, en fonction de leurs rangs de lactation (1^{ier},2ème,3ème,4ème,5ème,6ème,7ème,8ème,), suivant les valeurs de RLG moyennes en kg de 6809,62±1968,10, 6905,57±1850,48, 7328,66±1825,42, 7105,86±1626,24, 7057,28±1651,21, 7170,38±1655,81, 8213,44±2637,72 et 7032,00±97,06, respectivement (Tableau 10).

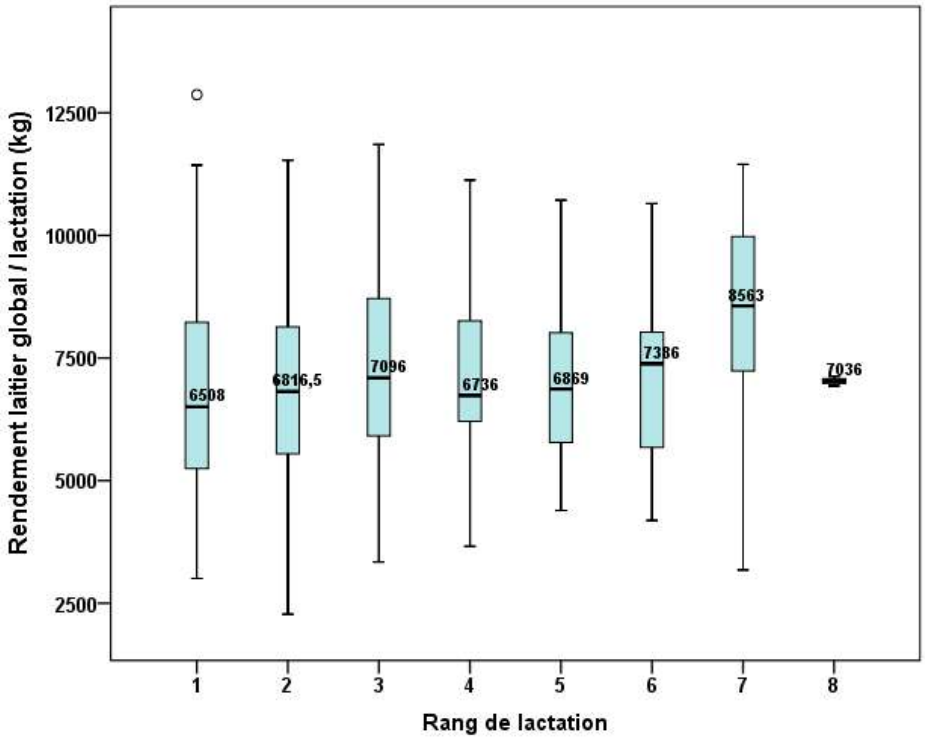

Figure N° 16 : Rendement laitier global par lactation selon le rang de lactation.

Essentiellement, toutes les études ont démontré que le rendement laitier augmente avec le nombre de lactations et est maximisée lors de la quatrième ou cinquième lactation. Néanmoins, suivant nos résultats obtenues, on remarque une progression notable dès que la 6ème lactation. Ceci est le résultat du développement croissant et de la taille de la mamelle (Davis et Hughson, 1988) avec une augmentation conséquente du nombre de cellules sécrétoires (Sorensen *et al.,* 2006). Alors que, d'autres raisons expliquant l'augmentation de la production de lait avec une parité accrue sont les différences de contrôle de la mobilisation des tissus entre les vaches primipares et les multipares (Wathes *et al.,* 2007).En plus de la faible consommation quotidienne d'aliments chez les vaches primipares que chez les vaches multipares (Dado et Allen, 1994).

De ce faite, les jeunes vaches (primipares) ont mis plus de temps pour atteindre un rendement laitier maximal que les vaches plus âgées (multipares). Effectivement, cette réponse semble être due à la maturation physique incomplète des vaches primipares par rapport aux multipares (Coffey *et al.,* 2006).

La figure 17 illustre les variations des moyennes marginales estimatives de la production laitière journalière (kg) des vaches laitières en fonction de variation de leurs rangs de lactation.

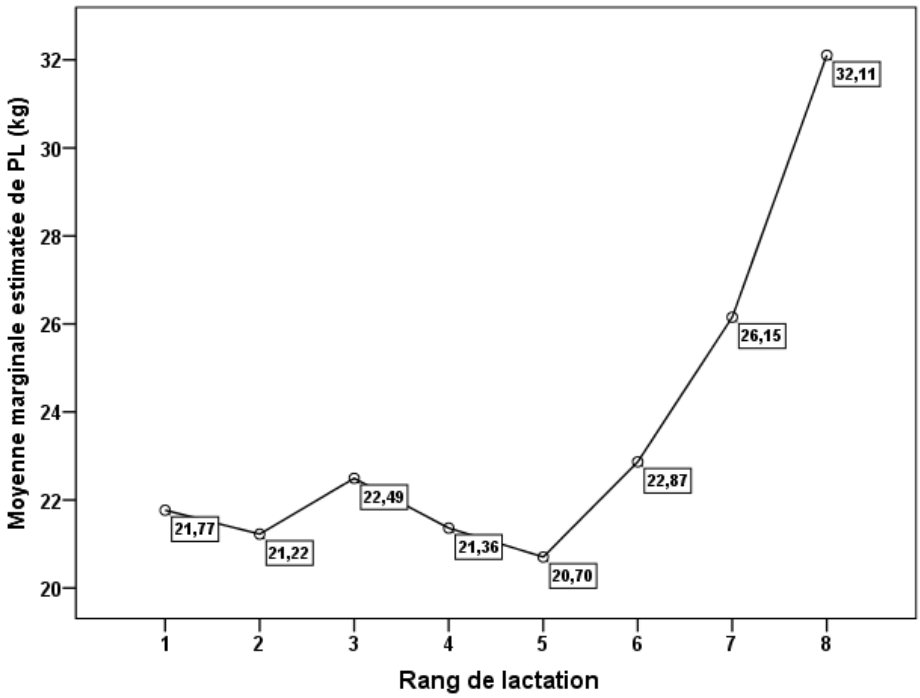

Figure N°17 : Moyennes marginales estimatives de la production laitière journalière en fonction de rang de lactation.

Le nombre de lactations influence également la production de lait dans des conditions de température élevée (Amani *et al.*, 2007). De plus, quand les vaches primipares approchent de leur première lactation, ils sont dans un état métabolique différent de celui des multipares, car elles ont besoin de nutriments pour leur propre croissance continue, en plus de leur développement mammaire et de leur synthèse laitière (Wathes *et al.*, 2007).

II.2.3.6. Effet du stade de lactation sur la production laitière:

De nombreux facteurs jouent également un rôle dans la diminution de la production chez les vaches laitières affectées par le stress thermique. Le stade de lactation a une influence sur la quantité de lait perdue en raison du stress thermique (Tao *et al.*, 2018).

Tableau N° 11 : Statistiques descriptives des valeurs de production laitière (kg) selon le stade de lactation.

	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
Début de lactation	26,72	7,94	61	3	63,047
Milieu de lactation	22,75	6,75	50	3	45,660
Fin de lactation	19	5,99	45,5	2	35,971
Lactation prolongée	16,32	6,19	42,00	1,5	38,416

La figure 18 montre les différents niveaux moyens de production laitière journalière (kg) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 26, 22, 19 et 16 kg, en fonction des stades de lactation (début de lactation, milieu de lactation, fin de lactation, et lactation prolongée), suivant les valeurs de PL moyennes en kg de 26,72±7,94, 22,75±6,75, 19±5,99et 16,32±6,19, respectivement(Tableau 11).

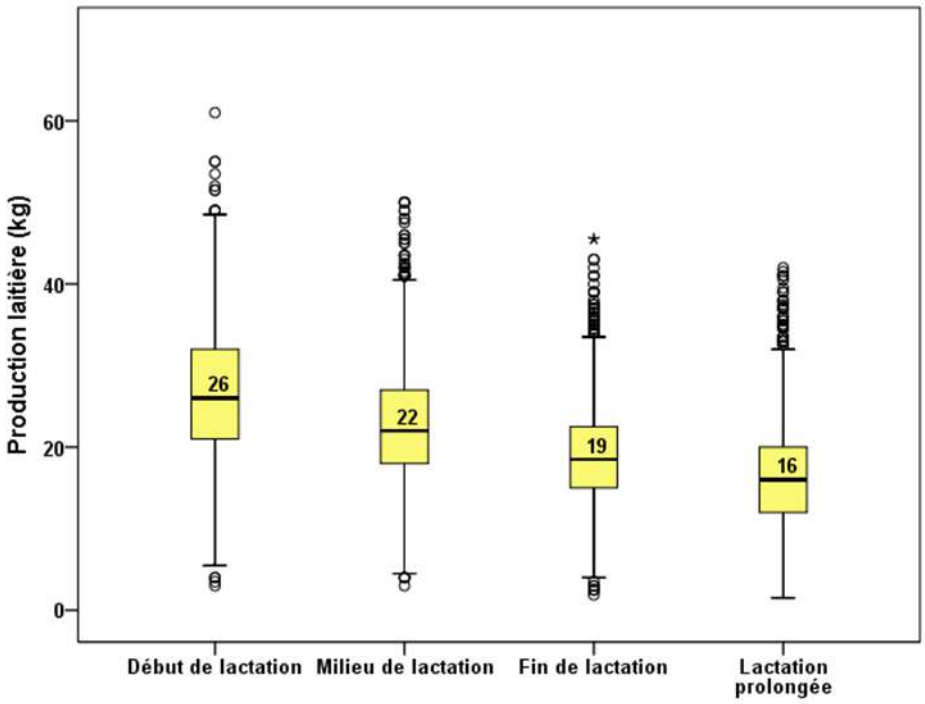

Figure N° 18 : Quantité moyenne de lait produit selon le stade de lactation.

Il existence d'une corrélation significatives entre les niveaux de production laitière et les stades de lactation (r=-0,48 ; P<0,01). En effet, (Sharma *et al.,* 1983), ont rapporté que les 60 premiers jours sont les plus critiques pour gérer. Pendant ce temps, les vaches sont généralement dans un bilan énergétique négatif et utilisent leurs réserves corporelles pour compenser l'énergie perdu. De même les vaches en début de lactation, exposées au stress thermique, ou bien exposées aux conditions de thermoneutralité, ont connu des baisses similaires de rendement laitier (Lamp *et al.,* 2015), ce qui démontre que les vaches en début de lactation ont perdu du lait uniquement à cause de l'effet de la réduction d'ingestion de matière sèche (Tao *et al.,* 2018).

Par ailleurs, le stade de lactation est un facteur important de la gravité de stress thermique imposée pour les vaches laitières au milieu de lactation. Elles sont surtout sensibles à la chaleur, comparativement à celles au début ou fin de leurs lactation (Basirico *et al.,* 2009 ; Bernabucci *et al.,* 2010).

II.2.3.7. Effet de la période de naissance sur le rendement laitier journalier de la1^{ére} lactation:

Les génisses ont eu une croissance de 867 ± 80,7 g/jour pendant la première année de leur vie et ont été inséminées à 14,8 ± 1,34 mois. Le premier vêlage a eu lieu à 24,5 ± 1,93 mois, à un poids de 642 ± 61,5 kg et les génisses ont produit 8506 ± 1064 kg durant leur première lactation (305 j) (Van Eetvelde *et al.*, 2017).

La figure 19 montre les différents niveaux moyens de production laitière journalière de la 1ére lactation (kg) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 19, 18, 19 et 20 kg, en fonction de leurs périodes de naissance (pas de stress, stress moyen, stress modéré, et stress sévère), suivant les valeurs de PL moyennes en kg de 18,68±2,83, 17,51±3,10, 18,92±3,38 et 20,45±4,60, respectivement (Tableau 12).

On note une supériorité (plus de 14%) des rendements laitiers des vaches laitières qui naissent pendant les périodes du stress thermique par rapport aux celle qui naissent en période de thermo-neutralité.

Tableau N° 12 : Statistiques descriptives des valeurs de RLJ de la1^{ére}lactation (kg) selon la période de naissance.

Période de naissance	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
Pas de stress	18,68	2,83	27,20	11,33	8,044
Stress moyen	17,51	3,10	25,79	9,67	9,664
Stress modéré	18,92	3,38	27,20	12,31	11,438
Stress sévère	20,45	4,60	33,88	13,36	21,216

Il y a un effets significatifs (P<0,001) de la période de naissance sur la production laitière journalière de la 1^{ére} lactation (kg), alors que Van Eetvelde *et al.*, (2017), estime que les génisses nées pendant les mois les plus chauds naissent avec une plus grande sensibilité périphérique à l'insuline, ce qui conduit finalement à un meilleur rendement laitier en première lactation. En outre, Hanson *et al.*, (2011) indiquent que l'environnement prénatal et postnatal influence les performances à l'âge adulte, et même peut-être par des changements permanents du métabolisme. Donc, l'environnement postnatal pendant la période d'élevage est important pour obtenir un poids vif suffisant à la première parturition et de maximiser la production de lait en première lactation (Bach et Ahedo, 2008).

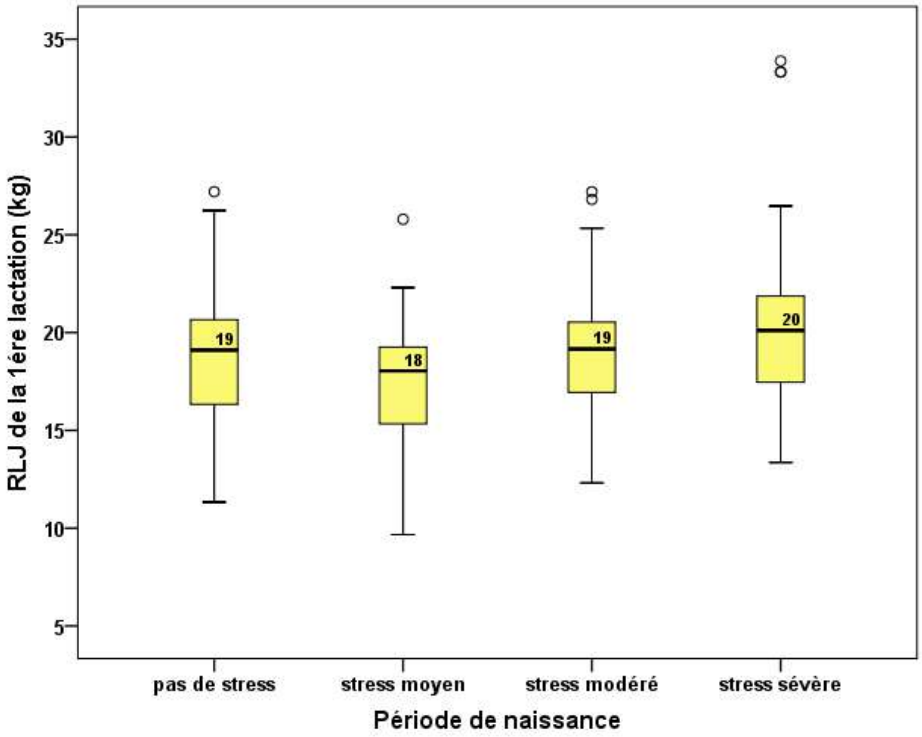

Figure N° 19 : Quantité moyenne de RLJ de la1^{ére} lactation (kg) selon la période de naissance.

Cependant, comme la croissance accélérée s'accompagne généralement d'un vêlage précoce, le jeune âge pourrait être un facteur nuisible à la production laitière, en raison de la taille réduite du corps et de la consommation de matière sèche (capacité d'ingestion) (Hoffman *et al.*, 1996). En plus, des facteurs liés à la génisse, où Hinde *et al.*, (2014), ont démontré que le sexe veau influence la production laitière.

La figure 20 illustre les variations des moyennes marginales estimatives du rendement laitier journalier de la 1ère lactation (kg) des vaches laitières en fonction de variation de leurs périodes de naissance.

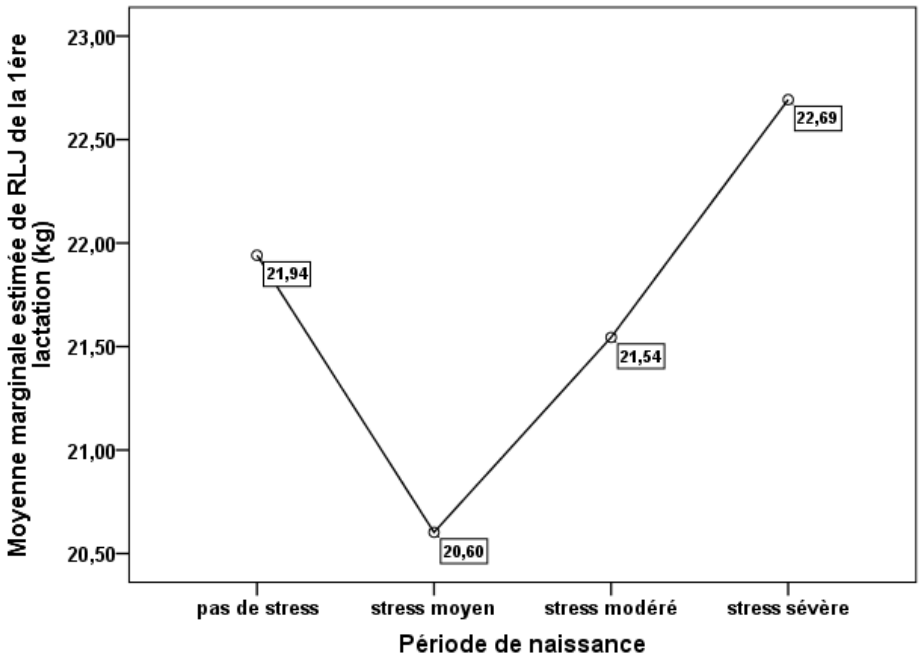

Figure N° 20 : Moyenne marginale estimée de RLJ de la1ére lactation (kg) des vaches laitières Holstein en fonction de la période de naissance.

Enfin, un effet de la saison des naissances sur la performance de lactation a été démontré (Rius et Dahl, 2006 ; Soberon *et al.,* 2012 ; Froidmont *et al.,* 2013).

Cependant, Rius et Dahl, (2006) ont signalé une tendance vers un rendement laitier plus élevé chez les génisses exposées à des photopériodes de longue journée (16 h) pendant la période pré-pubertaire comparativement aux génisses exposées à des photopériodes de courte journée (8 h). La durée de la photopériode influence la concentration de prolactine, qui a un effet sur le développement des glandes mammaires (Rius et Dahl, 2006). Ce mécanisme a déjà été suggéré par Petitclerc *et al.,* (1985), qui ont signalé une augmentation de 40 % du poids du tissu parenchymateux mammaire chez les génisses exposées à des photopériodes courtes.

II.2.3.8. Effet de la fréquence de traite sur la production laitière journalière:

Plusieurs études réalisées sur l'effet de l'augmentation de la fréquence des traites sur la quantité de lait produite. Cette dernière augmente avec l'augmentation de la fréquence des traites (Hale *et al.,* 2003 ; Dahl *et al.,* 2004 ; Patton *et al.,* 2006 ; Bernier -Dodier *et al.,* 2010).

La figure 21 montre les différents niveaux moyens de production laitière journalière (kg) des vaches laitières étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 20,5 et 24 kg, en fonction de la fréquence de traite (02 fois/j et 03 fois/j), suivant les valeurs des moyennes marginales estimatives de PL en kg de 21,43±7,75 et 24,54±7,75, respectivement, d'une moyenne totale de 21,73±7,81kg.

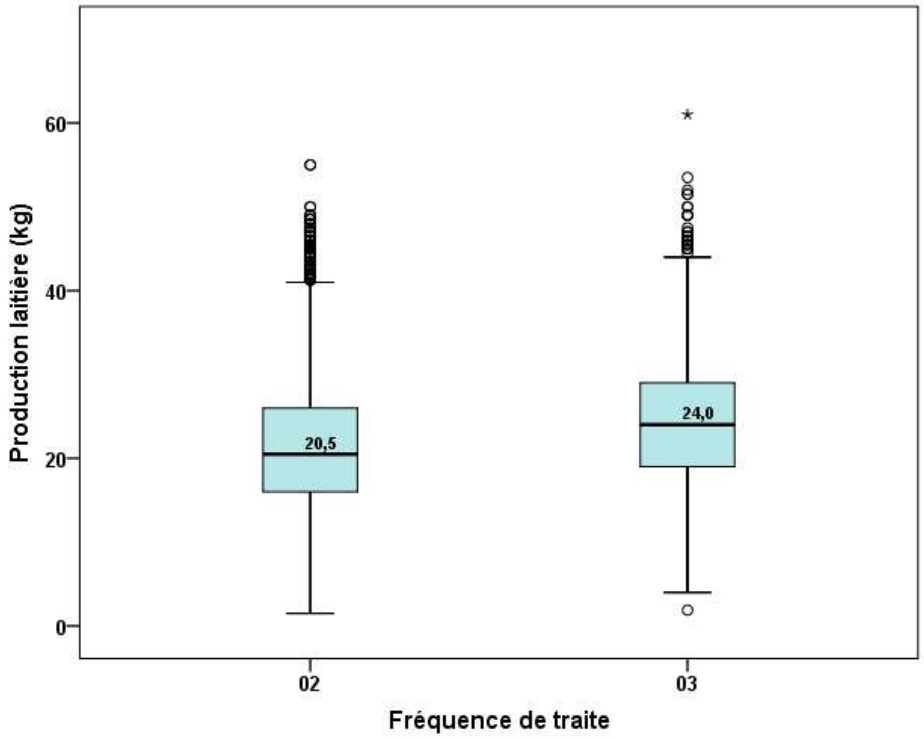

Figure N° 21 : Quantité moyenne de lait produit selon la fréquence de traite.

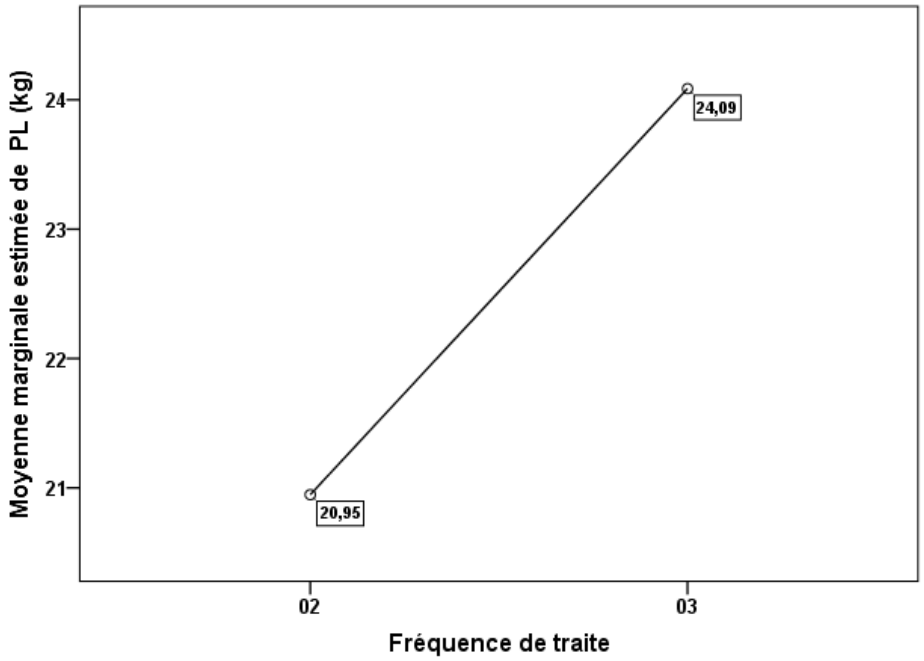

Figure N° 22 : Moyenne marginale estimée de production des vaches laitières Holstein selon la fréquence de traite.

Ces valeurs (figure 22), montrent que l'augmentation de la fréquence de la traite de (2X) à (3X) a conduit à une augmentation significative (P < 0,001) de la production (kg), de l'ordre de +16,4%.

A cet effet, McNamara *et al.,* (2008) ont indiqué que la production de lait augmentait jusqu'à 14% en augmentant les fréquences de traite fixées de 2 à 3 fois par jour. De même, VanRaden *et al.,* (1999) et

Stelwagen, (2001), ont rapporté que la fréquence de traite passée de (2X) à (3X), augmente le rendement laitier d'environ de 12 à14%, indépendamment du stade de lactation.

Les données de quantités de lait produites (tableau 13), montrent la variation de la production laitière selon la fréquence de traite et la variation saisonnière de THI, dont elle varie respectivement, de 22,70±8,05 à 18,88±6,14kg d'une moyenne totale de l'ordre de 21,43±7,75kg, et de 24,93±8,45à 22,73±6,51kg d'une moyenne totale de l'ordre de 24,54±7,75kg, pour une fréquence de traite 2X et 3X, suivant l'augmentation de THI de < 72 à > 84.

Tableau N° 13 : Moyennes ± Ecart-types des valeurs de production laitière (kg) selon la fréquence de traite et les classes de THI.

Fréquence de traite	Catégorie de THI.	Moyenne	Ecart-type	N
02 fois/jour	< 72	22,70	8,05	7092
	[72-78]	21,34	7,58	2256
	[78-84]	20,83	7,72	4670
	> 84	18,88	6,14	2383
	Moyenne	21,43	7,75	16401
03 fois/jour	< 72	24,93	8,45	600
	[72-78]	25,83	7,85	513
	[78-84]	23,63	6,94	350
	> 84	22,73	6,51	314
	Moyenne	24,54	7,75	1777

A cet effet, il existe un effet significatif (P <0,001) de l'interaction (Fréquence de traite × THI) sur les quantités de lait produites. En outre, il ressort (tableau 11), que le taux de régression de la production laitière à travers la variation de THI de < 72 à > 84, est de -16,82% pour la (2X), contre -08,82% pour la (3X). Donc, il existe une différence entre les deux fréquences de traite (2X et 3X) lors d'augmentation du stress thermique, expliquée par le taux de chute inférieur de (3X).

Les données de quantités de lait produites (tableau 14), montre la variation de la production laitière selon la fréquence de traite et le stade de lactation, dont elle varie respectivement, de 26,36±7,85à 16,03±6,16kg d'une moyenne totale de l'ordre de 21,43±7,76 kg, et de 30,24±7,92à 19,67±5,58 kg d'une moyenne totale de l'ordre de 24,54±7,75 kg, pour une fréquence de traite 2X et 3X, suivant la régression de la courbe de lactation.

Tableau N° 14 : Moyennes ± Ecart-types des valeurs de production laitière (kg) selon la fréquence de traite et le stade de lactation.

Nombre de traite	Stade de lactation	Moyenne	Ecart-type	N
02 fois/jour	Début de lactation	26,36	7,85	4577
	Milieu de lactation	22,50	6,71	4633
	Fin de lactation	18,73	5,95	4194
	Lactation prolongée	16,03	6,16	2997
	Moyenne	21,43	7,76	16401
03 fois/jour	Début de lactation	30,24	7,92	473
	Milieu de lactation	24,95	6,75	537
	Fin de lactation	21,30	5,90	506
	Lactation prolongée	19,67	5,58	261
	Moyenne	24,54	7,75	1777

Il existe une intéraction significative (P <0,001), entre la fréquence de traite et le stade de laction. Cependant, l'ampleur de la réponse diminue quand le stade de lactation augmente (Hart *et al.,* 2013). Encore, l'augmentation du nombre de traites de 2X à 3X, tout au long de la lactation, sert à supplémenter la production d'environ 13 % (VanRaden et Wiggans, 1995), qui est comparable à nos résultats (+12,67%).

Les données de quantités de lait produites (tableau 15), montrent la variation de la production laitière selon la fréquence de traite (2X et 3X), dont elle varie respectivement chez lesprimipares (21,62±7,61 et 22,60±6,33) et chez les multipares (21,33±7,82 et 26,62±8,55).

Tableau N° 15 : Moyennes ± Ecart-types des valeurs de production laitière (kg) selon la fréquence de traite et le type de femelle.

Nombre de traite	Type de femelle	Moyenne	Ecart-type	N
02 fois/jour	Primipares	21,62	7,61	5355
	Multipares	21,33	7,82	11046
03 fois/jour	Primipares	22,60	6,33	918
	Multipares	26,62	8,55	859

On note une différence significative (P <0,001), entre les primipares et les multipares, lors des deux FT (2X et 3X) de l'ordre 4,33% et 19,87%, respectivement.

Ceci concorde à ce qui a été trouvé par De Peters *et al.,* (1985), qui ont constaté que les vaches Holstein multipares traitées (3X) pendant leurs lactation, ont vu une augmentation de 17 % de leur production par rapport à (2X), alors que les vaches primipares n'ont augmenté que de 6 %.

Inversement, dans trois études additionnelles, les vaches Holstein multipares ont augmenté leur production laitière de 14,6 % par rapport à (2X), alors que les vaches primipares ont augmenté de 19,5 % (Amos *et al.*, 1985, Allen *et al.*, 1986, Gisi *et al.*, 1986).

II.2.4. Conclusion :

La présente étude sur l'effet des conditions environnementales sur le rendement laitier des Holsteins nées localement en régions sahariennes, conduites en intensif, qui reçoivent des rations riches en énergie et en protéines, ce qui contribuent particulièrement à des rendements laitiers certainement acceptables sur le plan quantitative, notamment en période estivale, où la disponibilité abondante de fourrages verts (luzerne) de bonne qualité.

D'ailleurs, le stress thermique a connu un prolongement qui peut arriver jusqu'à 07 mois de l'année, affecte négativement la quantité de lait quotidiennement produite, surtout lors du stress thermique sévère(les THI sont supérieurs à 80). Dans un autre ordre d'idée, le déclin de la production laitière est affecté aussi par d'autres facteurs tels que la saison de vêlage et de naissance, le stade et le rang de lactation, la fréquence de la traite et de leurs interactions.

Il en ressort que la vache Holstein native se trouve moins vulnérable face au stress thermique, expliqué bien sûr par l'effet modéré de index-température-humidité (THI) sur la quantité de lait produite (moins de 2% des variations). C'est pourquoi, la Holstein native en zones arides a des aptitudes d'acclimatation aux conditions climatiques sahariennes, ce qui montre l'existence des possibilités considérables d'améliorer la résistance thermique et la performance des bovins laitiers par voie de la sélection génétique sur la thermorésistante.

CHAPITRE III : EFFET DES CONTRAINTES CLIMATIQUES SUR LES PERFORMANCES REPRODUCTIVES

DISPOSITIF N° 01 : EFFET DU STRESS THERMIQUE SUR LE TAUX DE REUSSITE D'INSEMINATION DES RACES EUROPEENNES IMPORTEES.

Ce dispositif N° 01 du chapitre III, vise à étudier la relation entre la variation de l'index-température-humidité(THI) et le taux de réussite de la première insémination artificielle (TRIA1%), des deux races de vaches laitières (Holstein et Montbéliarde), aux niveaux de 112 fermes laitières réparties dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional algérien), se basant sur l'analyse des 2395 fiches individuelles d'insémination artificielle (IA), durant la période (2010-2016).

III .1.1. Introduction :

Dans un contexte mondial de changement climatique, l'Algérie est un pays soumis à un climat difficile (majoritairement aride et semi-aride) faisant ressortir fortement les effets de ce changement. En plus, il y a un réchauffement élevé de plus de 1,5°C (Chabane, 2012). Ceci est d'autant plus enregistré dans les régions sahariennes du pays, caractérisées par leur hyper-aridité, à l'image de la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional Algérien).

D'ailleurs, la température ambiante et l'humidité relative de l'air sont les principales origines du stress thermique, qui influe directement sur le bien-être des animaux d'élevage et leurs performances (Kadzere *et al.,* 2002). De ce fait, le stress thermique induit des dysfonctionnements physiologiques et métaboliques importants qui affectent négativement les capacités productives et reproductrices des vaches laitières (West, 2003).

Certaines des conséquences les plus importantes de l'impact du stress thermique sur la fonction de la reproduction chez les vaches laitières sont: Diminution de la reprise d'activité ovarienne du postpartum, de l'expression du comportement et la durée œstral (Rensis et Scaramuzzi, 2003 ; Kornmatitsuk *et al.,* 2008, Dobson *et al.,* 2008 ; White *et al.,* 2002), altération de la dynamique folliculaire et la qualité ovocytaire (Lebedeva *et al.,* 2014 ; Hansen *et al.,* 2001) réduction du taux de conception (Ravagnolo et Misztal 2002 ; García-Ispierto *et al.,* 2007) régression du développement embryonnaire (Castro e Paula et Hansen, 2008 ; Gendelman *et al.,* 2010, Silva *et al.,* 2013).

Ces détériorations de la fonction reproductive, sont dues essentiellement aux perturbations hormonales altérées par l'hyperthermie, notamment les modifications observées au niveau de l'axe H-H et à une diminution de la sécrétion de GnRH (Dobson, 2001).De même, la diminution de la sécrétion de LH et de sa pulsatilité (amplitudes et fréquences des pulses), ainsi qu'une réduction de son pic pré-ovulatoire (Wise *et al.,* 1988).

L'insémination artificielle avec du sperme frais et congelé joue un rôle de plus en plus important dans les pays à climat tropical ou subtropical situés en Asie, en Afrique ou en Amérique du Sud (Thibier et Wagner, 2002).

A cet effet, la réussite de la première IA (TRIA1) est une clé de l'efficacité reproductive (Windig *et al.,* 2005), mais la probabilité de conception après la première IA diffère d'une vache à l'autre et suivant

les facteurs environnementaux concernent la nutrition, la saison, le logement, la taille de troupeau, etc. (Roelofs *et al.,* 2010).

Les traitements de maîtrise des cycles permettent, chez les bovins, de synchroniser les chaleurs et d'inséminer des groupes d'animaux en aveugle le même jour (Grimard *et al.,* 2003), dont le taux de fertilité à l'œstrus induit, varie grandement entre les élevages mais aussi au sein d'un même élevage d'un lot à l'autre et d'une année à l'autre (Odde,1990, Diskin *et al.,* 2001, Thatcher *et al.,* 2001).Par ailleurs des protocoles d'insémination artificielle programmée ont été développés pour réduire le besoin de détection visuelle de l'œstrus et augmenter les taux de gestation (Collier *et al.,* 2006).

D'après Smith *et al.,* (2013), la sélection génétique pour les races bovines, les mieux adaptées à la chaleur, nécessite des études et des observations approfondies des différences qui existent entre les différentes races laitières.

L'objectif de cet partie, était donc d'étudier la relation entre le taux de réussite de la première insémination artificielle (TRIA1%) des vaches de race Holstein et Montbéliarde, importées de l'Europe et la variation des valeurs de l'indice climatique (THI), dans des conditions climatiques sahariennes, à travers l'analyse des données brutes de l'IA des vaches laitières dans les exploitations d'élevage de la région d'étude.

III.1.2. Matériel et méthodes :

III .1.2.1. Région d'étude :

Par sa position dans la partie centrale du nord du Sahara algérien, la région de Ghardaïa est dominée par un climat saharien hyper aride, qui se caractérise par des températures moyennes annuelles élevées et une atmosphère présentant, en quasi permanence, un déficit hygrométrique.

Elle dispose d'un cheptel bovin de plus de 4000 têtes, en totalité composé de BLM importés de l'Europe, avec une production laitière de plus 15 millions de litres, dont la production laitière annuelle moyenne est de 6314,95/VL/an.

III.1.2.2. Matériel animal :

Les données collectées à partir des fiches individuelles d'insémination artificielle, qui comportent :

- Dates de chaleurs naturelles et synchronisées.
- Dates d'insémination
- Dates de routeur en chaleur
- Dates de diagnostic de gestation
- Type génétique (race), élevage etc…)

Ces données de reproduction appartiennent à 112 fermes d'élevage bovin laitier (agrées par les services vétérinaires), dont l'effectif de VL varie entre 03 et 136, d'une moyenne de 16,02±15,95.

Sur une période de 7 ans (du Janvier-2010 au Décembre-2016), nous avons analysé 2395 cas d'insémination artificielle par la semence congelé parvenu de CNIAG (Alger), 1054 IA de vaches « Holstein » et 1341 IA de vaches « Montbéliarde », soit 44% et 56%, respectivement.

De plus, il faut noter que la fréquence d'utilisation de la technique de synchronisation des chaleurs par la spirale de PRID est de 30% des cas étudiés.

La fréquence d'insémination répartis selon la saison (Automne, Hiver, Eté et Printemps) est de 15.5%, 38.7%, 20.1% et 25.6%, respectivement.

D'une façon générale, ces petites exploitations laitières conduites en intensif, pratiquent une alimentation qui repose essentiellement sur l'utilisation massive des aliments concentrés (> de 65% de la ration journalière), avec des fourrages secs tels que les pailles et les foins, et une quantité de MSI moyenne de 19,21 kg, et un rapport PDI/UFL moyen de 79,95 g/UFL, qui produit environ 20,4 kg/j (Ouarfli et Chehma,2018).

Les vaches laitières améliorées, occupent des bâtiments ne répondant pas aux exigences thermiques des races bovines modernes, surtout en période estival, où la température ambiante dépasse les 48°C. En effet, la totalité des étables ne disposent d'aucuns systèmes de ventilation et de brumisation d'eau. Le diagnostic de gestation se fait par un médecin vétérinaire praticien, par palpation rectale et par l'utilisation d'ultrasonique échographie.

III .1.2.3. Analyses statistiques :

Nous avons procédé à un traitement des données d'insémination artificielle des vaches laitières, où on a classé les facteurs en colonnes (les valeurs du THI le jour d'insémination, la race, utilisation ou non de synchronisation des chaleurs, TRIA1%, l'année et la saison d'IA) à l'aide du tableur EXCEL. Les statistiques descriptives, les tests de corrélation, l'analyse de la variance ANOVA et la régression entre la fertilité des vaches et les facteurs influençant se sont fait à l'aide du logiciel IBM SPSS v21 et Minitab 18

III .1.3. Résultats et discussion :

III .1.3.1.Variation saisonnières des valeurs d'index température humidité (THI) :

Les valeurs de THI mensuelles, des vaches laitières élevées dans cette région saharienne sont exposées à un stress thermique durant la période allant du mois d'avril au mois d'octobre, caractérisée par des valeurs de THI qui dépassent le seuil critique de 72, sont rapportées dans tableau 01.

Ceci affecte négativement les performances de production et de reproduction des bovins laitiers dans les climats tropicaux et subtropicaux (Ravagnolo *et al.*, 2000 ; Silanikove 2000 ; Kadzere *et al.*, 2002 ; West 2003).

Par contre, la période allant du mois de novembre au mois de mars dispose d'un confort thermique, car les valeurs de THI ne dépassent pas le seuil critique de 72.

Tableau N° 01 : Statistiques descriptives des valeurs de THI durant (2010-2016).

	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
Janvier	62,41	3,67	70,55	51,57	13,49
Février	62,93	4,78	77,48	49,38	22,93
Mars	67,32	4,69	79,12	48,22	21,99
Avril	73,41	4,08	82,95	61,53	16,68
Mai	77,18	3,51	86,15	67,63	12,33
Juin	82,12	2,92	88,64	71,48	8,55
Juillet	85,23	2,25	89,47	76,16	5,09
Août	85,04	1,76	89,76	80,51	3,12
Septembre	82,06	3,12	88,58	71,87	9,77
Octobre	76,12	4,05	83,86	65,35	16,40
Novembre	67,93	4,54	80,56	55,42	20,67
Décembre	61,97	3,84	72,84	50,16	14,78

Par conséquent, les valeurs élevées de THI enregistrées au cours des mois de juin, juillet, août et septembre (82,12±2,92, 85,23±2,25, 85,04, conduisent à un état de danger et d'urgence pour les races bovines importées, suivant les seuils établis par Segnalini *et al.*, (2013). D'ailleurs, le THI atteint 84 et plus, pendant quelques jours, ce qui peut être mortel pour les bovins (Du Prezz *et al.*, 1990 ; Hubbard *et al.*, 1997).

De même, Hansen (1994) rapporte que dans un climat subtropical, la température est un élément déterminant des performances de reproduction. La température peut affecter la reproduction à différents niveaux à savoir la puberté, le taux de conception, la mortalité embryonnaire et la gestation.

III.1.3.2.Variation saisonnières des taux de réussite de la première insémination artificielle TRIA1%:

Les figures 01 et 02 illustrent les variations des moyennes marginales estimatives des valeurs de TRIA1% chez la race Holstein, en fonction des variations des valeurs de THI moyennes journalières.

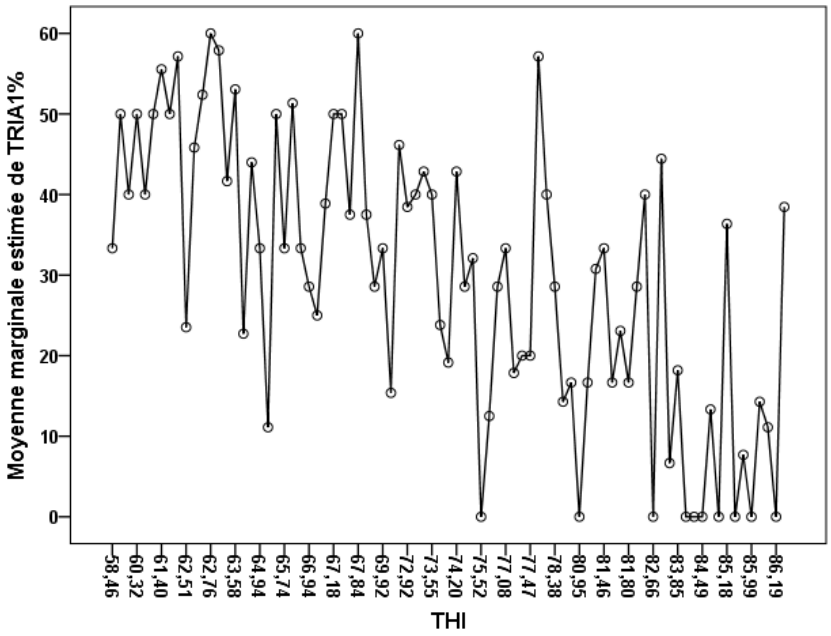

Figure N° 01 : Moyennes marginales estimatives de TRIA1% de Holstein en fonction de THI.

Le TRIA1% de l'Holstein varie entre 0 à 60%, en fonction de THI de 49,38à 89,76, d'une moyenne de 29,56±11,19%, avec une variance de 140,87.

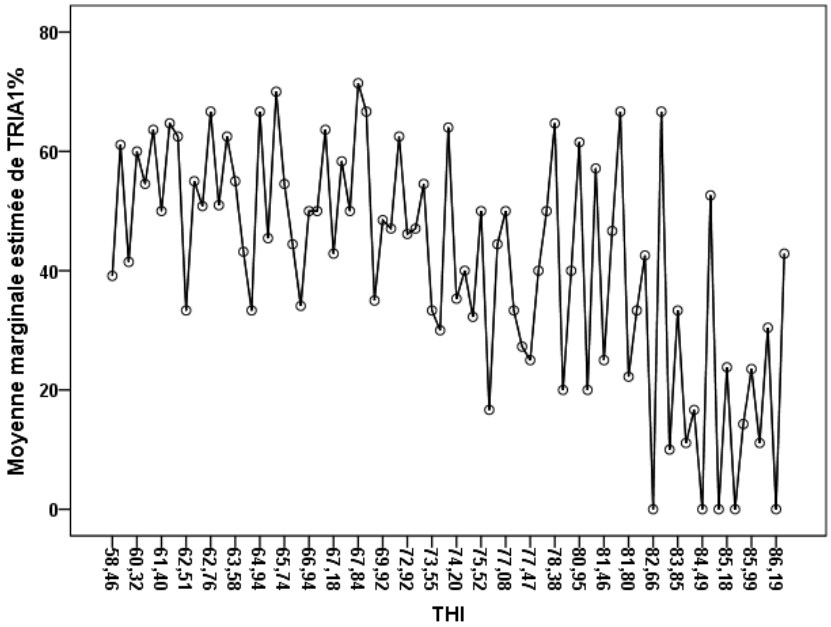

Figure N° 02 : Moyennes marginales estimatives de TRIA1% de Montbéliarde en fonction de THI.

Le TRIA1% de Montbéliarde varie entre 0 à 70%, en fonction de THI de 49,38 à 89,76, d'une moyenne de 41,43±14,57%, avec une variance de 230,43.

Ces moyennes annuelles des TRIA1% (Holstein et Montbéliarde) sont élevées, comparativement à ceux trouvé dans d'autres régions de l'Algérie. En effet, Ghozlane *et al.,* (2010) ont obtenu un TRIA1% de HO de 18,6% dans la plaine de la Mitidja. Merdaci et Chemmam, (2016) au Nord-Est algérien, ont

obtenu un TRIA1% de HO=20%, MO=35%, et pour la Montbéliarde dans les plaines du haut Cheliff, Belhadia et Yakhlef, (2013) ont obtenu un TRIA1% de 28%.

D'un autre côté, on trouve que la fertilité des vaches laitières reste inférieure, surtout pour la Holstein, comparativement aux systèmes de production laitière aux États-Unis et au Royaume-Uni, où les taux de conception vont de 30 à 40% au premier service (Pryce *et al.,* 2004; Norman *et al.,* 2009). Ainsi, au Maroc, le TRIA1% de HO et MO est de 44% et 52% (Tijani *et al.,* 2013) et en France, le taux de conception au premier service de HO et MO est de 43,9% et 53,6% (Le Mézec *et al.,* 2010).

Ces faibles performances reproductives sont dues principalement à l'insuffisance de surveillance des chaleurs et la durée et l'intensité réduites de l'œstrus pendant les périodes de stress thermique (Walsh *et al.,* 2011). Elles sont dues, en plus, à la parité, la production laitière, la santé, et aux facteurs environnementaux, tels que la nutrition, le logement et les conditions climatiques (Roelofs *et al.,* 2010).

Barbat *et al.,* (2005) ont montré qu'en France, les performances de reproduction des vaches de race Montbéliarde sont supérieures à celles des vaches de race Holstein, durant toute l'année.

Le tableau 02 et 03 illustre les variations des moyennes ± écart-types des valeurs des taux de réussite d'insémination première des vaches Holstein et Montbéliarde

Tableau N° 02: Statistiques descriptives des valeurs de TRIA1% de Holstein (2010-2016).

	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
Janvier	46,70	5,19	53,06	40,00	26,98
Février	34,66	14,28	51,35	11,11	204,06
Mars	32,07	10,89	50,00	15,38	118,63
Avril	39,84	5,58	46,15	28,57	31,16
Mai	32,03	13,31	57,14	17,86	177,28
Juin	23,04	13,58	40,00	0,00	184,64
Juillet	15,47	18,73	44,44	0,00	351,08
Août	3,95	5,35	13,33	0,00	28,64
Septembre	16,51	13,12	33,33	0,00	172,39
Octobre	17,58	10,33	33,33	0,00	106,83
Novembre	42,41	11,15	60,00	28,57	124,45
Décembre	50,47	12,82	60,00	22,73	164,40

Tableau N° 03 : Statistiques descriptives des valeurs de TRIA1% de Montbéliarde (2010-2016).

	Moyenne	Ecart-type	Max	Min	Variance
Janvier	51,15	10,39	62,50	33,33	108,02
Février	49,75	12,66	66,67	33,33	160,28
Mars	50,61	13,48	70,00	34,09	181,78
Avril	45,55	10,45	62,50	33,33	109,34
Mai	41,71	12,75	64,71	27,27	162,64
Juin	41,44	17,27	66,67	22,22	298,25
Juillet	26,53	22,66	66,67	0,00	513,51
Août	13,36	18,71	52,63	0,00	350,13
Septembre	28,40	19,19	57,14	0,00	368,41
Octobre	36,52	18,07	64,00	16,67	326,81
Novembre	55,39	10,45	71,43	42,86	109,32
Décembre	56,86	8,762	66,67	43,18	76,78

D'après les valeurs mensuelles de l'index THI, et suivant le classement proposé par Armonstrong, (1994), on peut distinguer 3 périodes de stress thermique, dont P1, P2 et P3 qui s'étalent sur les mois de (novembre, décembre, janvier, février et mars), (avril, mai et octobre) et (juin, juillet, août et septembre).

Les valeurs moyennes de TRIA1% des Holsteins sont de l'ordre de (41,3±7,8, 29,8±11,3 et 15,0±8,0). Néanmoins, les valeurs moyennes de TRIA1% des Montbéliardes sont de l'ordre de (52,6±3,2, 41,3±4,5 et 27,4±11,5), respectivement les périodes P1, P2 et P3.

Les figures 03 et 04 représentent la variation mensuelle moyenne de taux de réussite en première insémination artificielle chez les deux races (Holstein et Montbéliarde).

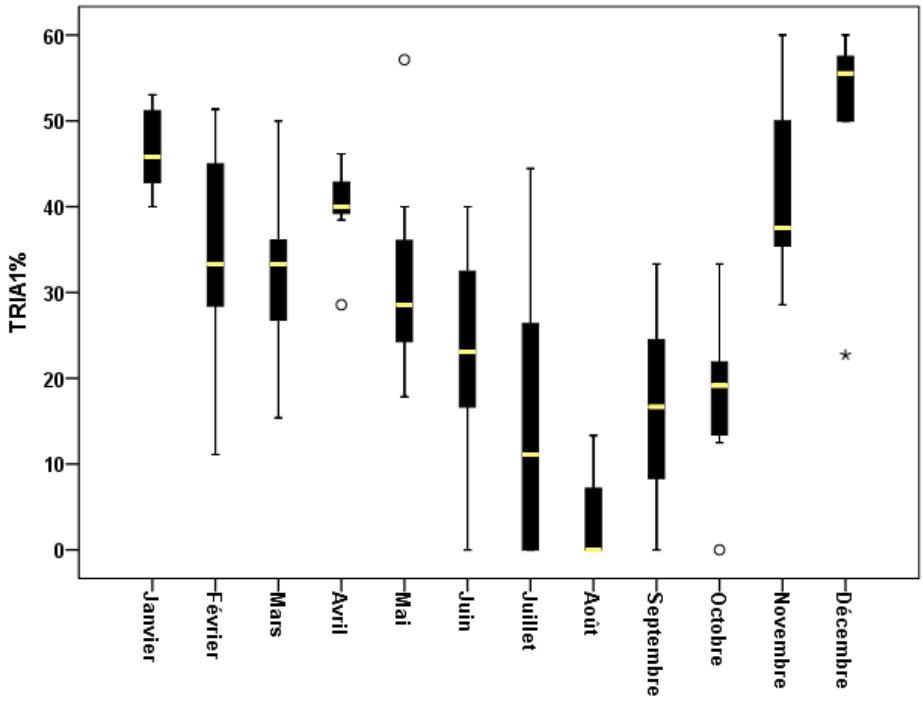

Figure N° 03: Variations mensuelles moyennes des TRIA1% de Holstein durant (2010-2016).

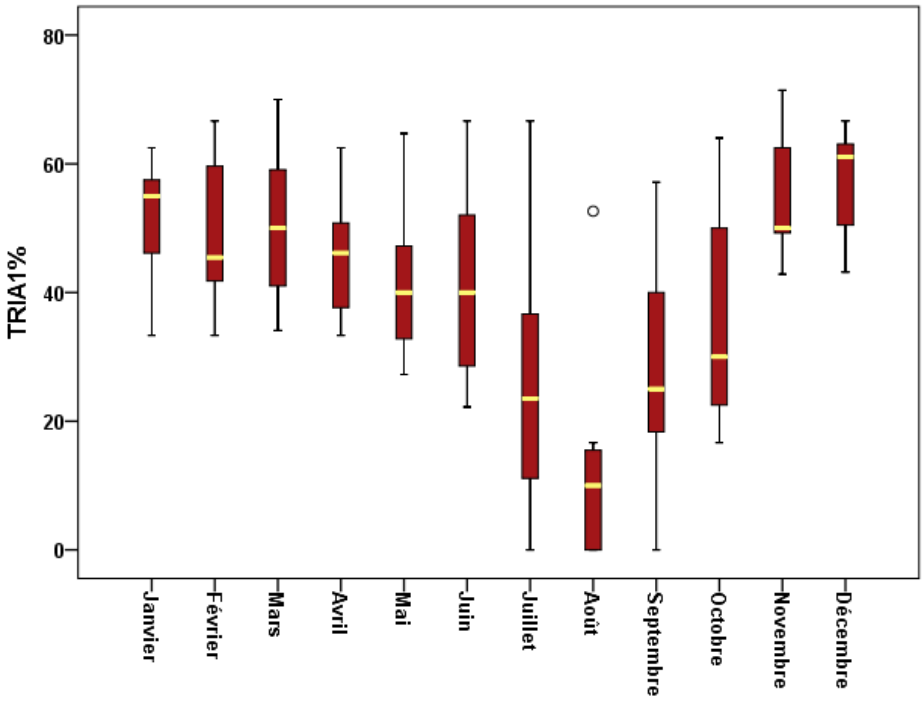

Figure N° 04 : Variations mensuelles moyennes des TRIA1% de Montbéliarde durant (2010-2016).

Ceci montre une baisse de TRIA1% avec l'augmentation de la température ambiante pendant la saison estivale, notamment les mois de juin, juillet, août, septembre et octobre où les valeurs de TRIA1% de la Holstein et la Montbéliarde sont de l'ordre de 23,0±13,6, 16,6±17,9, 4,0±5,4, 16,5±13,1, 17,6± 10,3 et 41,4±17,3, 26,5±22,7, 13,4±18,7, 28,4±19,2, 36,5±18,1, respectivement, avec un taux de chute négative de fertilité de l'ordre de -92,2% et -76,5% lors des variation saisonnières des valeurs de THI.

Nos résultats révèlent qu'il y a une chute remarquable de TRIA1% entre P01 (thermo-neutralité) et P03 (hyperthermie) de l'ordre de -63,6% chez la Holstein et -48,0% chez la Montbéliarde, alors que De Rensis et Scaramuzzi, (2003) ont signalé que le taux de conception diminuait de 20 à 30% en été par rapport aux mois les plus froids. De même, les données de la Floride indiquent une baisse de 53% (De Vries et Risco, 2005). Par ailleurs, dans des conditions méditerranéennes (Tunisie), Bouraoui *et al.*, (2013) et Bensalem *et al.*, (2007) ont constaté une chute du taux de conception pendant la saison estivale de l'ordre de -42,5%, -38,4%, respectivement. Encore, en Egypte, dans un contexte subtropical, le taux de conception est passé de 16,1% à 12,1% à un THI élevé entre 80 et 85 unités (El-Tarabany et El-Bayoumi, 2015).

Selon Mellado *et al.*, (2013), au nord-est du Mexique (environnement aride), l'augmentation du THI entre 70 à 95 unités a été associée à une diminution de TC de 47% à 26% avec une chute de -44,7%.

L'analyse de la variance (tableaux 04 et 05), a montré que le TRIA1% est significativement influencé (P<0,0001) par les facteurs : THI, race, synchronisation des chaleurs, mois et saison.

Tableau N° 04 : Analyse de la variance (ANOVA) de TRIA1% mensuel de Holstein et Montbéliarde.

			Somme des carrés	dl	Carré moyen	F	Sig.
TRIA1% de HO * mois	Entre les groupes	(Combiné)	15756,330	11	1432,394	10,167	0,0001
		Linéarité	483,077	1	483,077	3,429	0,068
		Déviation de la linéarité	15273,253	10	1527,325	10,841	0,0001
		Au sein des groupes	10143,492	72	140,882		
	Total		25899,822	83			
TRIA1% de MO * mois	Entre les groupes	(Combiné)	13314,716	11	1210,429	5,253	0,0001
		Linéarité	357,110	1	357,110	1,550	0,217
		Déviation de la linéarité	12957,606	10	1295,761	5,623	0,0001
		Au sein des groupes	16591,957	72	230,444		
	Total		29906,673	83			

Tableau N° 05 : Analyse de la variance (ANOVA[a,b]) des facteurs influençant le TRIA1%.

Modèle		Somme des carrés	dl	Carré moyen	F	Sig.
1	Régression	60,8	3	20,3	42,9	0,000c
	Résiduel	1 130	2 391	0,473		
	Total	1 191	2 394			

a. Variable dépendante: TRIA1%

b. Régression pondérée des moindres carrés - Pondérée par la saison

c. Prédicteurs: (Constante), THI, synchronisation des chaleurs, race

A cet effet, De la Sota *et al.,* (1998) ont montré que le taux de conception par l'IA synchronisée est plus élevé chez les vaches stressées par rapport à l'insémination à l'œstrus observé. De même, l'induction de plusieurs cycles folliculaires par des injections répétées de GnRH et de PGF_{2a} a éliminé l'effet perturbateur du stress thermique sur la fonction folliculaire (Guzeloglu *et al.,* 2001).

A cet effet, plusieurs auteurs (Hansen, 1997 ; De Rensis et Scaramuzzi, 2003 et Lopez-Gatius, 2003) ont indiqué l'effet négatif de la saison chaude sur la réussite d'IA. De même, Hansen et Arechiga, (1999) ont rapporté que la fertilité réduite est généralement observée pendant les mois d'été, mais il a été démontré qu'elle persiste pendant les mois d'automne, même après que le stress thermique ait diminué. Par ailleurs, Mc Gowan *et al.,*(1996) en Australie, Garcia-Isperto *et al.,*(2007) en Espagne, Nabenishi *et al.,*(2011) au Japon, Schüller *et al.,*(2014) en Allemagne et Boni *et al.,*(2014) en Italie, ont trouvé que des taux de conception réduits étaient associés à un THI élevé.

Le tableau 06 illustre une corrélation significativement négative entre le TRIA1% de (HO et MO) et les valeurs de THI en fonction des 03 périodes de l'année.

Tableau N° 06 : Corrélation des valeurs de THI avec le TRIA1% de Holstein et Montbéliarde.

		TRIA1% Holstein	**TRIA1% Montbéliarde**
THI	Corrélation de Pearson	-0,680**	-0,601**
	Sig. (2-bilatéral)	0,0001	0,0001
	Somme des carrés et des produits croisés	-8704,448	-8267,714
	Covariance	-104,873	-99,611

**. *La corrélation est significative au niveau 0,01 (bilatéral).*

À cet égard, il existe une différence significative (P<0,01) entre les trois périodes (P1, P2, P3) et les deux races en matière de fertilité, en plus de la forte corrélation négative entre THI et TRIA1%, dont [HO : r= -0,68] et [MO : r= -0,6]. Cela confirme plusieurs études, qui ont montré la différence de sensibilité au stress thermique entre les races bovines (Correa-Calderón, 2004 ; Smith *et al.,* 2013).

La figure 05 illustre la régression linéaire entre le TRIA1% de la race Holstein et THI moyen mensuel, où on constate que la régression entre le TRIA1% et le THI mensuel (entre 2010 et 2016) est significativement négative (n= 84, P < 0,0001, r= -0,73, R^2= 0,54 et l'équation de prédiction est TRIA1% = 131,7-1,37*THI).

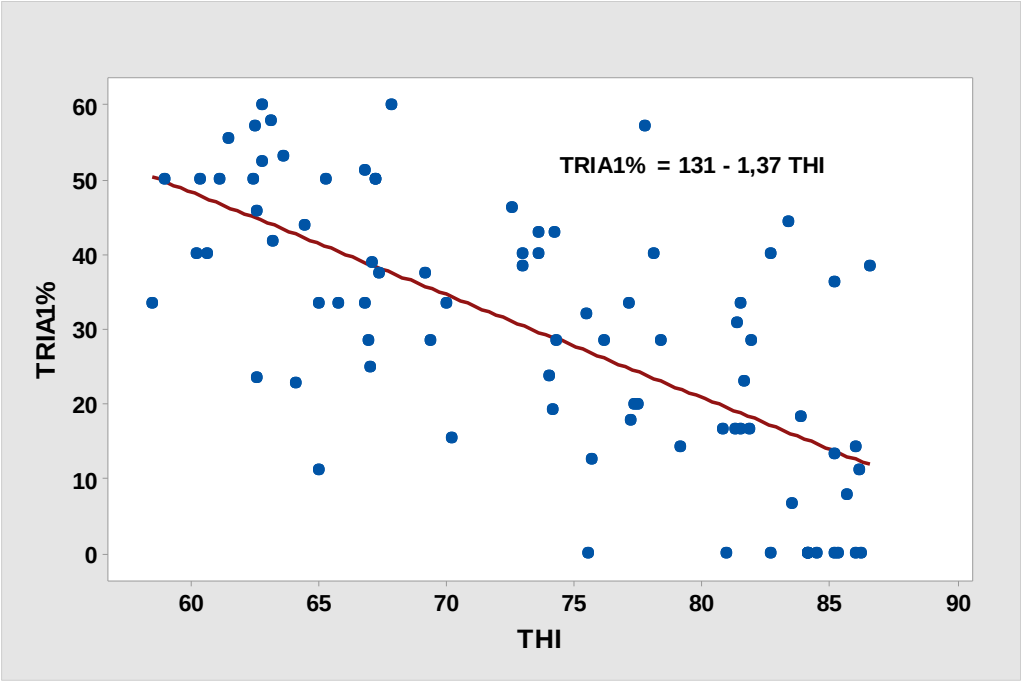

Figure N° 05 : Régression linéaire entre le TRIA1% de la race Holstein et le THI.

La figure 06 représente la régression linéaire entre le TRIA1% de la race Montbéliarde et le THI moyen mensuel, où on constate que la régression entre le TRIA1% et le THI mensuel (entre 2010 et 2016) est significativement négative (n= 84, P < 0,0001, r= -0,65, R^2= 0,42 et l'équation de prédiction est TRIA% = 137,8-1,307*THI).

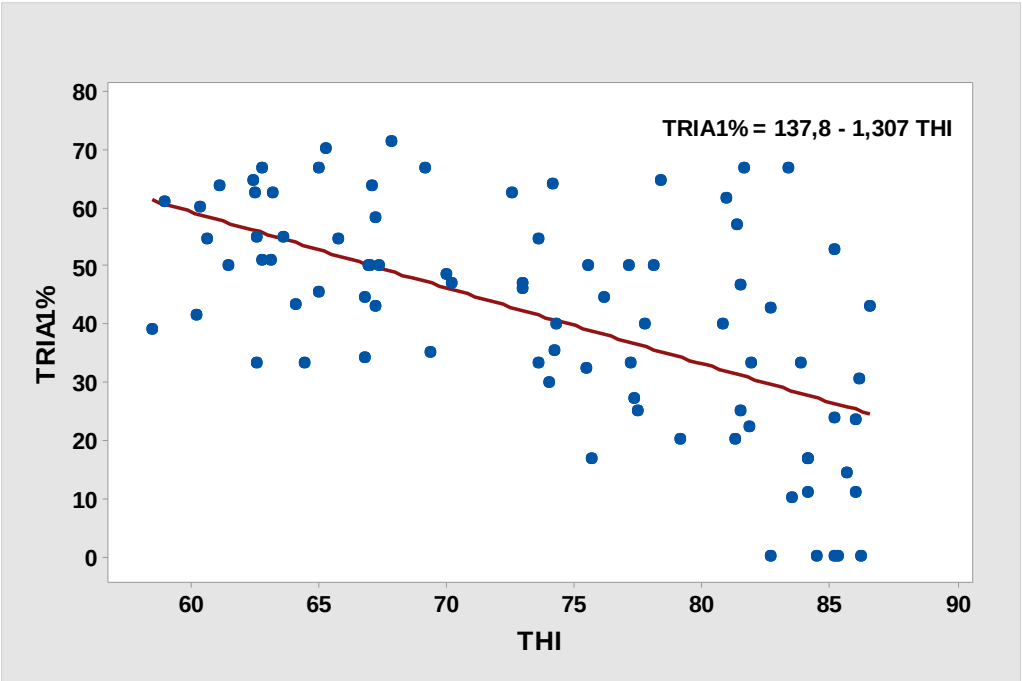

Figure N° 06 : Régression linéaire entre le TRIA1% de la race Montbéliarde et le THI.

Les équations de régression négative obtenue sous l'effet significatif (P< 0,001) de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, dont les valeurs THI, expliquent 54% de la variation du taux de

conception chez l'Holstein, contre 42% chez la Montbéliarde. De plus, la corrélation avec le THI qui est supérieure aussi pour (HO r= -0,73 vs MO -0,65), alors que Johnson, (1984) trouve une corrélation négative hautement significative de l'ordre de r=-0,69 entre le TRIA1%et le THI. De même Du Preez *et al.,* (1991) et Bouraoui *et al.,* (2002) respectivement, rapportent que 73% et 70% de variation du taux de réussite, en première insémination par la moyenne mensuelle de la valeur THI, qui sont identiques à nos résultats concernant les vaches Holstein.

De ce fait, ces résultats montrent la sensibilité de la race Holstein au stress thermique par rapport à la Montbéliarde. D'ailleurs, les caractéristiques du pelage affectent la température corporelle (Silva, 1999), et cette dernière contribue à l'augmentation de la température utérine, qui est associée à la diminution du taux de conception et la mortalité embryonnaire précoce (García-Ispierto *et al.,* 2007 ; Vasconcelos *et al.,* 2011).

A cet effet, Calderón *et al.,* (2004) et Gaughan *et al.,* (2009) ont constaté que les bovins à pelage clair sont plus adaptés aux environnements chauds. De même, l'OS, (2008), rapporte une thermo-tolérance des vaches Montbéliardes face aux Holsteins, car il existe des différences dans la capacité thermorégulatrice entre les races bovines (Hansen, 2009).

Becerril *et al.,* (1993) ont trouvé une régression négative pour les caractères de reproduction, en association avec la couleur du pelage foncé, pendant les périodes de stress thermique en environnement subtropical. Au contraire, pour les vaches Holstein à haut rendement dans une zone tropicale du Brésil, où les vaches à pelage noire (≥ 70% de la robe), avaient le même nombre d'inséminations par conception (AI/AIF) que les vaches à prédominance de pelage blanche (Bertipaglia *et al.,* 2005), mais Flores-Lemus *et al.,* (2002) ont signalé une diminution du nombre de services par conception (AI/AIF) chez les vaches Holstein à prédominance blanche.

III .1.4. Conclusion :

A l'issue de cette étude, nos résultats montrent que les performances reproductives sont négativement affectées par le stress thermique, à l'image de la diminution du taux de réussite au premier service chez les deux races. Toutefois, les vaches Montbéliardes sont significativement moins impactées par l'élévation de température que les Holsteins, spécialement lorsque les THI sont supérieurs à 80 en saison chaude, ce qui caractérise les conditions climatiques sahariennes.

Il serait préférable d'inséminer moins souvent en été (20,1% actuellement) et plus souvent en automne (15,5% actuellement) pour bénéficier de THI et TRIA1% plus favorables.

L'amélioration des traits reproductifs passe par le développement de mesures qui permettent au bovin de maximiser sa capacité de dissipation de la chaleur. Ceci peut se faire par le contrôle et l'amélioration des facteurs d'ambiance au sein des bâtiments d'élevage (ombrage, ventilation, et douche ou brumisation), et par l'amélioration de la ration alimentaire, notamment en périodes chaudes (et en automne), en termes d'équilibre protéo–énergétique, ajouts de tampons, additifs alimentaires, etc., afin de

minimiser les impacts néfastes du stress thermique sur les potentialités laitières, et surtout la fonction reproductive.

Par ailleurs, face à la sévérité climatique des régions sahariennes, le choix des races bovines les mieux adaptées à ce contexte saharien constitue une nécessité accrue pour l'élevage laitier en zones arides, avec l'adoption d'un programme de sélection génétique pour la résistance thermique.

DISPOSITIF N° 2: EFFET DES CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES SUR LES PARAMETRES REPRODUCTIFS DES HOLSTEINS NATIVES EN REGIONS SAHARIENNES

Ce dispositif N° 02 du chapitre III, vise à étudier l'effet des variations saisonnières de l'index-température-humidité (THI) sur le taux de conception (TC%), le taux de gestation (TG%) et l'index de fertilité (IF) de vaches laitières Holstein natives en région saharienne, d'un côté et, d'apprécier les différents paramètres de fécondité des génisses et celles des vaches laitières en relation des facteurs d'impacts (individuelles et environnementales) de l'autre.

III .2.1. Introduction :

La fécondité est un trait multifactoriel et sa détérioration peut être causée par un réseau de facteurs génétiques, environnementaux et de conduite d'élevage et leurs interactions complexes rendent difficile à déterminer la raison exacte de ce déclin (Walsh *et al.,* 2011). L'infécondité est l'augmentation du temps nécessaire à l'obtention d'une gestation qui se traduit d'une diminution de la rentabilité des exploitations (Grohn et Rajala-Schultz, 2000).

Hansen, (1994) rapporte que dans un climat subtropical, la température est un élément déterminant des performances de reproduction. La température peut affecter la reproduction à différents niveaux à savoir la puberté, le taux de conception, la mortalité embryonnaire et la gestation.

Dans le même ordre d'idée, la fertilité des vaches laitières est également très sensible aux variations saisonnières, surtout dans les environnements chauds (régions tropicales et subtropicales). Dans l'hémisphère Nord, de juin à septembre et dans l'hémisphère Sud de décembre à mars, il y a des périodes de fertilité réduite (sous-fertilité) chez les vaches laitières qui sont qualifiées d'infertilité estivale (De Rensis *et al.,* 2017). Sous l'effet des températures et des taux d'humidité élevés, entraînant des taux de croissance réduits des génisses, une diminution de l'efficacité alimentaire, une augmentation de la mortalité, des taux de fertilité plus faibles, des taux d'avortement plus élevés et un abattage massif des animaux infertiles (St-Pierre *et al.,* 2003 ; Renaudeau *et al.,* 2011).

Ce déclin de fertilité des vaches laitières est lié aux changements physiologiques (Wiltbank *et al.,* 2006 ; de Rensis *et al.,* 2015), tel que les altérations métaboliques, qui sont principalement causées par une diminution de l'apport alimentaire qui exacerbe le bilan énergétique négatif, la sécrétion d'hormones métaboliques et d'autres facteurs de croissance folliculaires (De Rensis *et al.,* 2017). L'accroissement du mérite génétique, avec les changements de conduite d'élevage conduit à une augmentation de la production laitière (Honig *et al.,* 2016 ; Dash *et al.,* 2016).C'est la conséquence de la sélection intensif des animaux d'élevage, qui devient de plus en plus sensibles aux effets environnementaux (Nardone *et al.,* 2010; Ferreira, 2013).

Schüller *et al.,* (2014) et Al-Katanani *et al.,*(1999), ont rapporté que le taux de conception est affecté négativement par le stress thermique avant et après le jour de d'insémination. Les conditions climatiques, avant ou après le jour de service, étaient systématiquement associées à une réduction de taux

de conception, et les effets sur ces jours peuvent être égaux ou supérieurs aux conditions du jour de service (Ingraham *et al.,* 1974; Ravagnolo et Misztal, 2002; García Ispierto *et al.,* 2007). D'ailleurs, les faibles fertilités des vaches laitières ont été fortement liées aux températures élevées (Rensis et Scaramuzzi, 2003; López-Gatius, 2012; 2013).

Les facteurs de risque d'une mauvaise expression de l'œstrus est liée à des multiples facteurs (Roelofs *et al.,* 2010).Jusqu'à 50 %, des vaches laitières ont des cycles œstrales anormaux après le vêlage, ce qui entraîne une augmentation des intervalles entre les vêlages et les inséminations (Opsomer *et al.,* 1998).

Cette variation peut être attribuée à la qualité, la composition et la disponibilité des aliments (Garnsworthy *et al.,* 2009). Le bilan énergétique négatif (BEN) exerce un effet important sur le taux de réussite en première insémination (TRIA1%) (Rukkwamsuk, 2010), et le taux de conception en générale (Avendano-Reyes et *al.,* 2010).

Les facteurs causatifs non infectieux des pertes de gestation comprennent le stress thermique (García-Ispierto *et al.,* 2006), la production laitière élevée (Grimard *et al.,* 2006) et des niveaux sous-optimaux de progestérone associés à cette production laitière élevée (Rhinehart *et al.,* 2009). Parmi les autres facteurs de risque de pertes fœtales précoces figurent la conduite intensive de l'élevage (López-Gatius *et al.,* 2009), la parité (Labèrnia *et al.,* 1996 ; López-Gatius *et al.,* 2004), les troubles post-partum antérieurs (López-Gatius 2012) et la gestation gémellaire (López-Gatius *et al.,* 2002 ; Silva-Del-Río *et al.,* 2009).

Comme alternative à la détection des œstrus à des jours inconnus du calendrier, des méthodes de synchronisation des œstrus ont été développées pour réduire le moment de l'œstrus et de l'ovulation, ce qui permet de contrôler le moment de l'insémination et du vêlage (Colazo et Mapletoft, 2014 ; Stevenson, 2016).

L'ovulation synchronisée et l'insémination programmée sont des méthodes de gestion décrites pour surmonter les problèmes de détection de l'œstrus. Le transfert d'embryons a également permis d'améliorer les taux de gestation des vaches en environnement chaud (Collier *et al.,* 2006).

L'élaboration de protocoles de synchronisation hormonale qui tiennent compte de l'IA synchronisée (IAS) a fourni un outil de gestion pour amorcer l'IA post-partum, et ainsi contrôler précisément la période d'attente volontaire des vaches laitières en lactation. Un protocole hormonal commun pour synchroniser l'ovulation chez les vaches laitières utilise des injections de GnRH et $PGF_{2\alpha}$ (Pursley *et al.,* 1995 ; Burke *et al.,* 1996 ; Pursley *et al.,* 1997a, 1997b) et est une méthode efficace pour la programmation hormonale des vaches recevant l'IA synchronisée.

En outre, au cours des dernières années, la sélection génétique pour les Holsteins est passée de caractères principalement productifs à des caractères fonctionnels non productifs associés à une meilleure santé et à une meilleure fertilité (Miglior *et al.*, 2005).

De ce fait, l'efficacité de la reproduction a un impact majeur sur la rentabilité des exploitations laitières, par l'amélioration du rendement reproductif des vaches laitières, dépend des facteurs associés à la reprise de la fonction ovarienne, de l'expression de l'œstrus et de l'établissement et du maintien de la gravidité (Santos *et al.*, 2009).

Cette partie de travail a pour objectif d'étudier les paramètres de reproduction (fécondité et fertilité) des vaches laitières Holstein natives dans un climat saharien (hyperaride), dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional algérien), pour décrire leurs profils d'évolution sur une période de 20 ans. Ceci va nous permettre de comparer les performances reproductives obtenues dans ce contexte saharien avec ceux d'autres études (tempérés, tropicales et subtropicales), d'un côté, et d'apprécier l'effet directe des variations saisonnières de la température ambiante et l'humidité relative (THI) sur les traits reproductifs de la race Holstein aux conditions climatiques sahariennes, de l'autre.

III .2.2. Matériel et Méthodes :

III .2.2.1. Source de données :

Dans le cadre d'appréciation des performances reproductives de vaches laitières « Holstein » natives dans la région de Ghardaïa, on a eu à notre disposition des données collectées dans l'exploitation du groupement agricole « Kherfi Ikhwan », qui est située à (32°41'06.7"de latitude Nord et 4°44'10.8"de longitude Est), et précisément à 27 km de Guerrara, à côté de la route N°33 W reliant Guerrara et Touggourt.

Nous nous sommes appuyés sur le fichier « pédigrée » de tous les animaux de la ferme, qui nous a fourni toutes les informations nécessaires concernant le numéro de la vache, le jour, le mois et l'année de naissance, le jour, le mois et l'année de l'insémination, le jour, le mois et l'année de vêlage, l'âge au premier vêlage, le nombre de lactations et le nombre d'inséminations. A cet effet, pour étudier la fertilité à l'échelle du troupeau (population) qui contient 362 femelles dont (72 génisses, 87 vaches laitières primipares et 203vaches laitières multipares), toute en analysant 2512 cas d'insémination artificielle sur une durée s'étalant sur 18 ans entre (janvier 1998 et décembre 2016). De même, et afin de décrire les paramètres de fécondité, on a analysé 776 vêlages des 226 vaches laitières nés entre (1993-2014) sur une période de 20 ans (1995-2015).

Pour étudier l'effet du stress thermique sur les performances reproductives des vaches laitières Holstein, on a utilisé les données de température ambiante (Ta°) et l'humidité relative de l'air (H%) sur la

période de (1993-2016), dans la région d'étude, à partir la station météorologique de la région (ONM Ghardaïa).

III .2.2.2. Conduite d'élevage :

D'une façon générale, cette exploitation laitière est conduite en intensif, dont l'alimentation basée essentiellement sur l'utilisation des fourrages verts, des ensilages et des foins de bonne qualité produits localement et représentant environ 40% de la ration journalière. en plus, des aliments concentrés tels que les grains de céréales (maïs et blé) et les sous-produits (Son gros de blé, rebut de datte et tourteau de soja).

Généralement, la quantité de matière sèche ingérée (MSI), est en moyenne de 23,8kg/vache/jour, et le rapport PDI/UFL moyen est de 104,45 g/UFL, et la densité énergétique est de 0,86UFL/kg, et le rendement laitier moyen est de 7030,35 kg/vache/an.

L'utilisation de la technique de synchronisation des chaleurs par la méthode d'association *GnRH/ $PGF_{2\alpha}$*

Selon le protocole suivant :

- Injection de GnRH à J0, $PGF_{2\alpha}$ 7 jours plus tard, GnRH 48 h après l'injection de $PGF_{2\alpha}$ (Pursley *et al.,* 1995).
- L'insémination peut être pratiquée entre 12 et 24 h après la seconde injection de GnRH (12-18 h, Chastant-Maillard *et al.,* 2002; 16-24 h, Mialot *et al.,* 2003).

III .2.2.3.Calcul des paramètres reproductifs :

Les performances de reproduction des vaches laitières sont généralement calculées à l'échelle d'une population. Cette population peut être un troupeau, des animaux inséminés par une même coopérative ou l'effectif d'une race à l'échelle nationale. Les performances y sont fournies sous forme de ratios ou de moyenne associée à un intervalle (Ledoux, 2011).

A cet effet, La fécondité des génisses a été calculée en mois par :

- L'intervalle entre la première insémination et la naissance (N-IA1).
- L'intervalle entre l'insémination fécondante et la naissance (N-IF).
- L'intervalle entre le premier vêlage et la naissance (APV).

La fécondité des vaches laitières (primipares et multipares) a été calculée en jours par :

- L'intervalle entre le vêlage précédant et la première insémination (IV-IA1 ou période d'attente PA).
- L'intervalle entre le vêlage précédant et l'insémination fécondante (IV-IAF ou jours ouvert)
- L'intervalle entre l'insémination fécondante et la première insémination (période de reproduction : PR).
- L'intervalle entre le vêlage précédant et le vêlage succédant (IV-V).

La fertilité des vaches laitières (génisses, primipares et multipares) a été calculée par :

- L'index de fertilité (IF) est exprimé par le nombre d'inséminations réalisées sur les femelles divisé par le nombre de génisses et de vaches laitières gestantes (IA/IAF).
- Le taux de conception (TC%) qui traduit le pourcentage du nombre des femelles fécondantes sur le nombre total d'inséminations réalisées sur ces animaux.
- Le pourcentage des vaches inséminées à la première insémination (TRIA1%), à la deuxième (TRIA2%) et trois fois ou plus (TRIA3% et plus).
- Le taux de conception (TG%) qui traduit le pourcentage du nombre des femelles gestantes sur le nombre total d'inséminations réalisées sur ces animaux.

III .2.2.4. Calcul d'index- température-humidité (THI) :

D'après (Ravagnolo et Misztal, 2002), qui ont rapporté que THI le jour de l'insémination semble être le paramètre environnemental le plus utilisable dans les études d'impact des conditions climatiques sur la reproduction.

Pour déterminer l'effet saisonnier et l'effet du jour d'insémination des valeurs THI sur les performances reproductives (Fertilité et fécondité), on utilise la formule décrite par Mader *et al.,* (2006):

$THI = (0,8 \times T°) + [(\%RH / 100) \times (T° - 14,4)] + 46,4.$

Dont : T° : température ambiante, HR: humidité relative de l'air.

III .2.2.5. Editions des données reproductives et environnementales :

Pour faciliter le traitement statistiques des données finales obtenus lors des calculs, on a procédé à divisé ces données en catégories (classes).

- Les valeurs de THI : sont répartis en 04 classes, suivant la classification de Silanikove, (2000). Qui évalue l'intensité du stress thermique, comme suit : absence de stress (<72), stress moyen[72-78], modéré [78-84] et sévère >84.
- La parité des vaches laitières a été répartie selon le numéro de lactation de la première jusqu'à la huitième.
- Le type de femelle dont, (0=Génisse, 1=Primipare, 2= Multipare).
- Les catégories d'intervalle vêlage-vêlage des vaches laitières, <365 (c'est-à-dire <12 mois), 365-548] (c'est-à-dire entre 12 et 18 mois) et [548- 730] (c'est-à-dire entre 18 et 24 mois).
- Les classes de l'intervalle vêlage- première insémination des vaches laitières, sont de l'ordre de <60, [60-90], [90-120], [120-150] et >150 jours, respectivement.
- Les classes de l'intervalle vêlage- insémination fécondante des vaches laitières, sont de l'ordre de <60, [60-90], [90-120], [120-150] et >150 jours, respectivement.
- Les classes de l'intervalle première insémination- insémination fécondante ou la période reproduction (PR) des vaches laitières sont de l'ordre de <24, [24-45], [45-66], [66-87], [87-108] et >108 jours, respectivement.

- Les classes de rang de lactation sont de l'ordre de première lactation, deuxième lactation, troisième lactation et quatrième lactation et plus.

III .2.2.6. Analyses statistiques :

Toutes les données obtenues lors des calculs, ont été analysées par les techniques des moyennes marginales estimées de facteur dépendant, et de l'analyse de la variance (ANOVA), avec une différence de ($P<0,05$), qui a été considérée statistiquement significative. En utilisant la procédure du modèle linéaire général (GLM) « SPSS version 21 » pour déterminer les effets des différents facteurs étudiés sur les performances de reproduction (fertilité et fécondité).

Plusieurs méthodes ont été utilisées dans l'analyse des statistiques descriptives des données et dans le but de résumer quantitativement les informations recueillies lors d'étude. Selon les variables quantitatives et qualitatives, ce sont respectivement des moyennes, écart-types, valeurs min/max et des fréquences avec les pourcentages associés.

De plus, le test de comparaison de moyennes, qui a été utilisé pour comparer les différences de moyennes observées pour une variable quantitative ou qualitative, de même, le test de « Levens » sur l'égalité des écarts d'erreur. En outre, la corrélation de « Spearman » a été calculée pour déterminer le degré de la liaison entre les différents variables étudiés.

L'analyse de la régression entre les valeurs de THI et le taux de conception à l'aide de logiciel « Minitab18.0 ».

III .2. 3. Résultats et discussion :

III .2. 3. 1. Environnement thermiques des vaches laitières :

Des indices complexes, qui combinent certains des paramètres climatiques susmentionnés, ont été proposés pour surveiller les effets du stress thermique. L'indice température-humidité (THI), qui combine les températures maximales avec l'humidité relative minimale, est le plus utilisé (Ravagnolo et Misztal, 2000). A cet effet, on a fait l'analyse des moyennes marginales estimées des valeurs THI mensuelles de la période de 1992 à 2016 suivant la variation saisonnière des mois de l'année (figure 1),

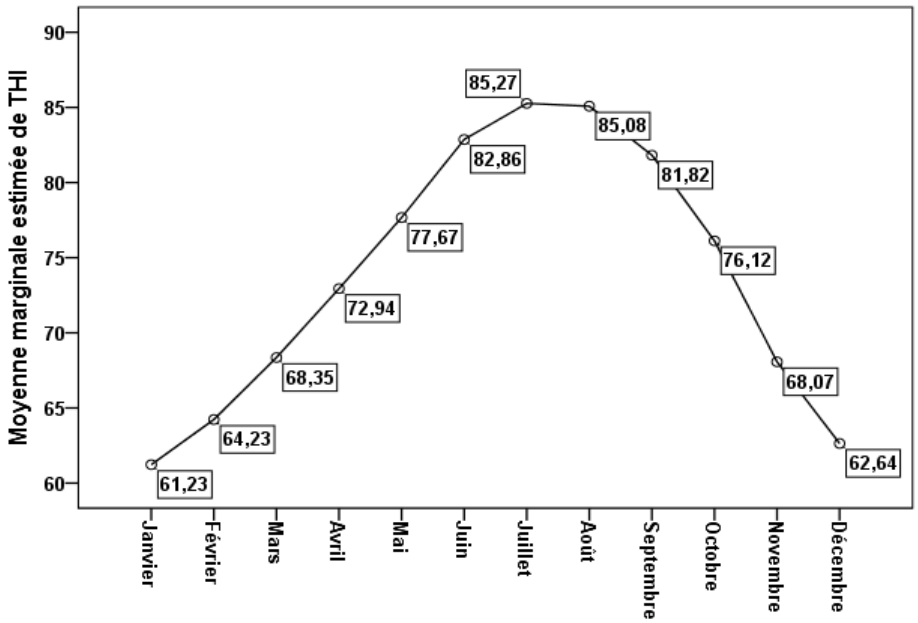

Figure N° 01 : Variation saisonnière des valeurs moyennes de THI (1992-2016).

Il ressort que la vache laitière Holstein élevée dans cette zone aride est exposée à un stress thermique durant la période allant du mois d'avril au mois d'octobre, caractérisée par des valeurs de THI qui dépassent le seuil critique de 72. Il est admis que sous le seuil de 72, le THI n'induit pas de stress thermique chez les bovins (Armstrong, 1994). Néanmoins, les études de Bryant *et al.,* (2007) ont montré que le seuil de THI ≥ 68 pour les Holstein et THI ≥75 pour les Jerseys en Nouvelle-Zélande pourraient déclencher un stress thermique chez les vaches en lactation. Pourtant, (West, 2003 ; Bernabucci *et al.*, 2010), rapportent que le stress thermique a des répercussions sur les paramètres zootechniques, où les valeurs de THI sont supérieures à 68.

Au-dessus de 72, le THI a des conséquences sur le métabolisme des bovins laitiers (Armstrong, 1994 ; Zimbelman *et al.,* 2009), qui se traduit par une augmentation de la fréquence respiratoire, une recherche d'ombre, une baisse d'appétit, une diminution des performances laitières et de reproduction jusqu'à la mort de l'animal par hyperthermie. Dans l'ensemble, l'élévation des THI en fonction de l'augmentation de la température ambiante, ont des effets délétères sur la physiologie et la santé des vaches laitières.

III .2. 3. 2.1. Les paramètres de fécondité des génisses :

L'objectif prioritaire d'une évaluation des performances de reproduction d'un troupeau laitier est de pouvoir identifier et interpréter la présence ou non d'un problème de fécondité et/ou de fertilité du troupeau reproducteur (Hanzen *et al.,* 2013b).

A cet effet, le tableau 01 illustre les variations des paramètres de fécondité des 226 génisses étudiées dont :

- Les moyennes de durées (en mois) des intervalles de la première insémination et la naissance (NIA1) sont de l'ordre de 20,10± 4,64, 19,18±3,06et 19,12±2,22, suivant leurs périodes de naissance, respectivement.
- Les moyennes de durées (en mois) des intervalles entre l'insémination fécondante et la naissance (NIF) sont de l'ordre de 21,14± 5,25, 20,31±3,54et 19,55±2,36, suivant leurs périodes de naissance, respectivement.
- Les moyennes de durées (en mois) des intervalles entre le premier vêlage et la naissance (APV) sont de l'ordre de 30,39±5,27, 29,52±3,48 et 28,69±2,78, suivant leurs périodes de naissance, respectivement

Tableau N° 01 : Moyennes de l'intervalle NIA1, NIAF et APV (mois) selon la période de naissance.

Période de naissance	NIA1 (mois)	NIF (mois)	APV (mois)
	Moyenne± Ecart-type		
Pas de stress thermique (N=344)	20,10 ± 4,64	21,14 ± 5,25	30,39 ± 5,26
Stress thermique modéré (N=307)	19,18 ± 3,06	20,31 ± 3,54	29,52 ± 3,48
Stress thermique sévère (N=125)	19,12 ± 2,22	19,55 ± 2,36	28,69 ± 2,78
Moyenne total (N=776)	19,58 ± 3,77	20,56 ± 4,29	29,77 ± 4,32

III .2. 3. 2.1.1. L'intervalle naissance- première insémination artificielle des génisses :

Les différentes moyennes de l'intervalle NIA1 (mois) des génisses étudiées, dont les médianes statistiques sont de l'ordre 19, 19 et 20 mois, en fonction des classes de leurs périodes de naissance (pas de stress, stress modéré, et stress sévère), respectivement, avec une plage de variation de 12,57à 40,63 mois, (figure 02) .

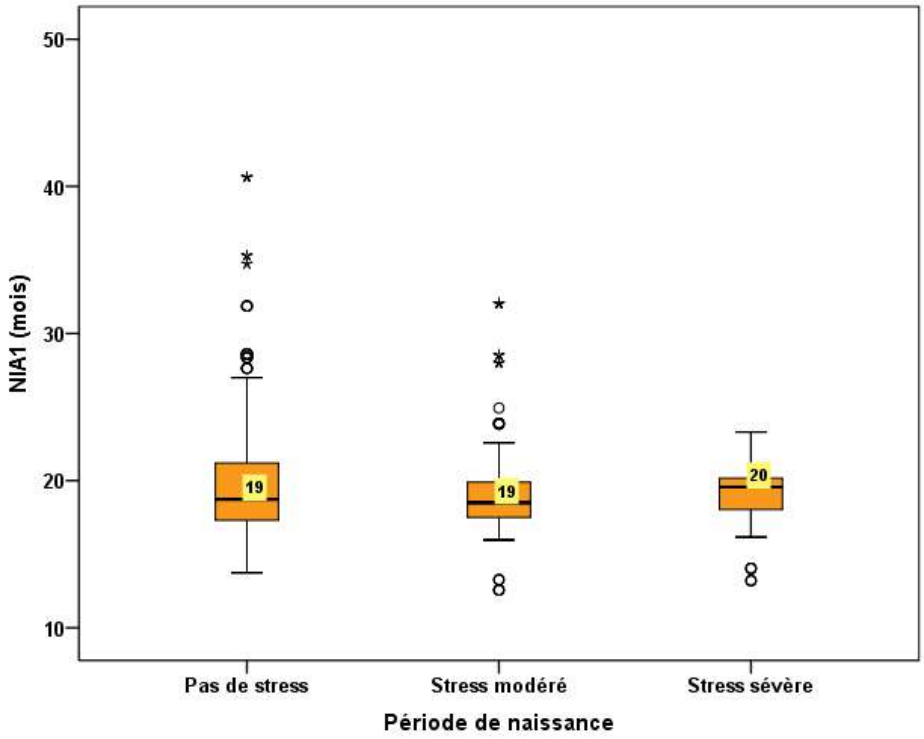

Figure N° 02 : Box plots de l'intervalle N-IA1 (mois) selon la période de naissance.

L'intervalle naissance- première insémination artificielle (N-IA1) des 226 génisses étudiées est de 19,58±3,77 mois, qui est largement inférieur à ceux d'autres études, en Inde 28,6 mois (Kumaresan *et al.,* 2009), en Ethiopie 33,03 mois (Fekadu *et al.,* 2011) et légèrement supérieur en Chine 18,7 mois (Wu *et al.,* 2012).

Il existe une interaction significative (P=0,002) entre l'intervalle N-IA1 et la période de naissance de la génisse, ce qui montre l'effet directe de la saison des naissances sur l'activité (Beam et Butler, 1997 ; Beam et Butler, 1998 ; Crowe *et al.,* 2014). Orihuela, (2000), a démontré que des facteurs environnementaux (la température, la durée du jour et la photopériode), tous influencent le comportement œstral des vaches laitières.

Par ailleurs, la puberté est dépendante de la race, du poids corporel à maturité et de la croissance post-pubertaire (d'environ 11 à 14 mois). Elle a également un impact significatif sur l'âge au premier vêlage (Krpalkova *et al.,* 2014). Néanmoins, nos résultats révèlent que l'intervalle N-IA1 en période (Pas de stress) est plus long par rapport aux génisses nés en période (Stress thermique sévère)

III .2. 3. 2.1.2. L'intervalle naissance- insémination artificielle fécondante des génisses :

Les différentes moyennes de l'intervalle N-IAF des génisses étudiées (figure 03), où les médianes statistiques sont de l'ordre 20, 19 et 20 mois, en fonction des classes de leurs périodes de naissance (pas de stress, stress modéré, et stress sévère), respectivement, avec une plage de variation de 12,57 à 40,63mois.

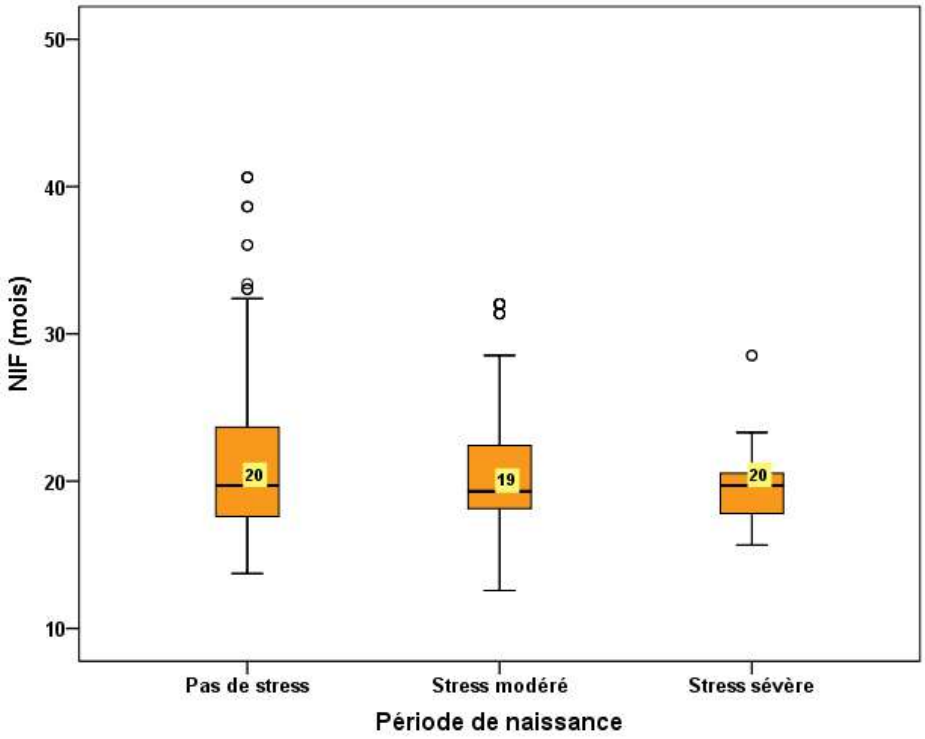

Figure N° 03 : Box plots de l'intervalle N-IAF (mois) selon la période de naissance.

L'intervalle naissance- insémination artificielle fécondante (N-IAF) des 226 génisses étudiées est de 20,56±4,29 mois, qui est supérieur par rapport à ceux trouvé dans les zones subtropicales, en Iran 17,4 et 18,7 mois, (Atashi *et al.,* 2012b) et (Ansari-Lari *et al.,* 2009) respectivement, en Brésil 18,93 mois (Knob *et al.,* 2016) et en Chine 19,97 mois (Wu *et al.,* 2012). Par contre, il est inférieur comparativement à ceux rapporté par Kumaresan *et al.,* (2009) en Inde (31,36 mois), par Yalew *et al.,*(2011) en Ethiopie (31,57 mois) et 23,57 mois trouvé en Thaïlande (Buaban *et al.,* 2015).

L'analyse de la variance, montre un effet significatif de la période de naissance de la génisse et l'intervalle N-IAF (P=0,001), cependant, cet effet potentiel de la saison a été rapporté par (Apori et Hagan, 2014). De même, la puberté est retardée chez les génisses, logées dans des chambres climatiques et exposées aux changements saisonniers de photopériode et de température caractéristiques de l'automne-hiver-printemps, comparativement aux conditions printemps-été-automne (K-Schillo *et al.,* 1983). Ceci explique les résultats obtenus, dont l'intervalle N-IAF en période (Pas de stress) plus long par rapport aux génisses nés en période (Stress thermique sévère).

III .2. 3. 2.1.3. L'âgé au premier vêlage (APV) des génisses :

L'âge au premier vêlage est l'intervalle (en jours) entre la naissance et le premier vêlage. C'est un paramètre important utilisé pour l'évaluation de performance de reproduction de génisses (Hanzen, 2015a).

La figure 04 illustre les différentes moyennes de l'APV (mois) des génisses étudiées, dont les médianes statistiques sont identiques d'une valeur de 29 mois, en fonction des classes de leurs périodes de naissance (pas de stress, stress modéré, et stress sévère), respectivement, avec une plage de variation de 21,97 à 50,07 mois.

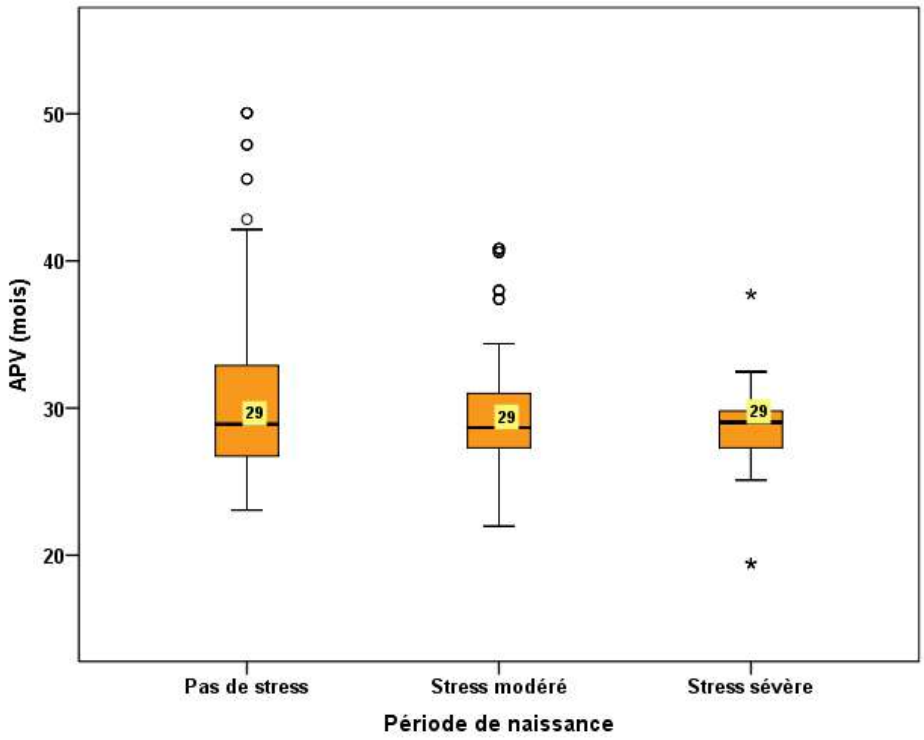

Figure N° 04 : Box plots de l'âge au premier vêlage (mois) selon la période de naissance.

Comparativement aux autres zones géographiques, l'âge au premier vêlage moyen obtenu de nos génisses (N=226) est de 29,77±4,32 mois, est bien inférieur à celui observé pour des génisses Holstein en Egypte 30,7 mois (Hammoud *et al.*, 2010), au Pakistan 29,8 mois (Sandhu *et al.*, 2011), en Ethiopie 42,4 mois (Besufekad, 2008) et en Inde 40,7 mois (Kumaresan *et al.*, 2009). Par ailleurs, il est relativement semblable à celle de Teke et Murat, (2013), dans le contexte méditerranéen, en Turquie avec un APV de 29,81 mois, au Soudan 29 mois (Abdel *et al.*, 2007), même en Tunisie (29,3 mois) par Ajili *et al.*, (2007). Au contraire, il est supérieur à ceux trouvés aux Mexique (27,1±3,1) par Cienfuegos-Rivas *et al.*, (2006), en Turquie (27,2 mois) par Bakir et Cilek (2009) et même en Irlande (28 mois) par Berry *et al.*, (2007).

Par ailleurs, nous avons remarqué que la période de naissance de la génisse, a un effet significatif (P<0,001) sur son âge au premier vêlage, ce qui confirme ce qui a été enregistré par (Kaya *et al.*, 2003), qui rapportent que les effets du troupeau, de l'année de naissance et de la saison de naissance sur l'âge au premier vêlage étaient également significatifs (P<0,01). Par contre, (West, 2003) indique que l'APV n'était pas affecté de manière significative par la saison.

Cependant, ce paramètre est une somme de l'intervalle entre la naissance et l'insémination fécondante (NIF) et de la période de gestation. En effet, l'effet de la nutrition sur la puberté et la maturité sexuelle sont amorcés avant la naissance et se poursuivent tout au long du développement postnatal et

post-sevrage des génisses (Shamsuddin et Aryal, 2009). D'ailleurs, Vallet *et al.*, (1997), rapportent que la variation de l'âge au premier vêlage est due à la gestion de la reproduction et d'ordre physiologique et pathologique.

III .2. 3. 2.2. Les paramètres de fécondité des vaches laitières :

L'intervalle des vêlages peut être considéré comme le meilleur indice d'efficacité de la reproduction. Alors que la durée optimale de cet intervalle de vêlage selon (Stevenson, 2004) a été de 365 à 390 jours. Comme l'efficacité de la reproduction n'est pas complètement contrôlée, l'objectif était d'accoupler les vaches le plus tôt possible après le vêlage, lorsque l'involution de l'utérus et le retour au cycle étaient plus ou moins terminés. Dont la figure 05, représente la répartition de l'intervalle vêlage-vêlage des vaches laitières Holstein en fonction des classes

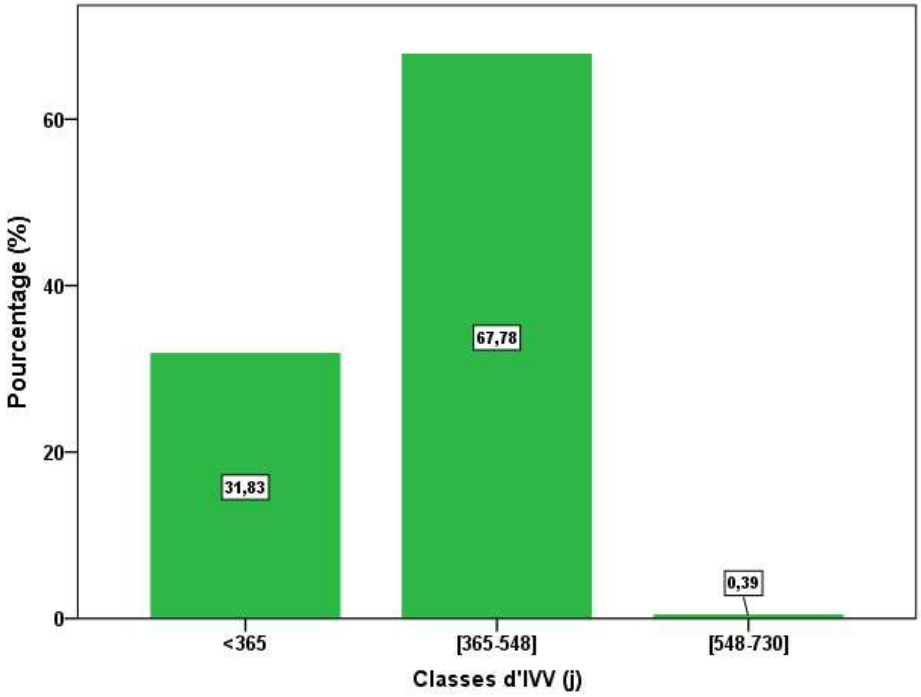

Figure N° 05 : Répartition de l'intervalle vêlage-vêlage des vaches laitières Holstein en fonction des classes.

L'intervalle vêlage-vêlage (IV-V) moyen calculé était de 419,43±88,73 jours. La valeur médiane est de 390,5jours, la valeur minimale de 247 jours et la valeur maximale de 855 jours.

La distribution des classes en fonction de leur intervalle vêlage-insémination fécondante est représentée dans la figure 05. Avec (67,8% ; n=526) des vaches laitières aient un IV-V moyen entre [365-548] jours. Les intervalles vêlage-vêlage de <365 et [548-730] jours sont respectivement de (31,8% ; n=247) et (0,4% ; n=03).

Cependant, il était au-dessus de l'intervalle vêlage-vêlage normal de 365 jours recommandé dans les fermes laitières en Europe (Chapaux *et al.*, 2013; Hanzen, 2015a)

Le nombre de jours entre le vêlage et la première insémination (IV-IA1) indique la capacité de la vache à recycler après le vêlage. La figure 06, représente la répartition de l'intervalle vêlage- première insémination des vaches laitières Holstein en fonction des classes

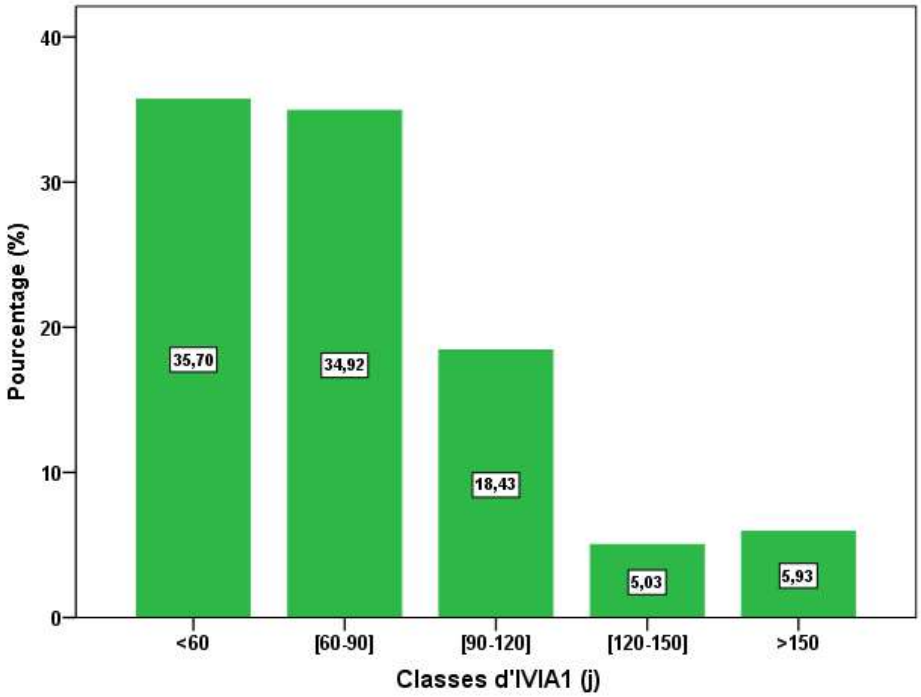

Figure N° 06 : Répartition de l'intervalle vêlage-première insémination des vaches laitières Holstein en fonction des classes.

L'intervalle vêlage-première insémination (IV-IA1) moyen calculé était de 80,65±51,04jours. La valeur médiane est de 72,50 jours, la valeur minimale de 21 jours et la valeur maximale de 559 jours.

La distribution des classes en fonction de leur intervalle vêlage-insémination première est représentée dans la figure 06. Près de (35,7% ; n=277) des vaches laitières avaient un IV-IA1 moyen inférieur à 60 jours. Les intervalles vêlage-insémination première entre [60 – 90], [90 - 120], [120 - 150] et >150 jours sont respectivement de (34,92% ; n=271), (18,43% ; n=143), (5,03% ; n=39) et (5,93% ; n=46).

Les résultats obtenus, n'ont pas été en accord avec ceux de (Chapaux *et al.*, 2013; Hanzen, 2015a) dans le contexte tempéré (Europe) qui sont de 60, dont le seuil d'intervention est de 80. Puisque 85 à 95 % des vaches étant cyclées à 60 jours postpartum (Disenhaus, 2004 ; Royal *et al.*, 2000). D'autre part, le pourcentage de vaches non cyclées chez les animaux ayant davantage mobilisé leurs réserves corporelles, en intensité et en durée, au début de la lactation, est significativement supérieur 2 à 3 mois après le vêlage (Formigoni *et al.*, 1996).

L'intervalle vêlage-insémination fécondante est défini comme un caractère combiné pour ces deux aptitudes, c'est à dire la capacité de recyclage et la capacité de concevoir. De même, la période post-partum est une période importante qui affecte la fécondité des vaches laitières (Elmetwally, 2004).

La figure 07, représente la répartition de l'intervalle vêlage-insémination fécondante des vaches laitières Holstein en fonction des classes.

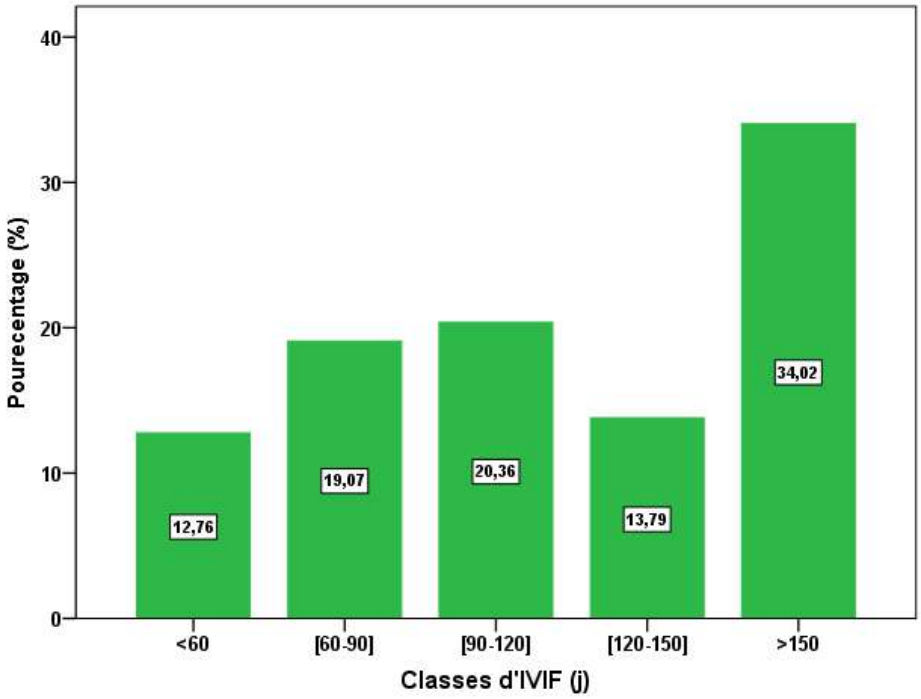

Figure N° 07 : Répartition de l'intervalle vêlage-insémination fécondante des vaches laitières Holstein en fonction des classes.

L'intervalle vêlage-insémination fécondante (IV-IAF) moyen calculé était de 144,30±94,15 jours, la valeur médiane est de 116 jours, la valeur minimale de 21 jours et la valeur maximale de 565jours.

La distribution des classes en fonction de leur intervalle vêlage-insémination fécondante est représentée dans la figure 07. Avec (34,02% ; n=264) des vaches laitières aient un IV-IAF moyen supérieur à 150 jours. Les intervalles vêlage-insémination première de <60, [60 – 90], [90 - 120], et [120 - 150] jours sont respectivement de (12,8% ; n=99), (19,1% ; n=148), (20,4% ; n=158) et (13,8% ; n=107).

Les résultats obtenus, n'ont pas été en accord avec ceux de (Chapaux *et al.*, 2013; Hanzen, 2015a) dans les fermes laitières Européenne est de 85, dont le seuil d'intervention est de 106. Ils sont même supérieurs à l'objectif de (100 jours) de (Raunet, 2010) de plus de 44 jours.

Effectivement, l'infertilité de ces vaches est d'autant plus importante que leur retard à l'ovulation les prédispose à une fécondation plus faible : une vache ovulant après 50 jours aura 50 % de chances d'être gestante à 200 jours (Butler, 2005). Plus la première ovulation est précoce après le vêlage, plus le nombre de cycles ovulatoires est élevé, plus le taux de réussite de la première insémination (TRIA1%) est élevé (Butler, 2001). Néanmoins, certains auteurs rapportent une fertilité réduite jusqu'à 80ème jour de lactation ou au-delà du 130-150ème jour de lactation (Loeffler *et al.*, 1999b; Seegers *et al.*, 2005).

La durée de la PR proprement dite, c'est-à-dire de celle comprise entre la première insémination et l'insémination fécondante, dépend essentiellement du nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation.

La figure 08, représente la répartition de la durée de période de reproduction des vaches laitières Holstein en fonction des classes.

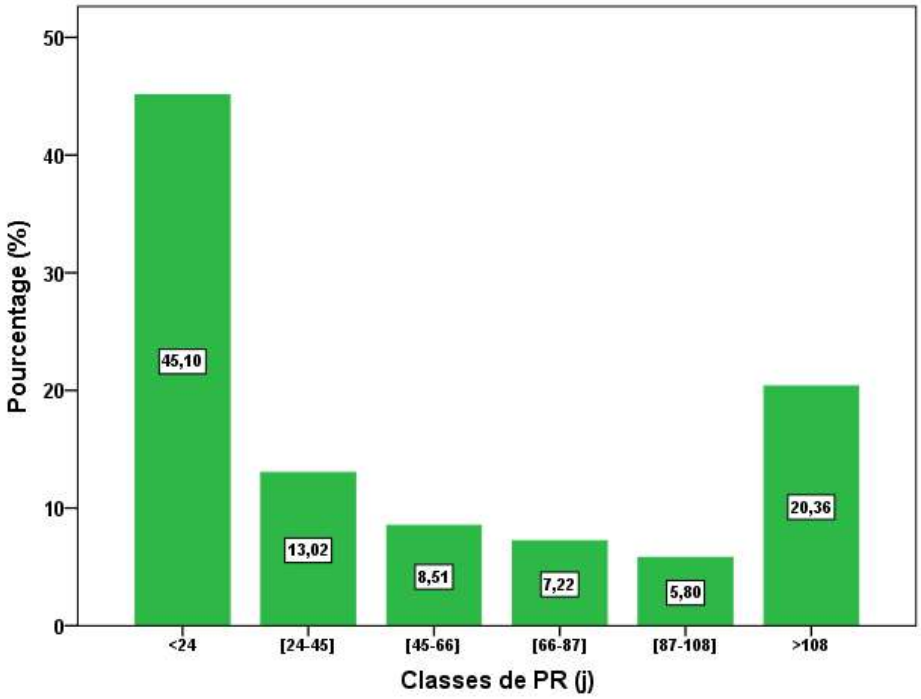

Figure N° 08 : Répartition de la durée de période de reproduction des vaches laitières Holstein en fonction des classes.

L'intervalle première insémination-insémination fécondante (Période de reproduction) moyen calculé était de 63,65±82,09jours. La valeur médiane est de 32 jours, la valeur minimale de 0 jours et la valeur maximale de 486jours.

La distribution des classes en fonction de leurs valeurs de période de reproduction (PR) est représentée dans la figure 08. Avec (45,1% ; n=350) des vaches laitières ayant une durée (PR) moyenne inférieure à 24 jours. Les durée de période de reproduction (PR) de [24-45], [45-66], [66-87],[87-108], et >108jours sont respectivement de (13,0% ; n=101), (8,5% ; n=66), (7,2% ; n=56), (5,8% ; n=45), et (20,4% ; n=158).

D'après Hanzen, (2015a), une valeur inférieure à 30 jours doit être considérée comme normale. L'allongement de la durée de (PR) est due au déficit énergétique durant les 2 à 4 premières semaines de lactation (Opsomer *et al.*, 2000) et la durée de la période pendant laquelle le déficit s'aggrave (Beam, Butler, 1997), sont associés à un allongement de l'intervalle vêlage – ovulation première.

D'un autre côté, le déficit énergétique et sa durée totale sont associés à un allongement de l'intervalle vêlage – première chaleur ou une baisse du taux de réussite de l'IA1 (De Vries *et al.*, 1999).

A cet effet, cet allongement de l'intervalle IV-IAF, durant la lactation antérieure, pourrait favoriser une accumulation excessive de lipides corporels durant la seconde moitié de la lactation et la période de tarissement, et une mobilisation excessive de ces réserves après vêlage, qui, à son tour pourrait pénaliser les performances de reproduction (Moss *et al.*, 2002).

III .2. 3. 2.2.1. L'intervalle vêlage-première insémination artificielle (période d'attente) :

Les facteurs de risque d'une mauvaise expression de l'œstrus sont classés comme « facteurs de vache » ou « facteurs environnementaux » où les facteurs de vache incluent l'anœstrus silencieux ou anovulatoire, la parité, la production laitière et la santé, et les facteurs environnementaux incluent la nutrition, le logement, la saison et le nombre de membres du troupeau en œstrus simultanément (Roelofs *et al.,* 2010).

Cette grande variation peut être attribuée à des différences dans la qualité, la composition et la disponibilité des aliments.

Jusqu'à 50 % des vaches laitières modernes ont des cycles œstrales anormaux après le vêlage, ce qui entraîne une augmentation des intervalles entre le vêlage et la première insémination (Opsomer *et al.,* 1998) et une diminution des taux de conception (Garnsworthy *et al.,* 2009).

D'ailleurs, la période d'attente volontaire peut être modifiée par des décisions de l'éleveur, liées à la santé de la vache vêlée, mais est également influencée par la saison, la parité et la production de lait au début de la lactation (DeJarnette *et al.,* 2007).

En effet, le tableau 02 représente la variation moyenne de la durée d'IV-IA1 en fonction de leurs périodes de vêlage de 78,67±48,98 à 82,45±45,17. Où, plus de 44% des vêlages se concentre en période de thermo-neutralité (pas de stress).

Tableau N° 02 : Moyennes d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage.

Période de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
Pas de stress	78,67	48,98	349
Stress modéré	82,45	45,17	141
Stress sévère	82,17	56,08	286
Moyenne total	80,65	51,04	776

Il ressort (tableau 02), que la moyenne d'IV-IA1(j) est de 80,65±51,04, alors que cette valeur reste inférieur comparativement à des résultats obtenus en zones tropicales et subtropicales, où les (IV-AI1) sont au Bangladesh =137j (Sarder, 2006) ; en Ethiopie =115j (Tadesse *et al.,* 2010) ; en Thaïlande= 97j (Buaban *et al.,* 2015) et en Tanzanie =170j (Asimwe et Kifaro, 2007) ; en Inde =182j (Kumaresan *et al.,*2009) ; en Chine = 110j (Wu *et al.,* 2012). Cependant, les résultats d'étude menés en zone semi-aride (les plaines du haut Cheliff) par (Belhadia et Yakhlef, 2013), où l'IV-IA1 est inférieur à nos résultats (58 ± 21 j).

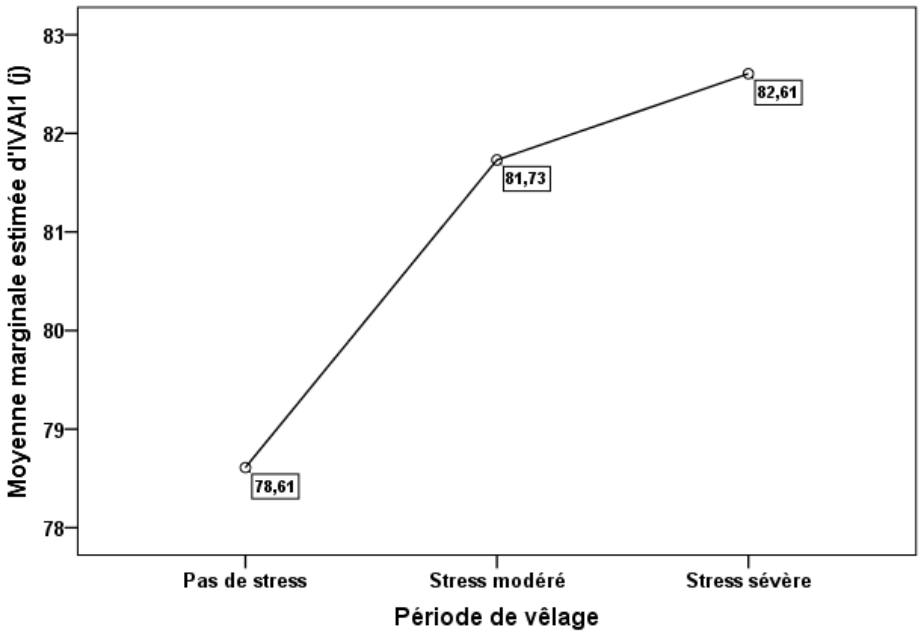

Figure N° 09 : Moyenne marginale estimée d'IV-IA1 (j) des vaches laitières Holstein selon les périodes de vêlage.

La variation saisonnière des périodes de vêlage (de l'absence de stress au stress thermique sévère) a conduit à une progression non significative (P = 0,297) de nombre de jours de l'IV-IA1 des vaches laitières de l'ordre de +4 jours (figure 09).

A cet effet, Montgomery et al, (1985), avancent qu'il semble probable que les effets saisonniers sur l'intervalle post-partum-œstrus, sont liés aux changements saisonniers de photopériode et/ou de température (Terqui *et al.,* 1982). Encore, parmi les autres facteurs de risque cités pour la reprise tardive du cycle œstral, nous mentionnons les troubles péri-partum, la saison du vêlage, la conduite d'élevage, les mammites, la boiterie et la perte grave de l'état corporelle (Crowe, 2008 ; Garnsworthy *et al.,* 2008).

D'ailleurs, les vaches laitières stressés par la chaleur peuvent également présenter une faible amplitude et fréquence du pulse LH, de faibles concentrations d'œstradiol et des follicules dominants, plus petits, qui peuvent prolonger l'intervalle entre la mise bas et la première ovulation (De Rensis et Scaramuzzi, 2003), et qui connaissent également une incidence accrue d'anoestrus et d'ovulation silencieuse, notamment dans les régions tropicales et subtropicales (De Rensis et Scaramuzzi, 2003). En outre, le stress thermique a induit une codominance folliculaire (Sartori *et al.,* 2004 ; DeS. Torres-Júnior *et al.,* 2008) et une diminution de la longueur du cycle œstral, ainsi que la capacité de l'ovocyte à se développer en blastocyste.

Par ailleurs, la pratique de l'IA dans la présente étude est réalisée par le gérant de l'exploitation lui-même, qui contribue probablement dans le prolongement de l'IV-IA1. Puisque, Lof *et al.,* (2007) rapportent que les intervalles entre le vêlage, jusqu'à la première IA, étaient plus longs dans les troupeaux qui pratiquent l'IA soi-même que dans ceux qui utilisaient des techniciens professionnels.

Le tableau 03 représente la variation moyenne de la durée d'IV-IA1 en fonction de leurs rangs de lactation de (01 à 08) de l'ordre de 83,38±43,36j à 55,25±8,84j. Les vaches laitières en 1^{ier}rang de lactation représentent plus de 29% contre 0,5%des vaches laitières en 8ème rang de lactation.

Tableau N° 03 : Moyennes d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

Rang de lactation	Moyenne	Ecart-type	N
01	83,38	43,36	226
02	79,92	39,58	179
03	78,34	51,09	149
04	74,05	55,64	103
05	85,17	67,49	70
06	87,78	93,19	32
07	88,00	38,79	13
08	55,25	8,84	4
Moyenne total	80,65	51,04	776

On constante (tableau 03), que les vaches laitière en leurs premiers rang de lactation, ont un IV-IA1 de 83,38±43,36, assez long par rapport à celles de 4ème lactation de 83,38±43,36j, ce qui concordent avec les études réalisées par (Asimwe et Kifaro, 2007; Avendano- Reyes *et al.*, 2010; Tadesse *et al.*, 2010; Wu *et al.*, 2012), qui admettent que la période d'attente (IV-IA1) des primipares sont plus longues que ceux des vaches multipares. La période d'anœstrus du postpartum des primipares est plus longue que celle des multipares (Petersson *et al.*, 2006). De même, Tanaka *et al.*, (2008) semble que les vaches primipares ont eu plus de jours avant la première ovulation (31,8±8,3 jours) que les vaches multipares (17,3±6,3 jours)

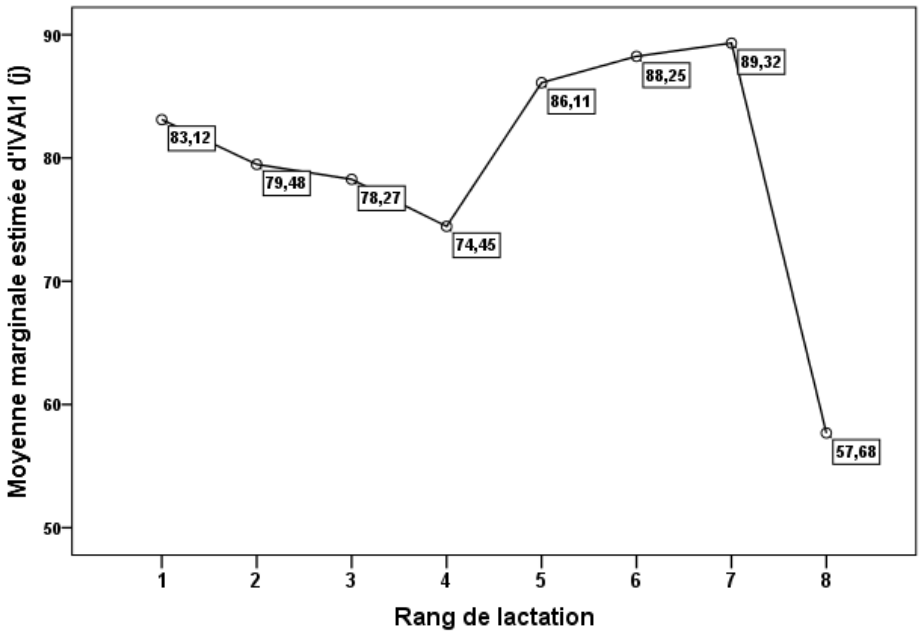

Figure N° 10 : Moyenne marginale estimée d'IV-IA1 (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

Le rang de lactation est un facteur très souvent intégré aux modèles statistiques entant que facteur de confusion. L'intervalle vêlage-première insémination diminue (Ogan, 2000) ou augmente (Cilek et Tekin, 2007) avec le rang de lactation.

La variation du rang de lactation (1 à 8) a conduit à une régression remarquable entre la1^{ère} lactation et la 4ème de 8,67j, qui concorde avec les travaux de (Lucy *et al.*, 1992; Silva *et al.*, 1992), puisque, l'IV-IA1 significativement long obtenu au premier vêlage reflète éventuellement l'insuffisance nutritionnel imposée aux vaches primipares, en raison des besoins de la croissance ainsi que de production laitière.

Elle a connu une augmentation accrue de l'ordre de 14,87j avec l'augmentation du rang de lactation (entre 5ème et 7ème), ce qui est rapporté par (Walters *et al.*, 2002), en suite une diminution notable de l'IV-IA1 en 8ème lactation (57,68j). Gwazdauskas *et al.*, (1986), rapportent un effet tardif du rang de lactation (au-delà de la 4ème, 5ème ou 6ème lactation) sur l'IV-IA1. Pourtant, Elhag (2003) a rapporté que le temps le plus court, pris pour l'apparition du premier œstrus, a été signalé à la 3ème et 4ème lactation, où on a enregistré 78,27 et 74,45j respectivement. En outre, la période modérée aux 5èmes et 6^{èmes}lactations, dont les intervalles obtenus sont de 86,11 et 88,25j respectivement, en revanche, Elhag, (2003) indique que la période la plus longue, c'est à partir du 9ème vêlage.

L'analyse de la variance révèle un effet non significatif (P = 0,305) du rang de lactation sur le nombre de jours de l'IV-IA1 des vaches laitières, ce qui est en accord avec Bagnato et Oltenacu, (1994) (figure 10).

le tableau 04 représente la variation moyenne de la durée d'IV-AI1 en fonction des années de vêlage de (1995 à 2015) de l'ordre de 89,29±41,66j, 88,31±41,08j, 75,83±41,08j et 80,55±58,61j, dont plus de 73% des cas étudiés entre 2006 et 2016. De mêmes, les résultats obtenus pour chaque quinquina montrent une différence entre les moyennes d'IV-IA1.

Tableau N° 04 : Moyennes d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

Année de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
[1995-2000]	89,29	41,66	35
[2001-2005]	88,31	41,08	173
[2006-2010]	75,83	50,47	333
[2011-2015]	80,55	58,61	235
Moyenne total	80,65	51,04	776

L'analyse de la variance de l'effet d'année de vêlage sur la durée d'IV-IA1 chez les vaches laitière (figure11), n'est pas significatif (P=0,279), contrairement à Amimo *et al.,* (2006), qui ont rapportés des effets significatifs de l'année de vêlage sur la période d'attente chez les vaches laitières.

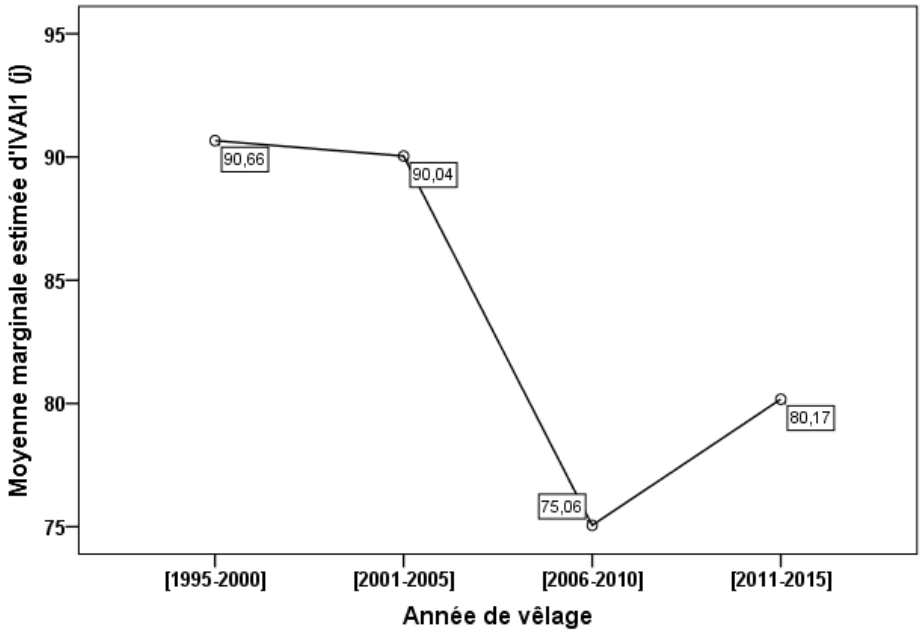

Figure N° 11 : Moyenne marginale estimée d'IV-IA1(j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

La variation de de l'intervalle vêlage-première insémination montre que la moyenne (IV-IA1) diminue durant les dernières années de l'ordre de -13,08%.Cette diminution peut, en partie, expliquer l'allongement de l'intervalle vêlage-vêlage (M'hamdi *et al.*,2010b ; Chevallier et Humblot, 1998), dont les IV-V de la présente étude est corrélé positivement avec IV-IA1 (r=0,257, P<0,01). Et d'un autre côté, elle pourrait être due à la sélection sur la production laitière, ou à la mauvaise gestion. L'année de vêlage qui a un effet significatif sur les performances de reproduction des vaches laitières peut être attribué aux changements des systèmes d'alimentation et de gestion, et des conditions environnementales qui varient d'une année à l'autre, ainsi que des différences entre les années(M'hamdi *et al.,* 2010b).

Par ailleurs, la période d'attente volontaire, a un impact sur la performance reproductive des vaches laitières, puisque les vaches doivent devenir gestantes le plus tôt possible et les mauvaises conditions sanitaires durant cette période peuvent diminuer la fertilité (Ribeiro *et al.,* 2013).

III .2. 3. 2.2.2. L'intervalle vêlage insémination artificielle fécondante (IV-IAF) :

L'augmentation de la durée de l'intervalle de vêlage insémination fécondante représente une perte économique (Gonzalez-Recio *et al.,* 2004 ; Meadows *et al.,* 2005).

En effet, il existe une variation moyenne de la durée d'IV-IAF en fonction de leurs périodes de vêlage de 144,17±98,44à 150,82±45,17 (tableau 05). Où plus de 44% des vêlages se concentre en période de thermo-neutralité (pas de stress).

Tableau N° 05 : Moyennes d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage.

Période de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
Pas de stress	144,17	98,44	349
Stress modéré	150,82	99,89	141
Stress sévère	141,24	85,67	286
Moyenne total	144,30	94,15	776

Il ressort (tableau 05), que la moyenne d'IV-IAF (j) est de 144,30±94,15j, qui est légèrement similaire à celles de (McDowell *et al.,* 1976a) au Mexique d'une valeur de143j alors qui reste inférieur comparativement à des études réalisé en zones tropicales et subtropicales, où les (IV-IAF) sont de (en Bangladesh =156j (Sarder, 2006) ; en Ethiopie =148j (Tadesse *et al.,* 2010) ; en Thaïlande = 140j (Buaban *et al.,* 2015) et (en Tanzanie =205j (Asimwe et Kifaro, 2007) ; en Inde =224j (Kumaresan *et al.,* 2009) ; en Chine = 185j (Wu *et al.,* 2012) ;en Turquie =150 jCilek,(2009).Toutefois, les résultats obtenus par (Kaya *et al.,* 2003) en Turquie, Wattiaux, (1996) aux États-Unis, (Makuza et McDaniel, 1996) en Caroline du Nord (États-Unis) et (M'hamdi, 2011) en Tunisie, qui reste inférieurs à nos résultats qui sont de l'ordre de 138 j, 97,5 j, 134 j et119 j, respectivement.

On constate (tableau 05), que la durée d'IV-IAF des vêlages en période de « stress thermique modéré » est la plus longue par rapport aux autres périodes, dont Ozcelik et Arpacik, (1996) en Turquie, ont rapporté que des IV-IAF des vaches Holstein sont beaucoup plus longs au printemps et en été que les vêlages d'hiver. De même, Satter *et al.,* (2005), ont rapporté que les vêlages en saison chauds et humides sont de longues durées (273,18±17,25j) (P<0,05) significatives, par rapport aux vêlages d'hiver (190,46±10,35j).

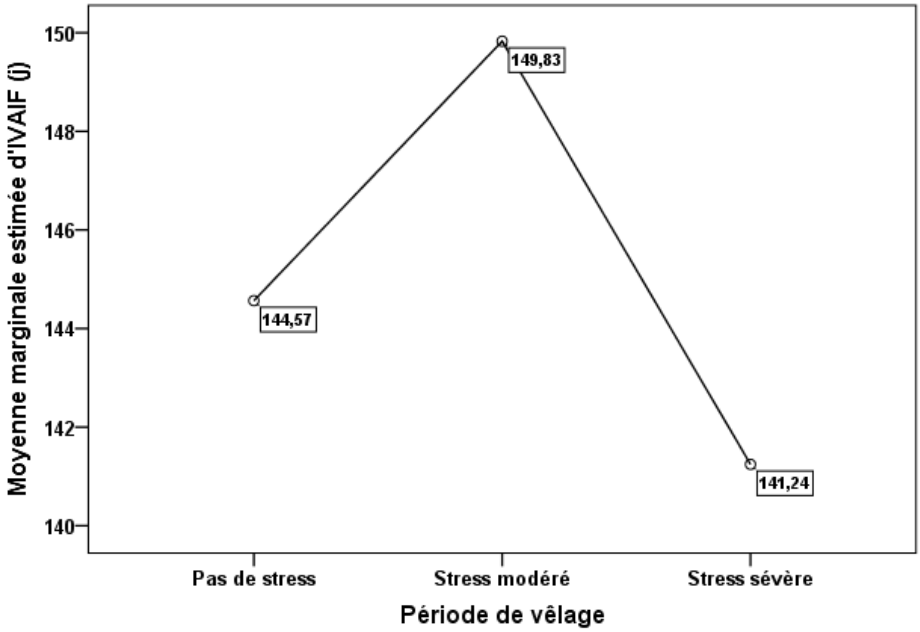

Figure N° 12 : Moyenne marginale estimée d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon les périodes de vêlage.

La figure 12, illustre une différence significative (P = 0,002) des valeurs moyennes marginales estimées de nombre de jours de l'IV-IAF des vaches laitières selon la variation saisonnière des périodes de vêlage (de l'absence de stress au stress thermique sévère). On a trouvé une faible corrélation négative (r=0-,013 ; P=0,726) avec la période de vêlage. D'ailleurs, Abou-Bakr *et al.,* (2006) et Hammoud *et al.,* (2010) ont décrit les effets très significatifs de la saison de vêlage sur l'IV-IAF.

Cependant, on constate que la durée la plus courte de l'IV-IAF (141,24) est enregistrée pendant la période de stress sévère. En effet, Silvia *et al.,* (2002) ont signalé que les IV-IAF étaient les moins fréquents chez les vaches qui ont vêlé pendant l'été, par contre, Kaya *et al.,* (2003) ont rapporté qu'il y a aucun effet significatif de la saison de vêlage sur l'IV-IAF.

Donc, une bonne gestion de la distribution des dates de vêlage des vaches pourrait être une stratégie fiable pour réduire la variabilité saisonnière de la production laitière et/ou pour planifier le vêlage vers la période qui fournit le plus faible nombre de jours d'IV-IAF (Boni *et al.,* 2014).

En somme, l'intervalle vêlage insémination artificielle fécondante dépend de manière assez logique de l'intervalle IV-IA1 (période d'attente volontaire) mais également du taux de réussite de l'insémination aux différents rangs et du taux de détection des chaleurs (Hanzen *et al.,* 1995).

La variation moyenne de la durée d'IV-IAF en fonction de leurs rangs de lactation de (01 à 08) est de l'ordre de 154,22±98,12jà89, 75±44,18j (tableau 06).

Tableau N° 06 : Moyennes d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

Rang de lactation	Moyenne	Ecart-type	N
01	154,22	98,12	226
02	139,32	87,98	179
03	142,40	93,70	149
04	139,62	98,28	103
05	141,01	92,80	70
06	154,31	106,57	32
07	108,92	47,60	13
08	89,75	44,18	4
Total	144,30	94,15	776

D'après les résultats illustrés dans le tableau 06, on a constaté que les vaches primipares ont des IV-IAF plus élevés à celles des multipares, soit +17,94%, d'ailleurs, Galon *et al.,* (2010)ont estimé que le nombre moyen de jours d'IV-IAF par troupeau est de 127 et 118,4 pour les vaches primipares et multipares, respectivement. Encore, Buaban *et al.,* (2015), Kumar *et al.,* (2014) et Taurik et Suriyasataphorn, (2008) ont indiqué que l'intervalle VIF des primipares sont plus longues que ceux des vaches multipares.

La figure 13, illustre la variation des moyennes marginales estimées des IV-IAF, suivant les rangs de lactation, dont on a trouvé un effet non significatif (P=0,209) de rang de lactation sur les IV-IAF, en outre, la faible corrélation entre les deux (r=-0,056 ; P=0,122), Fekadu *et al.,* (2011), ont rapporté que l'intervalle V-IAF diminue avec le numéro de lactation entre la 1ère lactation et la 4ème lactation et puis augmentent. Les performances reproductives ont diminué pour les parités ≥ 6 (Motlagh *et al.,* 2013). Plusieurs travaux rapportent un effet tardif du rang de lactation (au-delà de la 4ème, 5^{ème}et 6ème lactation) sur le taux de réussite de l'IA1 et par voie de conséquence les intervalles V-IAF (Disenhaus *et al.,* 1985; Gwazdauskas *et al.,* 1986; Harman *et al.,* 1996c; Steffan, Humblot, 1985).

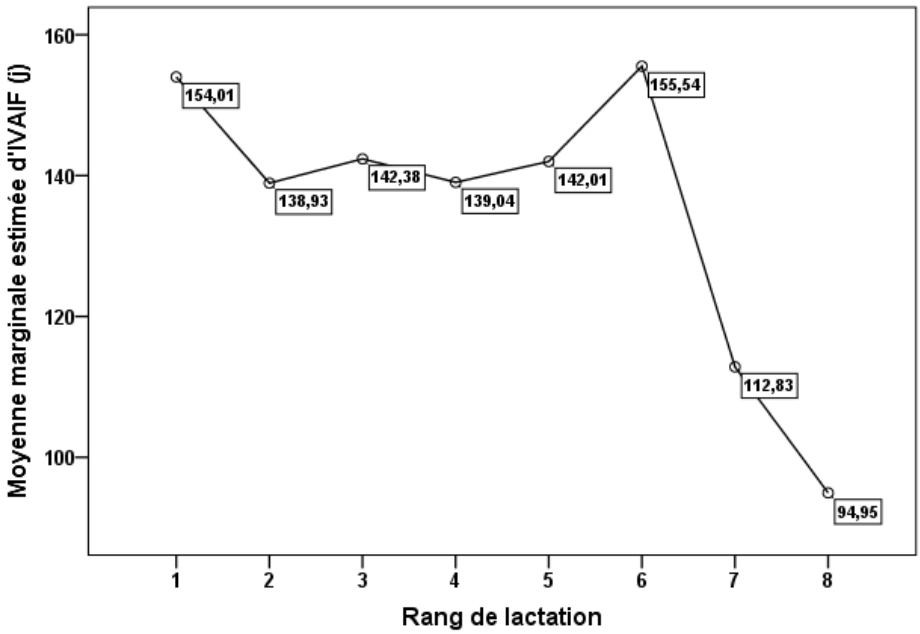

Figure N° 13 : Moyenne marginale estimée d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

Le tableau 07 représente la variation moyenne de la durée d'IV-IAF en fonction des années de vêlage de (1995 à 2015) de l'ordre de 135,43±91,24j, 158,21±96,29j, 139,90±90,94j et 141,60±97,01j.

Tableau N° 07 : Moyennes d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

Année de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
[1995-2000]	135,43	91,24	35
[2001-2005]	158,21	96,29	173
[2006-2010]	139,90	90,94	333
[2011-2015]	141,60	97,01	235
Moyenne total	144,30	94,15	776

L'analyse des moyennes marginales estimées (figure 14), révèle un effet non significatif (P=0,961), l'année de vêlage sur les IV-IAF, et d'une faible corrélation négative (r=-0,013 ; P=0,726), au contraire à ce qui a été trouvé par (Kaya *et al.*, 2003).

La variation de l'intervalle vêlage- insémination fécondante montre que la moyenne (IV-IAF) augmente d'une façon modéré de l'ordre de +13,36% entre (1995 et 2005), et de +2,36%entre (2006 et 2015), qui est également interprété par la régression de la fertilité des vaches laitières, puisque (Bousquet *et al.*, 2004) ont observé depuis quelques années une dégradation de la fertilité femelle dans les races laitières, notamment en race Holstein en France. De même, aux Etats-Unis, le taux de conception à la

première insémination a diminué de 0,45% par an sur une période de 20 ans (Beam et Butler, 1999). Et en Angleterre, cette baisse était de l'ordre de 1% par an (Royal *et al.*,2000). Étant donné que ce déclin de la fertilité chez les vaches laitières est due à la conduite d'élevage, la nutrition, la production laitière et le progrès génétique, qui varient d'une année à autre (Chagas *et al.*, 2007).

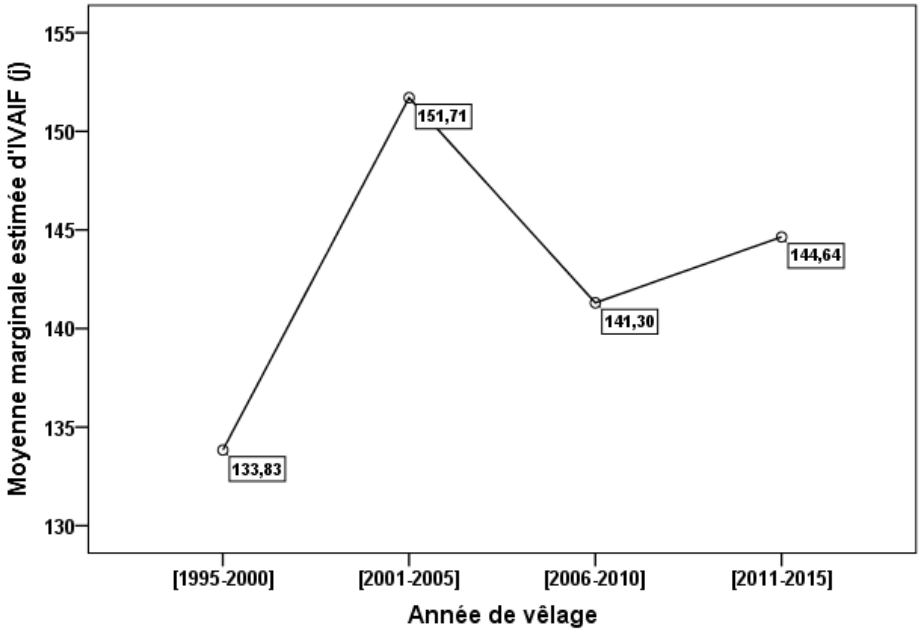

Figure N° 14 : Moyenne marginale estimée d'IV-IAF (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

III .2. 3. 2.2.3. La période de reproduction (PR) :

La longueur de la période de reproduction est essentiellement attribué aux IV-IA1 et IV-IAF longs qui sont à leurs tours liés aux facteurs environnementaux et à la gestion d'élevage (Britt *et al.*, 1986).

En effet, le tableau 08 représente la variation moyenne de la durée de (PR) en fonction de leurs périodes de vêlage de 59,06±72,33à 68,37±87,31.

Tableau N° 08 : Moyennes de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage.

Période de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
Pas de stress	65,50	87,32	349
Stress modéré	68,37	87,31	141
Stress sévère	59,06	72,33	286
Moyenne total	63,65	82,09	776

Il ressort (tableau 08), que la moyenne de la période de reproduction (j) est de 63,65±82,09j, alors que cette valeur reste supérieur comparativement à des études réalisé en zones tropicales et subtropicales, où les (PR) sont de (en Bangladesh =19j (Sarder, 2006) ; en Ethiopie =33j (Tadesse *et al.*, 2010) ; en Thaïlande = 46j (Buaban *et al.*, 2015) et (en Tanzanie =35j (Asimwe et Kifaro, 2007) ; en Inde =42j (Kumaresan *et al.*, 2009) ; en Chine = 36j (Wu *et al.*, 2012).

L'analyse des moyennes marginales estimées de la durée de période de reproduction (figure 15), montre un effet significatif (P=0,002) de périodes de vêlage sur la durée de la période de reproduction, alors que cette dernière est corrélé significativement (r=0,84 ; P<0,01) avec l'IV-IAF. Par contre, on signale une faible corrélation négative (r=-0,057 ; P=0,111) avec la période d'attente (l'IV-IA1).

De plus, on a trouvé que la PR la plus basse enregistré en période de vêlage « stress thermique sévère » Cependant, quelques études n'ont pas identifié d'effet de la saison de vêlage sur la PA (Ansari-Lari *et al.*, 2010 ; Kumar *et al.*, 2014; Sonmez *et al.*, 2005a ; Tadesse *et al.*, 2010).

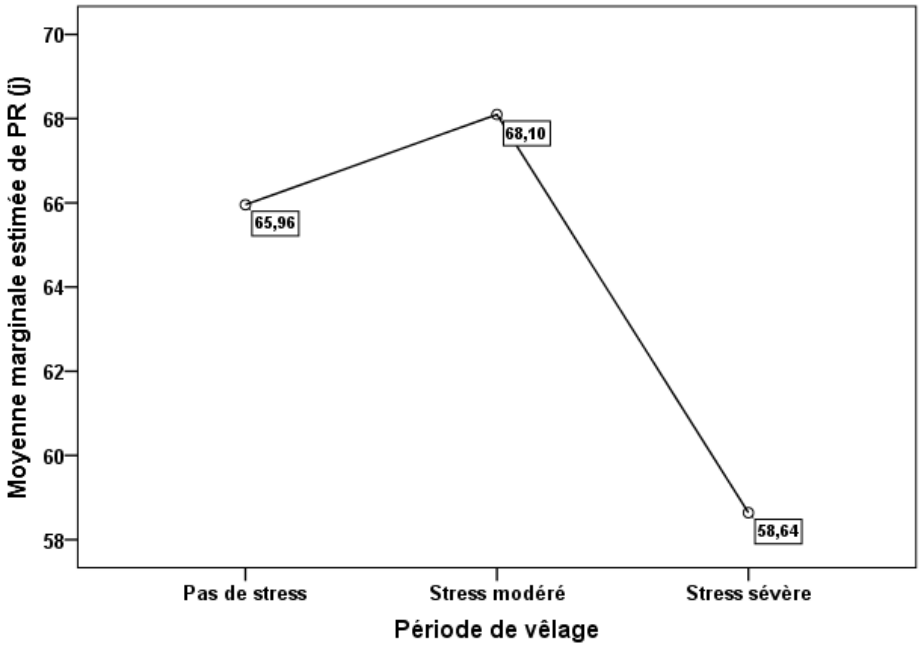

Figure N° 15 : Moyenne marginale estimée de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon les périodes de vêlage.

Le tableau 09 représente la variation moyenne de la durée de la période reproduction en fonction de leurs rangs de lactation de (01 à 08) de l'ordre de 70,84±87,23j à 34,50±43,37j.

Tableau N° 09 : Moyennes de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

Rang de lactation	Moyenne	Ecart-type	N
01	70,84	87,23	226
02	59,41	81,20	179
03	64,06	84,54	149
04	65,57	84,14	103
05	55,84	69,33	70
06	66,53	72,72	32
07	20,92	26,44	13
08	34,50	43,37	4
Moyenne total	63,65	82,09	776

D'après les résultats obtenus (tableau 09), on a trouvé que la durée de (PR) diminue graduellement en fonction du numéro de lactation, dont on a constaté un raccourcissement de la période de reproduction de l'ordre de -35,19%. Lucy *et al.,* (1992) et Silva *et al.,*(1992), ont signalé que l'augmentation du rang de vêlage conduit à une diminution des intervalles vêlage – première ovulation, vêlage – première insémination ou vêlage –insémination fécondante, par ailleurs, d'autres observent une relation contraire(Walters *et al.,* 2002), car, les performances de reproduction des vaches âgées ayant plus de lactations, étaient inférieures à celle des jeunes vaches (McDougall, 2001).

La figure 16, représentent les moyennes marginales estimées de nombre de jours de la période de reproduction chez les vaches laitières suivant leurs rang de lactation, où on a remarqué l'effet significatif (P= 0,013) de rang de lactation sur la PR, et une faible corrélation négative entre le rang de lactation et la durée de (PR) (r=-0,058 ; P=0,107) qui est déjà signalé par (Bagnato et Oltenacu, 1994) et (Rety, 1994). Cependant, aucune différence significative sur l'intervalle VI1, l'intervalle VIF et le pourcentage de réussite en première insémination entre les vaches Holsteins primipares et multipares au Japon n'a été observée (Abe *et al.,* 2009). Malgré que les performances de reproduction des vaches âgées ayant plus de lactations, étaient inférieures à celle des jeunes (McDougall, 2001).

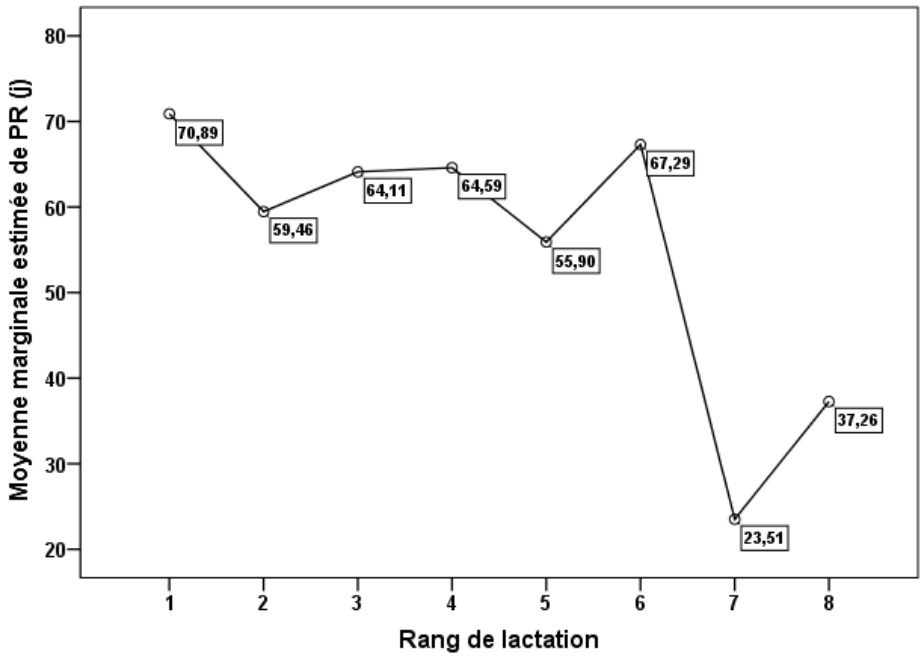

Figure N° 16 : Moyenne marginale estimée de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

Le tableau 10 représente la variation moyenne de la durée de période de reproduction en fonction des années de vêlage de (1995-2000), (2001-2005), (2006-2010) et (2011-2015)de l'ordre de 46,14±69,32j, 69,90±92,59j, 64,07±76,65j et 61,05±83,07j, respectivement.

Tableau N° 10 : Moyennes de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

Année de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
[1995-2000]	46,14	69,32	35
[2001-2005]	69,90	92,59	173
[2006-2010]	64,07	76,65	333
[2011-2015]	61,05	83,07	235
Moyenne total	63,65	82,09	776

L'analyse des moyennes marginales estimées (figure 17), révèle une augmentation non significative (P=0,705) avec les années de vêlage sur la période de reproduction, et d'une faible corrélation négative (r=-0,013 ; P=0,726) entre les deux, au contraire à ce qui a été trouvé par Nguyen-Kien *et al.*, (2017), qui ont observé une diminution significative (P < 0,001) de la période d'attente (PA) et du délai d'obtention d'une gestation (NIF) avec les années.

La variation de la période de reproduction montre que la moyenne (PR) augmente moyennement de l'ordre de +49,33% entre 1995 et 2015. L'allongement de la période de reproduction est toujours lié à l'insémination fécondante. De ce fait, le nombre d'inséminations par conception est passé de 1,75 à plus de 3, sur une période de 20 ans aux Etats-Unis (Lucy, 2000) et de 1,54 à 1,75 entre 1990 et 2000 en Irlande (Mee, 2004). Aux cours des dernières années, l'accent dans les indices de sélection pour les Holstein est passé de caractères principalement productifs à des caractères fonctionnels non productifs, associés à une meilleure santé et à une meilleure fertilité (Miglior *et al.*, 2005).

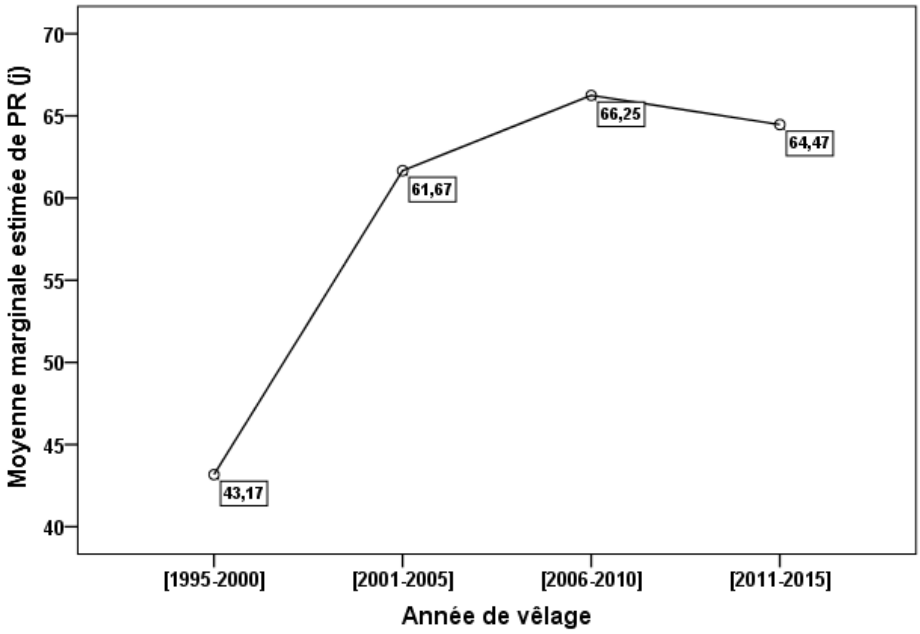

Figure N° 17 : Moyenne marginale estimée de la durée de période de reproduction (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

III .2. 3. 2.2.4. L'intervalle vêlage-vêlage (IV-V) :

Wolfenson *et al.,* (2000) ont signalé que la reproduction de vaches laitières est extrêmement sensible au stress thermique. Cependant, l'analyse de la variation saisonnière de la performance de reproduction doit être interprétée sous l'angle des influences réciproques.

A cet effet, le tableau 11 représente la variation moyenne de la durée d'IV-V en fonction de leurs périodes de vêlage de 78,67±48,98 à 82,45±45,17. On a constaté que plus de 55% des vêlages en période d'hyperthermie (stress thermique modéré à sévère).

Tableau N° 11 : Moyennes d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon la période de vêlage.

Période de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
Pas de stress	419,88	93,88	349
Stress modéré	429,79	99,57	141
Stress sévère	412,26	79,31	286
Moyenne total	418,87	89,99	776

Il ressort (tableau 11), que la moyenne d'IV-V (j) est de 418,87±89,99j, alors que cette valeur reste inférieurs comparativement à des études réalisé en zones tropicales et subtropicales, où les (IVV) sont de (en Bangladesh =434j (Sarder, 2006) ; en Ethiopie =446j (Tadesse *et al.,* 2010) ; en Thaïlande= 426j (Buaban *et al.,* 2015) et (en Tanzanie =480j (Asimwe et Kifaro, 2007) ; en Inde =538j (Kumaresan *et al.,* 2009) ; en Chine = 454j (Wu *et al.,* 2012).

D'un autre côté, on remarque que nos résultats sont également inférieurs par rapport en zone semi-aride (les plaines du haut Cheliff) avec IV-V de l'ordre de 373±68 j pour l'Holstein (Belhadia et Yakhlef, 2013).

De plus, on a enregistré des IV-V les plus longs (429,79±99,57) et (419,88±93,88) suivant les périodes de vêlages printanières et automnales respectivement, qui sont similaires à ceux trouvé par Satter *et al.,* (2005) qui ont constaté que IV-V les plus longs (550,33±18,40 jours) et les plus courts (473,24±12,58 jours) étaient respectivement les vêlage de printemps et d'automne. Cependant, Des études réalisées en Iran, ont montré que l'intervalle entre vêlages des vaches qui vêlent au printemps (Ansari-Lari *et al.,* 2009; Atashi *et al.,* 2012b) ou en été (avril – septembre) est plus long que celui des vaches accouchant en d'autres saisons. En Tunisie, pour Ben Salem *et al.,* (2007), les intervalles les plus courts sont obtenus pour des vêlages de printemps contrairement aux vêlages d'hiver. Puisque, l'intervalle V-IAF des vaches qui vêlent au cours des mois de janvier à juillet a été plus longue que celui des vaches qui vêlent au cours des mois d'août à décembre (Boni *et al.,* 2014). En plus, Cilek, (2009) et Westwood *et al.,* (2002) ont remarqué que la durée de l'anœstrus est longue chez les vaches qui vêlent en hiver.

Plusieurs études ont observé un effet significatif des saisons de vêlage sur l'intervalle entre vêlages (Ansari-Lari *et al.,* 2009; Apori et Hagan, 2014; Asimwe et Kifaro, 2007; Fekadu *et al.,* 2011; Tadesse *et al.,* 2010).

A cet effet, les valeurs des moyennes marginales estimatives des IV-V, (figure 18) montre un effet statistiquement significatif (P< 0,001) de la saison de vêlage sur l'intervalle des vêlages. De même, l'effet hautement significatif de la saison de vêlage sur les paramètres de fertilité a été confirmé par Melendez et Pinedo, (2007) au Chili. Alors que l'effet significatif de la saison de vêlage sur les intervalles entre les vêlages peut être attribué au changement des conditions environnementales au cours des différentes périodes.

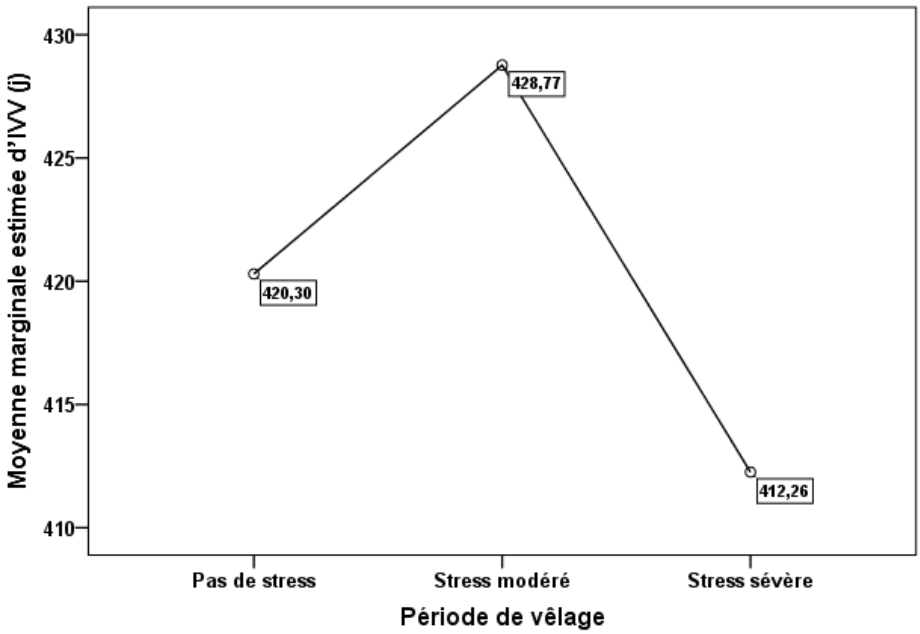

Figure N° 18 : Moyenne marginale estimée d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon les périodes de vêlage.

Selon Freret *et al.*, (2005) et Humblot, (2001) la diminution du taux de réussite de la première insémination conduit à une augmentation des intervalles IV-V avec l'augmentation du rang de vêlage (Walters *et al.*, 2002).

Le tableau 12 représente la variation moyenne de la durée d'IV-V en fonction de leurs rangs de lactation de (01 à 08) de l'ordre de 430,00±100,06j à 408,53±64,88j.

Tableau N° 12 : Moyennes d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

Rang de lactation	Moyenne	Ecart-type	N
01	430,00	100,06	226
02	417,50	86,59	179
03	417,65	87,44	149
04	412,97	86,89	103
05	407,24	70,11	70
06	408,25	106,85	32
07	396,99	50,34	13
08	408,53	64,88	4
Moyenne total	418,87	89,99	776

Il ressort (tableau 12), que les intervalles de vêlages des vaches laitières à partir de la 4ème lactation sont plus courts par rapport aux vaches en 1ère, 2ème et 3ème lactation,

Plusieurs auteurs rapportent que les intervalles entres les vêlages des primipares sont plus longues que ceux des vaches multipares (Apori et Hagan, 2014; Atashi *et al.,* 2012b; Kanuya et Greve, 2000; Yalew *et al.,* 2011). De plus, Ansari-Lari *et al.,* (2010) ont signalé que l'IVV de vaches en 3ème lactation est plus court que celui des primipares et de vaches à partir de 4ème lactation. Néanmoins, l'intervalle de vêlage le plus long a été trouvé en 2éme parité pour les vaches vêlant en été (439,48±64,74 jours) et le plus court en 3ème parité pour les vaches vêlant en hiver (378,85±53,85 jours) (Jahageerdar *et al.,* 1996).

On a constaté (figure 19) une régression significative (P=0,03) des valeurs moyennes marginales estimées d'IV-V suivant le rang de lactation de 1ier au 8ème, soit 7,15%. Alors que ces résultats sont différents à ceux de Asseged et Birhanu, (2004) qui n'ont pas trouvé d'effets significatifs du numéro de lactation sur les intervalles de vêlages.

Asimwe et Kifaro, (2007) qui ont rapporté des tendances similaires de l'IV-IAF qui diminue avec l'âge, et qui influe directement la durée de l'IV-V, dont l'existence d'une forte corrélation entre les deux paramètres étudiés (r=0,9 ; P<0,01). Ceci peut être dû au stress physiologique subi par les primipares, qui provoque un retard de l'IV-IA1 et par conséquent un retard de l'IV-IAF, conduisant à une augmentation de l'IV-V. L'intervalle vêlage-première insémination diminue (Ogan, 2000) ou augmente (Cilek et Tekin, 2007) avec le numéro de lactation.

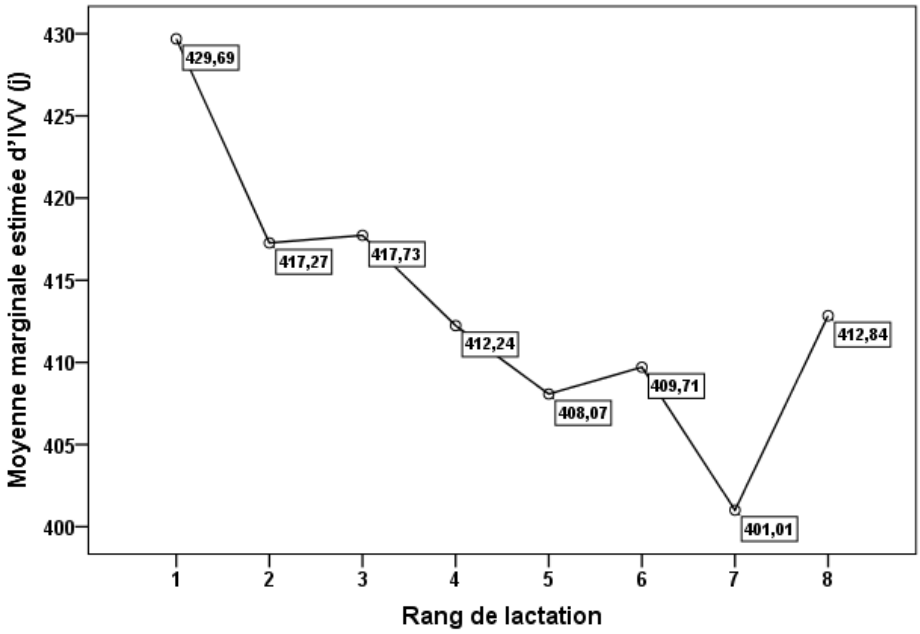

Figure N° 19 : Moyenne marginale estimée d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon le rang de lactation.

La détérioration des paramètres de reproduction s'inscrit dans la tendance générale rapportée dans de nombreuses enquêtes réalisées, qui montrent un allongement des IV-V et une diminution du taux de gestation au cours des années 1990-2000 (Pinto *et al.,* 2000).

Des longs intervalles IV-V ont été observés sur toutes les années (tableau 13), avec une augmentation remarquable dans la période entre 2001 et 2005 d'une valeur moyenne de 432,53±99,99.

Tableau N° 13 : Moyennes d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

Année de vêlage	Moyenne	Ecart-type	N
[1995-2000]	417,57	93,61	35
[2001-2005]	432,53	99,99	173
[2006-2010]	412,04	84,89	333
[2011-2015]	418,69	88,15	235
Moyenne total	418,87	89,998	776

On constate une augmentation entre 1995 et 2005 de l'ordre de 15j, soit 3,58%, et d'autre part, une augmentation entre 2006 et 2015 de l'ordre de 6,65j, soit 1,61%, qui sont comparables au études réalisés par Le Mezec *et al.,* (2005), sur les inséminations réalisées de 1995 à 2002 par 4 centres d'insémination de l'ouest de la France. Cette situation s'est accompagnée d'un allongement de 6 à 12 jours de l'intervalle vêlage-vêlage. En outre, Boichard *et al.,* (2002) ont noté que l'intervalle entre vêlages (IV-V) s'est accru d'environ un jour par an chez la race Holstein depuis 1980, pour atteindre plus de 13 mois en 2002.

L'analyses des moyennes marginales estimées des IV-V (figure 20), montre un effet non significatif (P=0,360) de l'année de vêlage sur la durée de l'IVV, qui est désaccord avec les résultats trouvés par l'étude d'Amimo *et al.,* (2006).Alors que l'effet significatif de l'année de vêlage sur les paramètres reproductifs peut être liée aux changements de conduite d'élevage et les facteurs d'ambiance qui varient d'une année à l'autre. En plus au cours des dernières années, certains paramètres de la reproduction ont connu une légère baisse, tandis que d'autres sont restés inchangés. Le point de vue économique de l'éleveur et ses pratiques de gestion ont contribué aux ces changements (Galon *et al.,* 2010).

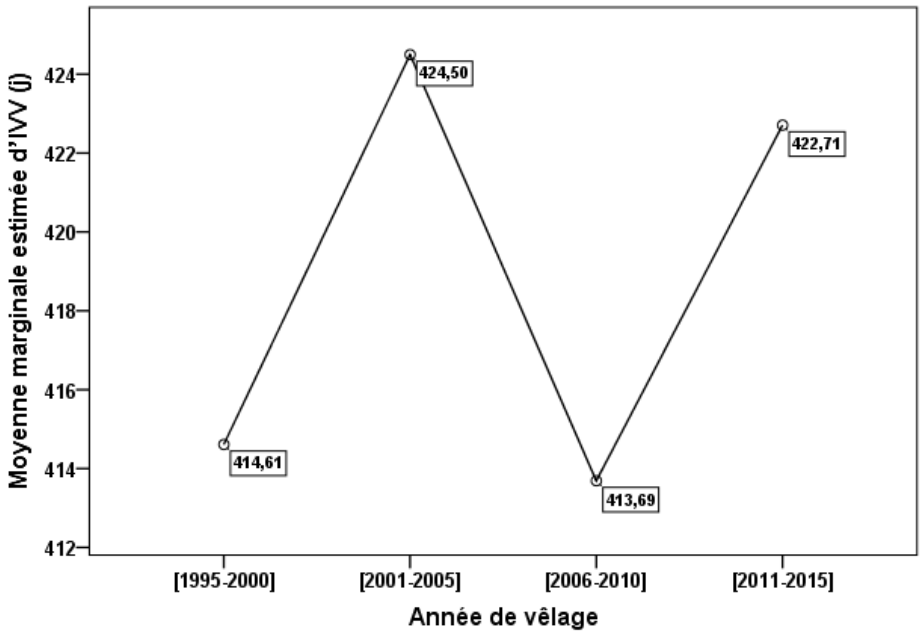

Figure N° 20 : Moyenne marginale estimée d'IV-V (j) des vaches laitières Holstein selon l'année de vêlage.

III.2. 3. 3. Les paramètres de fertilité :

III .2. 3. 3.1. Le taux de conception (TC%) :

La baisse de fertilité associée au stress thermique estivale est un problème multifactoriel dans lequel l'hyperthermie affecte la fonction cellulaire dans divers tissus de l'appareil reproducteur féminin (Wolfenson *et al., 2000* ; Hansen *et al.,* 2001). Alors que, le taux de conception a diminué de 55 % à 35 % ces 60 dernières années (Schüller *et al.,* 2014).Ce déclin est lié aux changements physiologiques (Wiltbank *et al.,* 2006), à l'augmentation du mérite génétique, aux changements de conduite et à l'augmentation de la production laitière (Honig *et al.,* 2016).

Dans ce sens, (tableau 14), les taux de conception (TC%), varient selon les classes de THI (<72, [72-78], [78-84], et >84) de l'ordre de 37,46±40,69, 35,91±42,48, 29,64±40,77 et 19,22±34,48% respectivement, d'une moyenne globale de 33,48±40,83%

Tableau N° 14 : Moyennes de taux de conception (TC%) selon la catégorie de THI.

Catégorie de THI	Moyenne	Ecart-type	N
<72	37,46	40,69	1204
[72-78]	35,91	42,48	518
[78-84]	29,64	40,77	500
>84	19,22	34,48	289
Moyenne total	33,48	40,83	2511

Le pourcentage des inséminations en période de neutralité thermique (THI <72) (tableau 14) sont de l'ordre de 48%, en revanche, le nombre de vaches inséminées pendant la période chaude était inférieur à celui de la période froide.

L'élévation des températures ambiantes a des effets néfastes sur la fertilité des vaches laitières (Collier *et al.,* 2006), y compris la diminution de l'expression de l'œstrus (Roth, 2008) et de taux de conception compromise (Huang *et al.,* 2008; Flamenbaumand et Galon, 2010).

A cet égard, pendant le stress thermique, Gwazdauskas *et al.,* (1981) ont observé une augmentation de la fréquence de l'anœstrus, qui contribue dans les échecs de conception, de même, l'augmentation des températures ambiantes comprennent une altération de la qualité des ovocytes, une diminution de la dominance du follicule, une diminution du débit sanguin utérin et un dysfonction de l'endomètre (Collier *et al.,* 2006 ; Roth, 2008). De plus, il a été rapporté que la saison estivale affecte la capacité de développement et la qualité des cellules granulosa de l'ovocyte (Shehab-El-Deen *et al.,* 2010). En outre, Roth *et al.,* (2001b) ont rapporté l'effet délétère des THI élevés sur le succès de la fertilisation, même de 20 à 50jours avant l'IA. Rutledge *et al.,* (1999) ont également signalé une diminution du nombre d'ovocytes qui ont atteint le stade de blastocyste en juillet et août par rapport aux mois.

D'abord, l'exposition à des THI élevées après l'IA pourrait compromettre la survie des spermatozoïdes dans l'oviducte, et conduit à une minimisation de la capacité de fertilisation (López-Gatius, 2003). Néanmoins, Mancera *et al.,* (2011) ont rapporté que le TC% lors des (THI>80) avant le jour d'insémination sont significativement (P<0,01) inférieurs à celui des jours après l'insémination. Donc, le stress thermique avant l'insémination a été associé à une baisse de fertilité (Al-Katanani *et al.,* 1999).

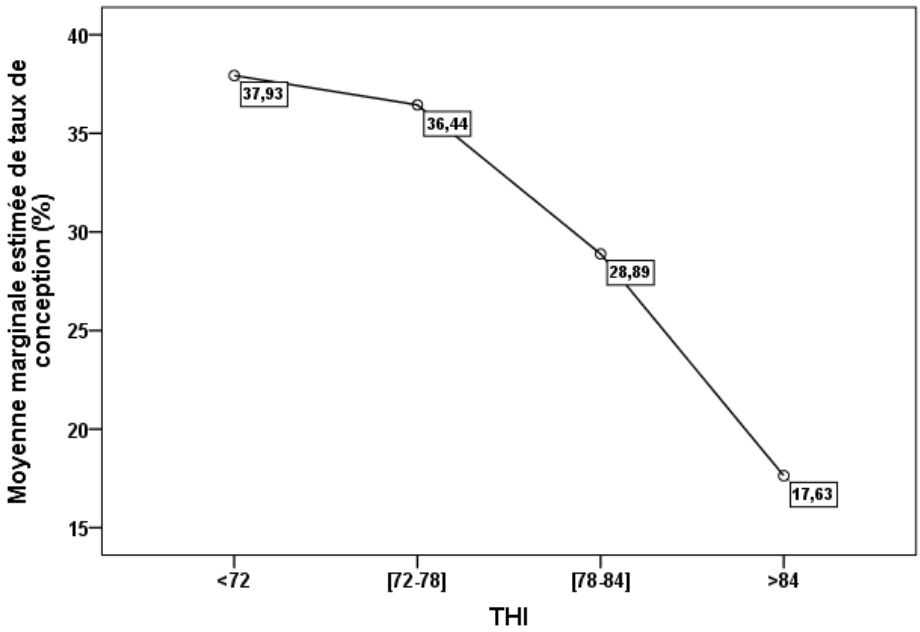

Figure N° 21 : Moyennes marginales estimatives de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon la catégorie de THI.

En conséquence, Ces valeurs montrent que l'augmentation des valeurs de THI a conduit à une diminution significative (P < 0,001) de taux de conception (TC%), selon les classes de THI (< 72, [72-78], [78-84] et > 84) de l'ordre de - 3,92%.- 20,71%.- 38,97%, respectivement, avec un taux de régression moyen de –53,51%, soit une diminution de TC% par unité de THI de l'ordre de -1,01%/THI. (Figure 21).

A cet effet, Huang *et al.,* (2008) ont constaté un taux de conception moyen d'environ 55 % aux Etats unies, dont la diminution enregistrés pendant les mois d'été varié entre -10% à -31 % en (New York et Géorgie), respectivement. De même, Chebel *et al.,* (2004) ont trouvé que les vaches exposées au stress thermique avant l'IA étaient moins (- 32 %) susceptibles de concevoir (Chebel *et al.,* 2004).
En outre, le risque de baisse du taux de conception sous le climat subtropical de l'Australie variait de 3 à 5 semaines avant et 1 semaine après le jour de service (Morton *et al.,* 2007). L'activité œstrale était significativement plus faible pendant la période chaude (López- Gatius *et al.,* 2005).

Par ailleurs, l'apparition d'un stress thermique varie d'un animal à l'autre et au sein de la population (troupeau) (Aguilar *et al.,* 2009), ainsi qu'entre caractères et parités, selon leur état physiologique (Bernabucci *et al.,* 2014).

En effet, le, Il y a une variation des moyennes de taux de conception (54,21±44,18, 30,75±39,64 et 27,27±37,62) des Génisses, vaches laitières primipares et vaches laitières multipares, respectivement (tableau 15).

Tableau N° 15 : Moyennes de taux de conception (TC%) selon le type de femelle.

Type de femelle	Moyenne	Ecart-type	N
Génisses	54,21	44,18	501
Primipares	30,75	39,64	603
Multipares	27,27	37,62	1407
Moyenne total	33,48	40,83	2511

Cette diminution moyenne de taux de conception entre les génisses et les vaches primipares (-43,27%) et ces dernières et celles des multipares est de (-11,31%).

De ce fait, Plusieurs auteurs ont fait le rapport d'une diminution de la performance de fertilité avec l'augmentation du nombre de parité de vaches laitières, ce qui suggère que les vaches de troisième parité ont un taux de non-retour inférieur à celui des vaches de première ou deuxième parité (Ravagnolo et Misztal, 2002b).

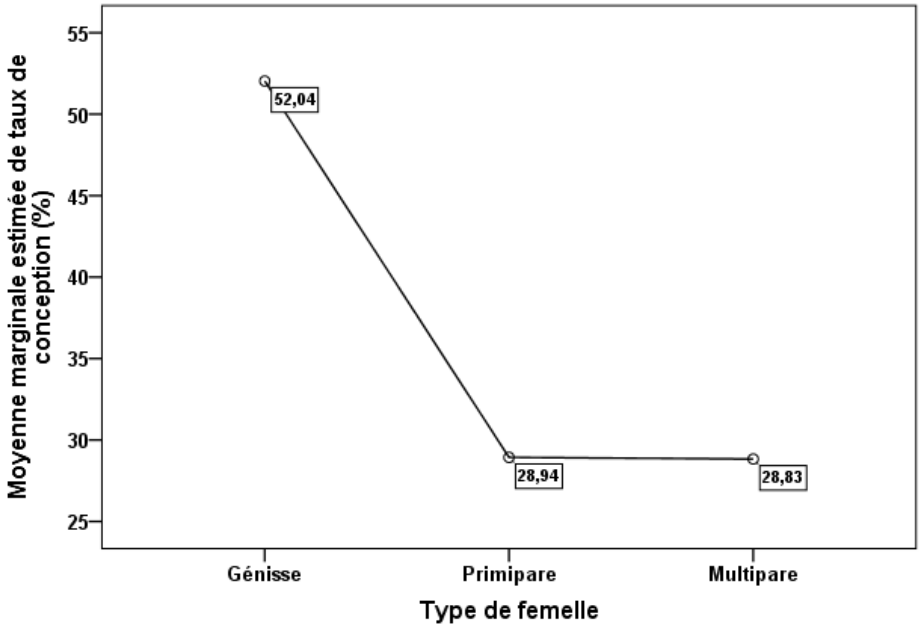

Figure N° 22 : Moyennes marginales estimatives de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon le type de femelle.

En conséquence, ces valeurs (figure 22) montrent que l'augmentation significative (P< 0,001) de taux de conception (TC%) chez les génisses par rapport aux autres femelles (vaches primipares et multipares), soit plus de 44%, en revanche le TC% chez les primipares et les multipares semble légèrement identique. Cependant, Sartori *et al.*,(2010) ont constaté que les vaches laitières avaient des taux de conception inférieurs à ceux des génisses pendant les températures ambiantes élevées de l'ordre

de 55,6 et 100 %, respectivement. Car, plus la production augmente, plus la thermogenèse endogène par le bovin augmente (Kadzere *et al.*, 2002 ; Berman, 2005 ; Hansen, 2009. Le niveau de production laitière en début de lactation pénalise le TRIA1% chez les multipares (Espinasse *et al.*, 1998). De même, Seegers *et al.*, (2005) ont indiqué que la fertilité des vaches laitière en leur 2ème rang est inférieure à celle de leur premier rang de lactation.

Le tableau16 représente la corrélation du taux de conception avec leurs facteurs de variation.

Tableau N° 16 : Corrélation entre les facteurs indépendants et le taux de conception (TC%).

		Synchronisation des chaleurs	Année	Type de femelle	Numéro de lactation	THI
Taux de conception % (N=2512)	**Corrélation de Pearson**	-0,019	0,054**	-0,235**	-0,191**	-0,137**
	Sig. (2-tailed)	0,343	0,007	0,0001	0,0001	0,0001
	Covariance	-0,223	8,963	-7,622	-14,403	-5,954

Le taux de conception (TC%) et le déclin de la fertilité des vaches laitières est influencé par de nombreux facteurs (Chagas *et al.*, 2007). Il y a une corrélation négative entre le TC% et le THI (r=-0,137; P < 0,0001). D'ailleurs, Cavestany *et al.*, (1985) ont remarqué une relation négative entre le taux de conception et la T° max le jour de service.

Toutefois, Il y a une relation négative entre le numéro de lactation et le taux de conception(r=-0,191; P < 0,0001. Cependant, plusieurs auteurs ont fait le rapport d'une diminution de la performance de fertilité avec l'augmentation du nombre de vaches de parité (Ravagnolo et Misztal, 2002b). Par contre, López-Gatius *et al.*, (2005), n'ont trouvé aucune relation significative entre le stade de lactation et l'activité œstrale.

D'un autre côté, le type de femelle influe négativement le TC% (r=-0,235; P < 0,0001), dont le taux de gestation en 1èreIA des vaches primipares Holsteins en Chine, ont été respectivement plus élevé que ceux des multipares (Wu *et al.*, 2012)

Selon Rhodes *et al.*, (2003), le numéro de lactation est un facteur souvent intégré aux modèles statistiques en tant que facteur de confusion, son effet sur la fertilité est controversé

En effet, il y a une variation des moyennes de taux de conception (54,21±44,18, 30,75±39,64,30,38±39,38, 28,73±38,57,24,93±36,02, 20,91±33,21, 23,60±34,74, 28,73±38,22 et 46,52±48,39) des Génisses et vaches laitières en leurs rangs de lactation 1ère,2ème,3ème,4ème,5ème,6ème,7ème et 8ème, respectivement (tableau 17).

Tableau N° 17 : Moyennes de taux de conception (TC%) selon le rang de lactation.

Rang de lactation	Moyenne	Ecart-type	N
(Génisse)	54,21	44,18	501
01	30,75	39,64	603
02	30,38	39,38	445
03	28,73	38,57	357
04	24,93	36,02	261
05	20,91	33,21	204
06	23,60	34,74	99
07	28,73	38,22	29
08	46,52	48,39	12
Moyenne total	33,47	40,83	2511

Les résultats illustrés dans le tableau 17, sont inférieurs à celle obtenus par Galon *et al.,* (2010), où les taux de conception en première saillie (TC%) en 2006 étaient de 64,9 % (41,5 à 83,8), 42,6 % (15,1 à 59,6) et 33,4 % (8,6 à 59,3) chez les génisses, les vaches primipares et multipares respectivement.

Cela peut être expliqué qu'après la puberté, l'expression de l'œstrus de la génisse augmentera continuellement en intensité (Silper *et al.,* 2015). Par contre, on constate que les vaches de 1 à 4 ont une moyenne de TC% de 28,7% contre 24,41% chez les vaches de 5 à 8, ce qui confirme ce qui a été trouvé par (Harman *et al.,* 1996), où les vaches ayant 5 à 10 lactations avaient des performances de reproduction plus faibles que celles qui avaient entre 2 et 4, et la proportion des vaches abattues pour des problèmes de fertilité a augmenté à partir de 7 ans d'âge (Harris, 1989). Pour nos résultats, les vaches en 7ème et 8ème ne représentent que 2%. En outre, la conception augmente pour les vaches de 2ème rang ou de rang 3ème (Stevenson *et al.,* 1983)

En conséquence, les valeurs illustrées dans la figure 23, montrent une régression significative ($P < 0,001$) du taux de conception (TC%) chez les vaches laitières entre (1 à 5), soit plus de -31%. Ceci est comparables aux travaux de (Galon *et al.,* 2010), dont le taux de première conception a chuté de -17,2 à -24,9 % chez les vaches primipares et multipares, entre 2004 et 2008 respectivement.

Ces réductions chez les vaches âgées, sont dues, en partie, à l'augmentation de la fréquence de diverses maladies par rapport aux jeunes vaches, et puisque les vaches âgées ont des incidences plus élevées de dystocie et naissance gémellaire (Kinsel et Etherington, 1998), rétention placentaire (Van Werven *et al.,* 1992) et boiteries (Barkema *et al.,* 1994).

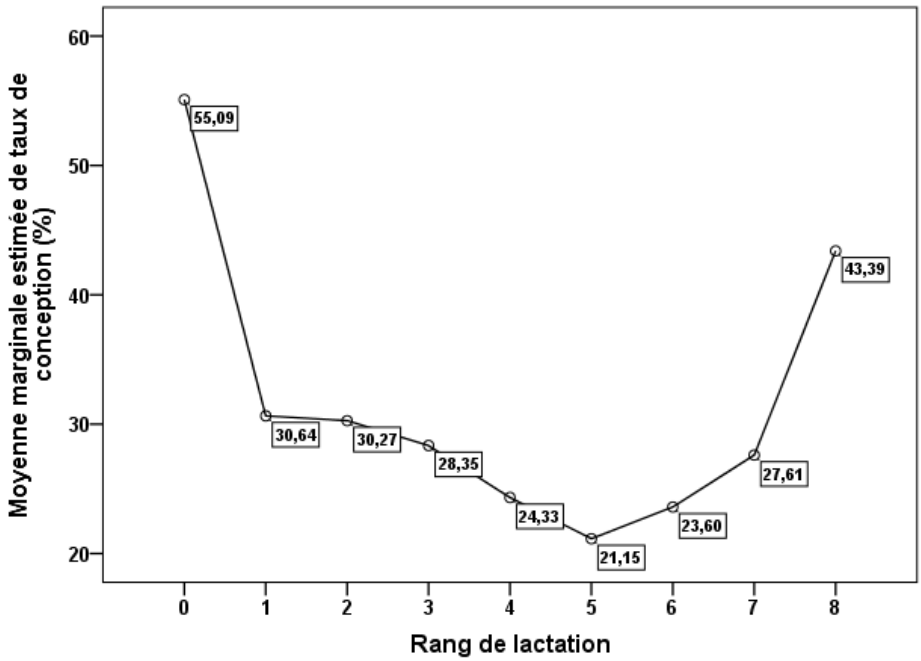

Figure N° 23 : Moyenne marginale estimée de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon le numéro de lactation.

L'hyperthermie entraîne une baisse de la performance reproductrice en raison d'une mauvaise détection de l'œstrus, d'une diminution du nombre de vaches inséminées et d'une insémination au mauvais moment (De Rensis et Scaramuzzi, 2003). A cet effet, ces facteurs pendant la période chaude peuvent avoir réduit le succès potentiel de l'IA par rapport à celui de la période froide. D'ailleurs, les programmes d'insémination artificielle synchronisée basés sur le recrutement folliculaire pour synchroniser l'ovulation pourrait être efficace (Ravagnolo *et al.*, 2000).

Le tableau 18, illustre une comparaison des moyennes de TC% de l'insémination sur chaleurs naturelle et l'insémination sur chaleurs synchronisées.

Tableau N° 18 : Moyennes de taux de conception (TC%) selon l'utilisation ou non de synchronisation des chaleurs.

Synchronisation des chaleurs	Moyenne	Ecart-type	N
Pas de synchronisation des chaleurs	33,73	40,58	2281
Avec synchronisation des chaleurs	31,05	43,33	230
Moyenne total	33,48	40,83	2511

Il ressort (tableau 18), que l'utilisation limité de la synchronisation des chaleurs (environ 11%) des inséminations réalisés et surtout en période estivale, reste inférieur par rapport l'insémination sur chaleurs naturelle, soit -8%. Effectivement, Nebel et Jobst, (1998) et Walsh *et al.,* (2007), ont constaté que les traitements de synchronisation des cycles conduit à des taux de conceptions bas et à un raccourcissent des intervalles V-IA1 et V-IAF. Autrement dit, les traitements hormonaux sont généralement associés à une diminution de la réussite de l'insémination (Grimard *et al.,* 2003; Lucy, 2001).

Ayres *et al.,* (2014) ont également signalé que le TC% des vaches laitières croisées soumises à IA programmée (synchronisée) était de plus élevé en hiver qu'en été (43,7 % et 26,9%) respectivement. Bien que les effets retardés du stress thermique sur la croissance folliculaire (Wolfenson *et al.,* 2000), le taux de conception (Pereira *et al.,* 2013).

D'un autre côté, la figure 24, illustre les deux moyennes marginales estimées des taux de conception (TC %) des vaches Holstein selon (l'utilisation ou non) de synchronisation.

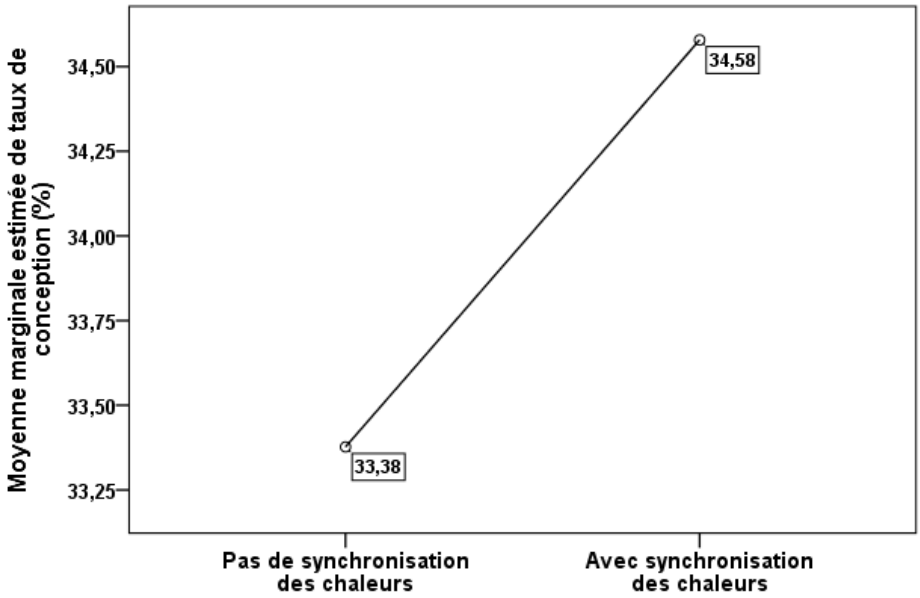

Figure N° 24 : Moyennes marginales estimatives de taux de conception (TC%) des vaches Holstein selon synchronisation.

L'analyse de la variance montre un effet significatif (P<0,0001) d'utilisation des inséminations synchronisées sur le taux de conception chez les vaches laitière, soit une légère élévation de +3,5%. Pursley *et al.,* (1997a) ont trouvé que l'utilisation systématique de ces traitements associés de GnRH et $PGF_{2\alpha}$ en élevage laitier aux Etats-Unis a amélioré les résultats de reproduction par rapport à l'IA sur chaleurs observée après injection de $PGF_{2\alpha}$, de même, Grimard *et al.,* (2003) ont rapporté des taux de gestation moyen de 38%, avec un traitement basé sur des injections de GnRH et de $PGF_{2\alpha}$.

III .2. 3. 3.2. Le taux de réussite d'insémination artificielle (TRIA%) :

Une réussie en première IA (TRIA) est un élément clé de l'efficacité de la reproduction, mais la probabilité de conception après la première IA diffère d'une vache à l'autre (Windig *et al.*, 2005).
En général, les vaches à forte production au sein des troupeaux, ont un faible taux de conception lors de la première IA (Windig *et al.*, 2005). D'ailleurs, l'impact négatif du stress thermique ou de la saison sur le TRIA% a fait l'objet de nombreuses études (De Rensis et Scaramuzzi, 2003 ; Huang *et al.*, 2008 ; Flamenbaumand et Galon, 2010).

En effet, la figure 25, illustre la répartition des taux de réussite d'insémination artificielle (TRIA%) en trois classes (1,2 et 3 et plus).

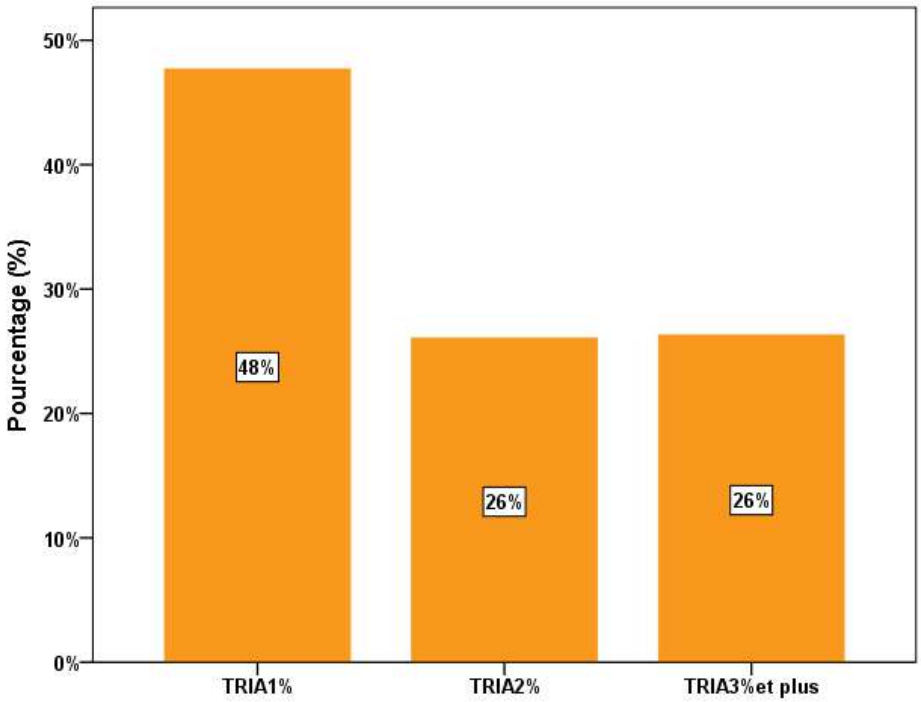

Figure N° 25 : Répartition des pourcentages de taux de réussite en insémination (1, 2 et 3 et plus).

Il ressort (figure 25), que le taux de réussite en première insémination (TRIA1%) est de l'ordre de 48%, alors que l'objectif fixé par Chapaux *et al.*, (2013) Hanzen, (2015a) est de ≥ 45% pour les vaches laitières, qui reflète certainement une bonne fertilité.

A cet effet, nos résultats sont supérieurs à ceux de M'hamdi *et al.*, (2010) en Tunisie (33%), mais reste inférieurs à ceux des élevages bovins laitiers de race Holstein en France (55%) (Raunet, 2010), aux Etats-Unis sous un climat subtropical (67,8%) par (Chebel *et al.*, 2007),en Thaïlande (contexte tropical) (67,9%) par (Buaban *et al.*, 2015) et sous les conditions tempérés en Angleterre et au Japon 67 et 69% (Brickell *et al.*, 2009) et (Abe *et al.*, 2009) respectivement.

En outre, environ 74% de vaches conçoivent dès la 1^{ère}et la 2ème insémination, alors que 26% des vaches laitière avaient besoin au moins de 3 fois et plus d'insémination, cependant Le Mezec *et al.*, (2005) ont trouvé que pour 36 % des femelles, au moins 3 IA sont nécessaires pour obtenir un vêlage. En

pratique, les objectifs imposent un pourcentage d'animaux inséminés trois fois ou plus inférieur à 20 (Zinzius, 2002).

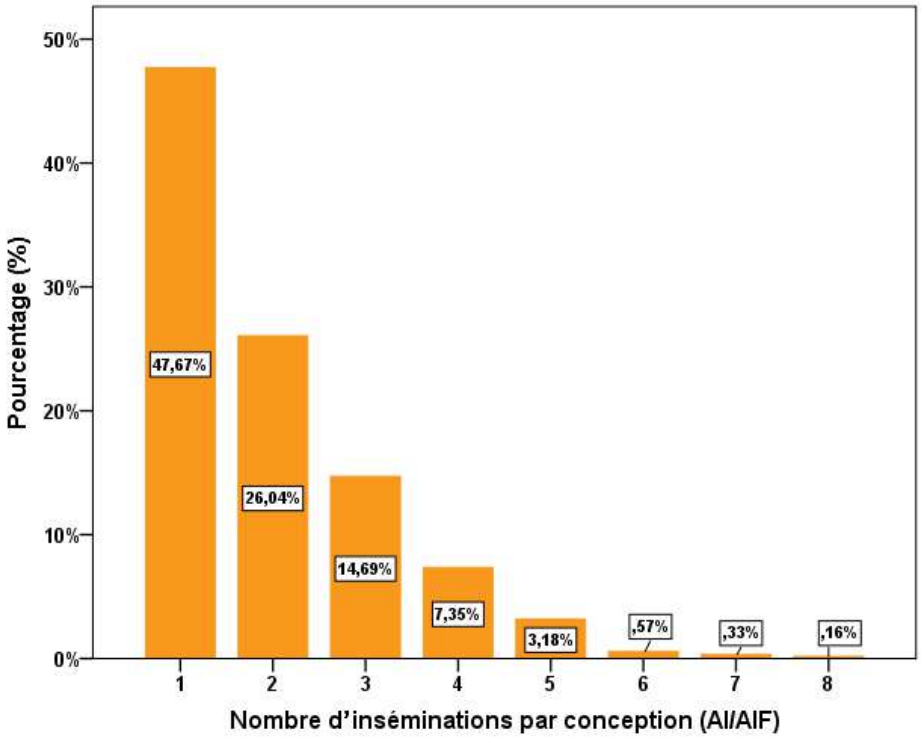

Figure N° 26 : Répartition des pourcentages de taux de réussite en insémination.

La figure 26, représente le nombre d'inséminations nécessaires pour la conception chez les vaches laitières, dont, on a constaté que le pourcentage des IA au-delà de la 4ème jusqu'à la 8ème ne représente que 12%.

L'augmentation de nombre d'inséminations par conception est généralement due aux troubles sanitaires post-partum, qui surviennent dès le vêlage, et qui peuvent être considérés comme des facteurs explicatifs intermédiaires concernant de la chute de taux de réussite en insémination (Bouyer *et al.*, 1995; Dohoo *et al.*, 2003). Aussi bien le stress thermique, a entraîné une augmentation des inséminations par conception, par voies de conséquence d'une diminution du taux de croissance et du gain moyen quotidien, notamment chez les génisses et primipares et la régression de la fréquence et de la durée des œstrus (Patel *et al.*, 2017). D'un autre côté, la production laitière apparaît comme un facteur de risque fort d'une cyclicité anormale. Elle serait reliée négativement au retour à une cyclicité normale, davantage chez les vaches multipares que chez les primipares (Taylor *et al.*, 2004).

III .2. 3. 3.3. L'index de fertilité (IA/IAF) :

Le stress thermique avant l'insémination a été associé à une baisse de fertilité (Al-Katanani *et al.,* 1999, Putney *et al.,* 1989). En générale, ses dernières années le nombre des services par conception (index de fertilité) sont passés de 1,62 en 1972 à 2,91 en 1996 (Silvia, 1998). Une tendance similaire a été observée dans les troupeaux Holstein et Jersey, où les services par conception sont passés de 1,91 en 1976 à 2,94 en 1999 (Washburn *et al.,* 2002). De plus, il est bien connu que la saison des vêlages a un effet sur le nombre de services par conception (M'hamdi *et al.,* 2013).

En effet, le tableau 19, représente les moyens des index de fertilité (IF) qui varient selon les classes de THI (<72, [72-78], [78-84], et >84) de l'ordre de 1,93±1,20, 1,97±1,19, 2,03±1,16 et 2,04±1,21 respectivement, d'une moyenne globale de 1,96±1,19.

Tableau N° 19 : Moyennes d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon les classes de THI.

Catégorie de THI	Moyenne	Ecart-type	N
<72	1,93	1,20	702
[72-78]	1,97	1,19	263
[78-84]	2,03	1,16	177
>84	2,04	1,21	83
Moyenne total	1,96	1,19	1225

Il ressort (tableau 19) que l'augmentation des valeurs de THI a conduit à une légère élévation de nombre des services par conception (IF), selon les classes de THI (< 72, [72-78], [78-84] et > 84) de l'ordre de +2,07%,+3,04% et +0,5%, respectivement, qui augmente en moyenne de +5,7%.
L'index de fertilité moyen obtenu est supérieur par rapport à l'étude faite par Ben Hamouda *et al.,* (2005) qui ont indiqué un nombre moyen d'inséminations par conception de l'ordre de 2,5.

En outre, le stress thermique peut également endommager la qualité des ovocytes et des embryons précoces, ce qui réduit davantage la fertilité (Hansen, 2009), de plus, le stress dû à la chaleur pendant la saison estivale réduisait la mobilité des spermatozoïdes bovins (Monterroso *et al.,* 1995). L'augmentation de THI au-delà de 80 avant et après l'IA pourrait constituer un facteur de risque pour la diminution du taux de conception et le développement embryonnaire précoce (Nabenishi *et al.,* 2011).

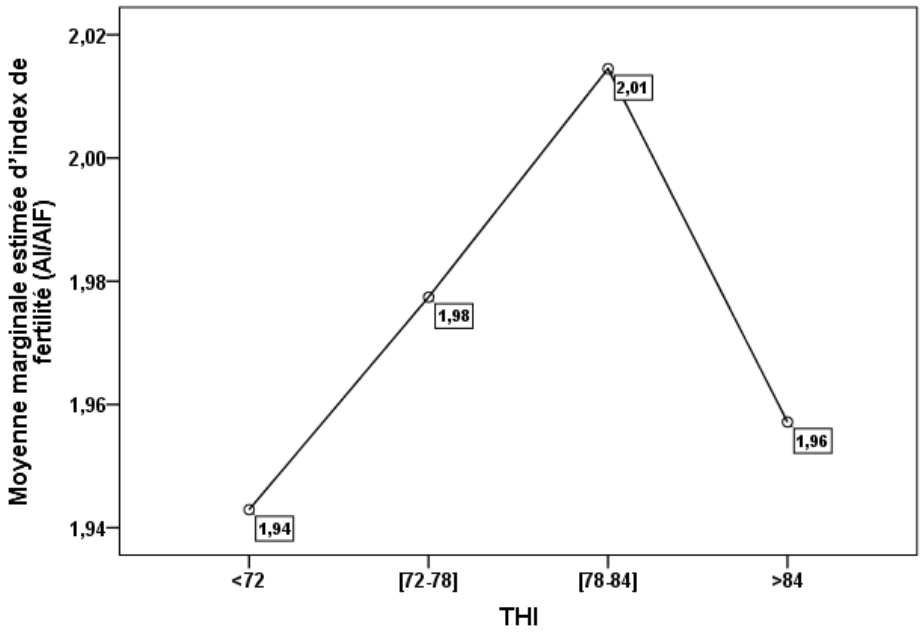

Figure N° 27 : Moyenne marginale estimée d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon les classes de THI.

Les moyennes marginales estimées de l'index de fertilité (figure 27) augmente d'une façon non significative (P= 0,801) lors de l'augmentation des valeurs de THI, où on a enregistré un déclin du nombre d'inséminations par conception lorsque les THI dépasse 84. Pourtant, le nombre d'AI (1,94) dans la période de thermo-neutralité (<72) est inférieur par rapport à ceux trouvé en période d'hyperthermie (>72) (de 1,96 à 2,01). De même, Galon *et al.,* (2010) ont rapporté que les inséminations estivales et les inséminations hivernales ont passé de 0,81 à 1,04 entre 2000 et 2008 dans les fermes laitière en Israël.

Encore, le nombre moyen d'inséminations par conception était plus élevé (p<0,05) de mai à juillet (3,0 à 3,4) comparativement aux autres mois (2,1 à 3,0) (Mellado *et al.,* 2013), puisque les conditions climatiques avant ou après le jour de service ont toujours été associées à des taux de conceptions réduits, et les effets sur ces jours peuvent être égaux ou plus importants que les conditions le jour du service (García-Ispierto *et al.,* 2007).

Similairement, l'index de fertilité chez les vaches italiennes inséminées entre janvier et juillet a été plus élevé que celui chez les vaches inséminées entre août et décembre (Boni *et al.,* 2014). En Thaïlande,Taurik et Suriyasataphorn, (2008) ont trouvé que les vaches qui vêlent durant la saison des pluies et en hiver (1,28) ont plus de chance d'être gestantes par rapport à celles qui accouchent en été (1,76).

Une étude réalisée dans la région tropicale (Mississippi) des Etats Unis a révélé que le nombre de services par conception des vaches Holstein vêlant au cours des mois chauds sont plus élevés que celui des vaches vêlées dans les autres mois (Avendano-Reyes *et al.,* 2010). A l'inverse, des études réalisées en Iran (Ansari-Lari *et al.,* 2010) et en Ethiopie (Kumar *et al.,* 2014) n'ont rapporté aucun effet des saisons de vêlage sur l'index de fertilité.

Les moyens des index de fertilité (IF) (tableau 20) varient de l'ordre de 1,48±0,77, 2,10±1,29 et 2,16±1,27, selon type de femelle (génisses, vaches primipares et vaches multipares), respectivement.

Tableau N° 20 : Moyennes d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon type de femelle.

Type de femelle	Moyenne	Ecart-type	N
Génisse	1,48	0,77	330
Primipare	2,10	1,29	279
Multipare	2,16	1,27	616
Moyenne total	1,96	1,19	1225

La fertilité des génisses dans notre étude (IF = 1,48±0,77) exprimée par l'index de fertilité (IF) est comparable à celle observée en Ethiopie (Tadesse *et al.,* 2010) et en Chine (1,8) (Guo *et al.,* 2014), , aux Etats Unis (1,51) (Chebel *et al.,* 2007) et en Thailande (1,57) (Buaban *et al.,* 2015), la fertilité des génisses Vietnam (Nguyen-Kien *et al.,* 2017) (IF = 1,8), mais légèrement élevée que celles relevées en Angleterre (1,4) (Brickell *et al.,* 2009).

La moyenne d'index de fertilité des vaches laitières (primipares et multipares) est de (2,10±1,29 à 2,16±1,27), ce qui est inférieurs à ceux de Ansari-Lari *et al.,* (2010) en Iran (IF = 2,5), (Wu *et al.,* 2012) en Chine (IF = 2,3), et supérieurs à celle trouvée en Chine (IF = 1,8) (Guo *et al.,* 2014), en Ethiopie (IF = 1,5) (Fekadu *et al.,* 2011) et au Japon (IF = 2,0) (Yusuf *et al.,* 2010).

La figure 28, monte une augmentation significative de l'index de fertilité (P<0,0001) selon le type de femelle. D'ailleurs, Chebel *et al.,* (2004) ont rapporté que les vaches multipares étaient moins susceptibles de concevoir que les vaches primipares. De plus, Goshu *et al.,* (2007) ont signalé que le nombre de services par conception avait tendance à augmenter de façon significative avec le nombre de parités.

L'augmentation des pertes fœtales avec l'augmentation de la fréquence de traite pourrait être associée à une plus grande mobilisation des tissus corporels et à diverses adaptations métaboliques et endocriniennes (Weber *et al.,* 2013). A cet égard, l'index de fertilité des vaches primipares a été plus bas que ceux des multipares (Wu *et al.,* 2012).

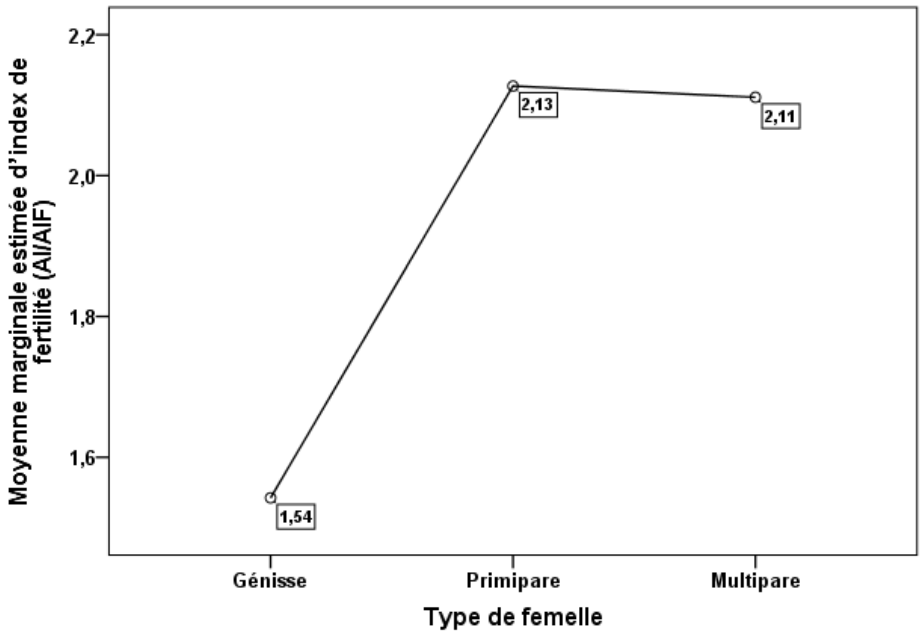

Figure N° 28 : Moyenne marginale estimée d'index de fertilité (IF) des vaches laitières Holstein selon type de femelle.

D'un autre côté, l'analyse de la variance (ANOVA), montre que des facteurs (Rang de lactation, type de femelle, numéro de lactation), influencent significativement (P<0,0001) l'index de fertilité (IF) (Tableau 21).

Tableau N°21 : Analyse de la variance (ANOVA[a,b]) des facteurs influençant l'index de fertilité (IF).

Model		Somme des carrés	dl	Carré moyen	F	Sig.
1	Régression	94,563	3	31,521	23,148	0,0001[b]
	Résiduel	1662,634	1221	1,362		
	Total	1757,197	1224			

a. Variable dépendant: l'index de fertilité (IF)

b. Prédicteurs: (Constante), Rang de lactation, Type de femelle, Numéro de lactation

III .2. 3. 3.4. Le taux de gestation (TG%) :

Dans les régions tropicales et subtropicales, où les températures ambiantes sont supérieures à la température critique pendant de longues périodes, et dont les vaches laitières sont facilement soumises au stress thermique en raison de la température ambiante élevée et de l'humidité relative élevée. En conséquence, elles présentent des comportements de stress, non seulement par la réduction de la consommation alimentaire et la production laitière, mais cela est également associé à une mauvaise performance reproductive (de Rensis *et al.*, 2015).

En effet, l'efficacité de la reproduction a un impact majeur sur la rentabilité des exploitations laitières (Santos *et al.*, 2009). Néanmoins, de nombreux facteurs influencent la fertilité, y compris le climat et l'environnement, les caractéristiques du troupeau, la conduite du troupeau et les caractéristiques des vaches (Fourichon *et al.*, 2000).

A cet effet, on constate (figure 29) que la régression entre le taux de conception (TG%) des vaches laitières Holstein et les valeurs de THI, au cours de la période d'étude est de l'ordre de (n= 131, P < 0,0001) r=- 0, 42, R2= 0 ,175 et l'équation de régression est TG% = 102,1 - 0,86 THI).

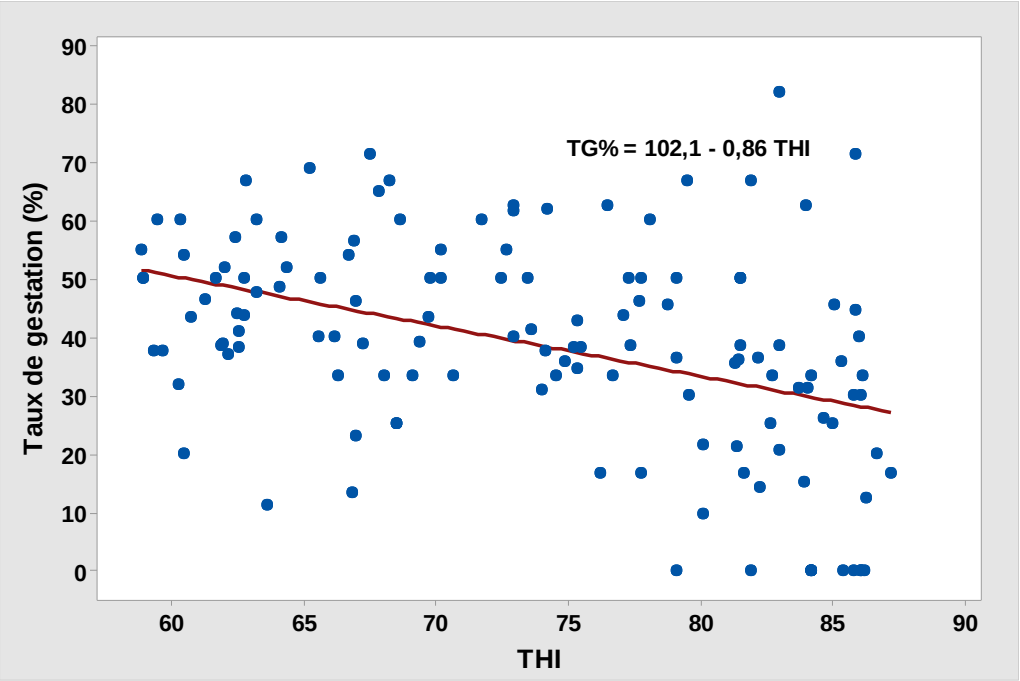

Figure N° 29 : Régression linéaire entre le taux de gestation (TG%) et le THI des vaches Holstein.

L'équation de régression négative, obtenue sous l'effet significatif (P < 0,0001) de l'élévation des valeurs de l'index-température-humidité, dont les valeurs THI expliquent 17,5% de la variation taux de conception (TG%). Alors, nos résultats sont inférieurs à celles rapportés par Bouraoui *et al.*, (2002), dont les résultats sont (TG (%) = 103 – 0,93 * THI ; R2 = 0,86 ; P < 0,01), avec des coefficients de détermination de 86%. En revanche, L'équation enregistrée dans la présente étude est comparable à celle trouvée au Vietnam par (Nguyen-Kien *et al.*, 2017), où le TG% mensuel des génisses est négativement corrélé de manière significative avec l'index de température et d'humidité (THI) mensuel (TG(%) = 387,1 – 4,1*THI ; r= -0,771 ; P = 0,003).

D'un autre côté, l'analyse de la variance (ANOVA) montre que des facteurs (THI, type de femelle, synchronisation des chaleurs et rang de lactation), influencent significativement (P<0,0001) le taux de gestation (TG%) (Tableau22).

Tableau N° 22 : Analyse de la variance (ANOVA[a,b]) des facteurs influençant le taux de gestation (TG%).

Model		Somme des carrés	dl	Carré moyen	F	Sig.
1	**Régression**	661206452,141	4	165301613,035	53,469	0,0001[c]
	Résiduel	7747426947,721	2506	3091551,057		
	Total	8408633399,862	2510			

a. Variable dépendante: Taux de gestation
b. Régression pondérée des moindres carrés - Pondérée par : Année
c. Prédicteurs: (Constante), Type de femelle, synchronisation des chaleurs, THI, rang de lactation.

Ce déclin des taux de gestation des bovins Holstein, au fil du temps, a été signalé dans la littérature scientifique (López-Gatius 2003 ; De Vries et Risco 2005), qui est encore exacerbé en saison ou en mois avec un index-température-humidité (THI) supérieur. Notamment durant l'été, le stress thermique réduit les taux de gestation, qui peuvent se prolonger jusqu'à l'automne (Wolfenson *et al.*, 2000).

A cet effet, (tableau 23), les variations mensuelles des valeurs de THI et de taux de gestation, varient entre 61,15±2,24 à 85,66±0,86 et de 22,60±20,91% à 50,50±10,83%, respectivement, d'une moyenne de 38,72±18,28%. Les résultats obtenus par Barbosa *et al.*, (2011), rapportent que le (TG%) était plus élevé pendant la saison hivernale par rapport à la saison estivale (42,5% contre 25%). Alors que, cette chute de taux de gestation pourrait s'expliquer par l'augmentation des mortalités embryonnaires, de juin à octobre, avec des pointes en juillet et septembre (Carpenter *et al.*, 2006).Aussi bien, le taux de gestation pendant les périodes de stress peut être baissé de 10 à 20 % (Hansen et Arechiga, 1999) comparativement à d'autres périodes de l'année.

Tableau N° 23: Moyennes mensuelles des valeurs de THI et le taux de gestation durant (1998 à 2016).

Mois	THI		Taux de gestation (TG%)	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Janvier	61,78	1,54	44,02	13,88
Février	63,86	3,03	41,57	12,81
Mars	68,80	2,70	47,53	14,63
Avril	73,25	2,38	50,50	10,83
Mai	77,42	1,89	39,20	13,76
Juin	82,48	0,96	36,04	23,26
Juillet	85,66	0,86	23,77	21,56
Août	85,17	1,02	22,60	20,91
Septembre	81,82	1,68	28,10	18,857
Octobre	76,46	1,89	37,86	15,39
Novembre	67,14	1,64	47,59	15,49
Décembre	61,15	2,24	45,87	11,86
Moyenne	73,75	8,90	38,72	18,28

La figure 30 illustre les variations des moyennes marginales estimatives des taux de gestation des vaches laitières en fonction de variation des mois de l'année.

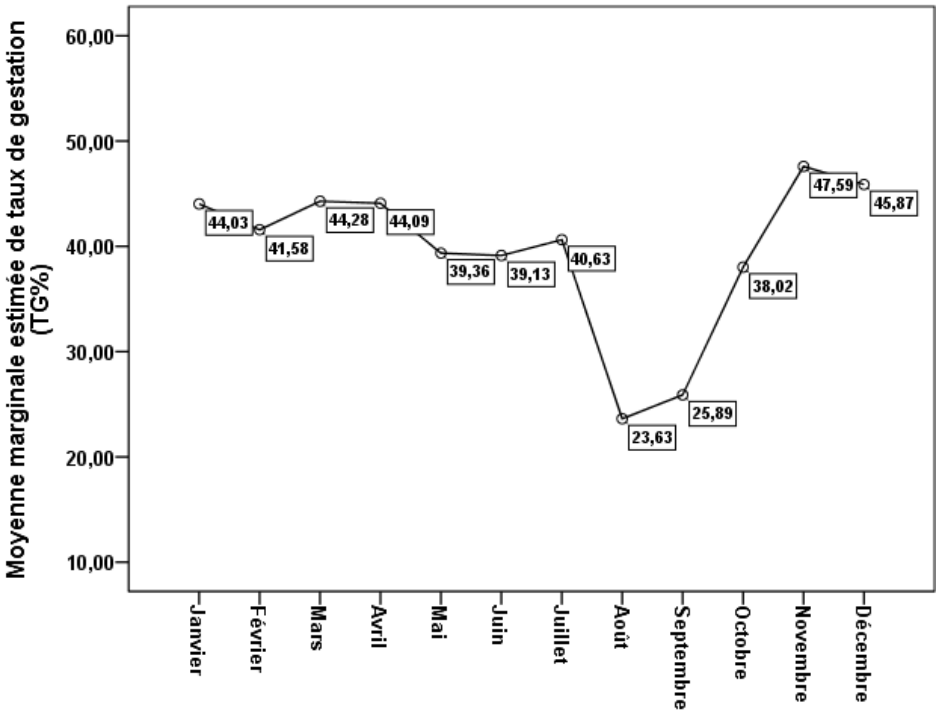

Figure N° 30 : Moyenne marginale estimée de taux de gestation des vaches laitières Holstein selon les mois.

L'analyse de l'interaction (THI*Mois) sur le taux de gestation est hautement significatif (P<0,0001), où on a enregistré un déclin de - 55,24% de TG% chez les vaches laitière Holstein en fonction des variations saisonnières (mensuelles). D'ailleurs, Mellado *et al.,* (2013), ont signalé que le TG% était plus élevé (p<0,05) de janvier à mars par rapport au reste de l'année, avec une diminution de -32,5%. Pourtant, Abel *et al.,* (2011) ont trouvé que le TG% à diminué d'environ -13%, suivant un schéma saisonnier, des taux de gestation plus faibles ont été observés durant les mois d'été que durant l'hiver (32,1 % contre 36,9 % ; P<0,01). De même, des études réalisées au Mexique (Mellado *et al.,* 2014) et en Turquie (Sonmez *et al.,* 2005a) ont révélé une diminution du taux de gestation chez les vaches inséminées en été par rapport aux autres saisons. Par ailleurs, Lopez-Gatius *et al.,* (2004), ont indiqué que les susceptibilités des pertes embryonnaires sont supérieurs chez les vaches laitières qui conçoivent avec des jumeaux de 5,4 fois plus pendant la saison chaude. Bien que le stress thermique au début de la gestation ait inhibé le développement embryonnaire jusqu'au stade blastocyste (Ealy *et al,* 1993), aucun effet inhibiteur n'a été observé dans le développement des embryons (Edwards et al, 1997).

La figure 31, représente la variation des valeurs de taux de gestation chez les vaches laitières (46,51, 42,52, 36,62 et 26,93%) en fonction des classes de THI respectivement.

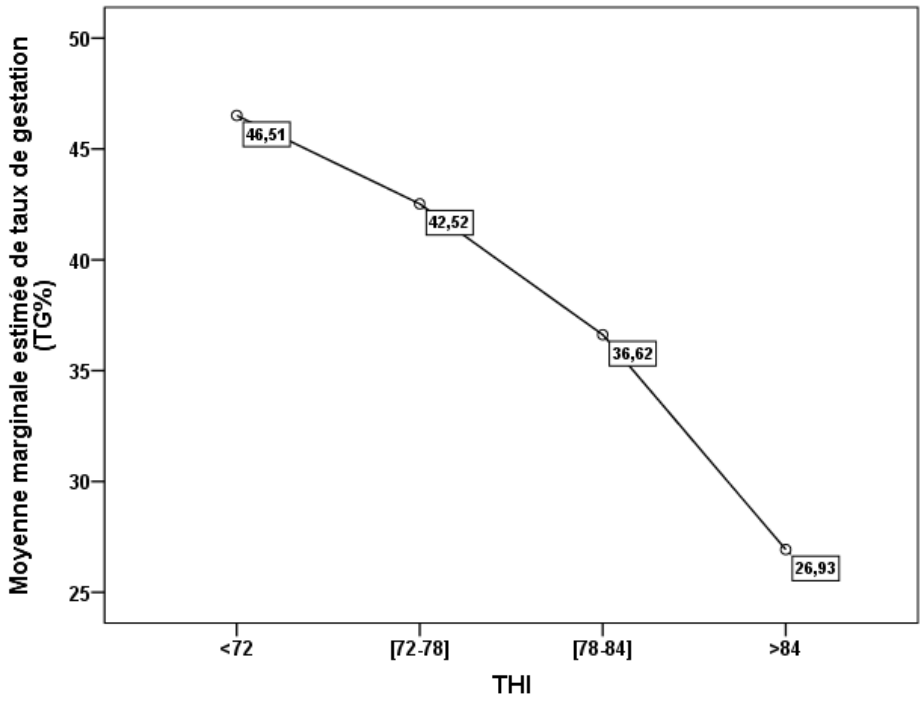

Figure N° 31 : Moyenne marginale estimée de taux de gestation des vaches laitières Holstein selon les classes de THI.

Les résultats illustrés ci-dessus (figure 31) démontrent clairement que le taux de gestation des vaches laitières est fortement influencée par le THI (P<0,001), ce qui permet de souligner la relation étroite entre le stress thermique et l'efficacité reproductive (Dikmen et Hansen, 2009), tout comme le taux de gestation (Ferguson et Skidmore, 2013), qui est un indicateur de fertilité impliqué dans la détermination des échecs reproductifs dus au stress thermique chez les bovins (Roth, 2008). En outre, dans le climat subtropical de l'Australie, le taux de gestation a diminué de façon significative lorsque le THI a dépassé 72 (McGowan *et al.,* 1996).

De plus, on constate une chute de TG%, par unité de THI, de l'ordre de -1,31%/THI. Lopez-Gatius *et al.,* (2004), ont démontré que la probabilité d'une perte de gestation augmente de 1,05 pour chaque unité d'augmentation de l'indice température-humidité maximale (THI) de j 21 à 30 de la gestation.

A cet égard, lorsque le THI varie de <72 à >84, on enregistre une diminution de taux de gestation de l'ordre de -42,05% Dans le climat tempéré et doux du Nord-Est de l'Espagne, le taux de conception diminue lorsque THI ≥ 75, trois jours avant le jour du service, avec une baisse plus importante de 30,6% à 23 lorsque THI dépasse 80 (García-Ispierto *et al.,* 2007). En revanche, en Egypte, le taux de gestation a diminué de 16,1 à 12,1% avec un THI élevé entre 80 et 85 (El-Tarabany et El-Bayoumi, 2015). De plus, De Rensis et Scaramuzzi (2003) ont rapporté une diminution de 20 à 30 % pendant les mois d'été, et -53 % en Floride (De Vries et Risco, 2005). Par contre, López-Gatius *et al.,* (2004) ont démontré que le taux de gestation des vaches inséminées en période estivale a diminué de 3,7 % par rapport aux inséminations

d'hiver. Et même lorsque le THI dépasse 80, il conduit à des réductions du taux de gestation de plus de 7 % dans le climat tempéré du Nord-Est de l'Espagne (García-Ispierto *et al.,* 2007).

Donc, le stress thermique pendant la période de gestation diminue la consommation d'aliments (Adin *et al.* 2009), ce qui peut mener à un bilan énergétique négatif, à une mobilisation du tissu adipeux compromise et à une déficience du développement fœtal (Wheelock *et al.,* 2010). D'ailleurs, il peut également interférer avec les niveaux normaux de progestérone, ce qui peut entraîner une réduction de la progestérone et de la perte fœtale (Samir *et al.,* 2016). Ceci conduit, par la suite, a de graves pertes économiques pour les producteurs laitiers, car la perte du fœtus entraînerait souvent des intervalles de vêlage assez longs, ce qui entraînerait une augmentation du nombre d'animaux réformés (Diskin *et al.,* 2015).

III .2.4. Conclusion :

L'analyse des performances de fécondité chez les génisses, a montré une prolongation modérée par rapport aux objectifs recommandés, concernant les intervalles NIA1, NIAF et l'APV, dont l'effet de la saison des naissances s'impose. En outre, l'augmentation du temps nécessaire à l'obtention d'une gestation « infécondité » chez les vaches, se traduit par une augmentation des périodes d'attente et de reproduction et par conséquence à un allongement de l'intervalle entre les vêlages, due aux variations saisonnières des conditions environnementales et des systèmes d'alimentation et de gestion d'élevage d'une année à l'autre.

Alors que la dégradation de la fertilité, qui est marqué par la chute du taux de conception (TC%), du taux de gestation (TG%), et l'augmentation d'index de fertilité (IA/IAF) et le taux de vaches nécessitant 03 inséminations et plus, qui sont influencé par l'élévation des THI estivales, et combinés aussi par l'effet des facteurs individuelles (rang de lactation, type de femelle, etc.).

Il en ressort que même la vache Holstein native en milieu saharien reste toujours vulnérable face à l'hyperthermie, se traduisant par la chute considérable (plus de 50%) de la fertilité sous l'effet délétère de index-température-humidité (THI). C'est pour cela, qu'il y a nécessité d'aménagement des bâtiments d'élevage selon les besoins de confort thermiques, pour permettre aux bovins laitiers de s'acclimater aux conditions climatiques sahariennes. Il faut aussi penser à la voie de la sélection génétique sur la thermorésistante pour procéder à l'amélioration de la résistance thermique et les traits reproductifs des vaches laitières.

DISCUSSION GENERALE

Discussion générale :

La première partie de ce travail a été menée dans le but de caractériser les systèmes alimentaires adoptés par les éleveurs à travers plus de 80 exploitations laitières, dans la région d'étude. Les résultats montrent que la ration de base, dans sa globalité composée essentiellement des fourrages secs, soit 90% des exploitations, ce qui caractérise la majorité des systèmes d'alimentations des exploitations laitières au niveau national (Ferrah, 2006). Notamment, le paille avec sa faible digestibilité, ingestibilité, et valeur nutritive (Andrieu et Demarquilly, 1987), ainsi que l'apport énergétique et protéinique par les aliments concentré qui est supérieur à 65%, qui sont le principal facteur limitant du rendement laitier chez les vaches laitières à forte production (Allen, 2000). Cela montre la forte dépendance des exploitations laitières de la région, vis-à-vis du des concentrés. Dans ces conditions, Mulligan *et al.,* (2002) ont signalé que les régimes riches en concentrés engendrent habituellement une plus grande dépression de digestibilité .

Cette insuffisance alimentaire et les mauvaises techniques de conduite d'élevage conduisent à une faible productivité zootechnique des élevages bovins laitiers (Ghazi et Niar, 2011 ; Djermoun et Chehat, 2012). D'ailleurs, le manque de ressources alimentaires, semble être le facteur limitant pour l'adaptation des races européennes en Algérie (Madani *et al.,* 2008). tout cela est accentué par l'absence des techniques de rationnement, et la ration distribuée se fait indépendamment du stade physiologique ou du niveau de production des vaches laitières tout le long de l'année (Kaouche *et al.,* 2011).

D'après Faverdin *et al.,* (2002) l'alimentation est le principal levier d'une augmentation rapide de la production, elle dépend de la disponibilité des nutriments nécessaires au niveau de la mamelle pour la synthèse du lait (Boudon *et al.,* 2007). De même, l'alimentation est un autre levier d'adaptation dont disposent les éleveurs pour pallier aux effets de la chaleur sur la productivité des vaches laitières, avec la combinaison de plusieurs facteurs en relation tel que l'hyperthermie.

La saison estivale s'étalant sur les 07 mois de l'année dans le Sahara septentrional, caractérisé notamment par des très fortes températures pouvant dépasser les 48 °C, qui lorsqu'elles sont associées à des degrés d'humidité importants au sein des bâtiments d'élevage, provoquent un stress thermique chez les vaches laitières, d'où de nombreuses conséquences négatives sur le bien-être et des pertes importantes de production laitière. Aussi, le stress thermique provoque de nombreux troubles physiologiques et comportementaux (West *et al.,* 2003 ; Gaworski et Rocha, 2016 ; Pilatti *et al.,* 2018).

Cependant, d'autres éléments pertinents du microclimat au niveau des étables, comme les mouvements d'air, jouent également un rôle important dans l'évocation de la réponse au stress thermique chez les animaux (West, 2003 ; Da Silva *et al.,* 2010). En effet, les variations de la vitesse du vent influencent le refroidissement par convection du bovin (Davis et Mader, 2003 ; Kadzere *et al.,* 2002).

Dans le but d'évaluer le niveau du stress thermique chez les vaches laitières dans la région d'étude, nous avons procédé à l'équation décrite par Mader *et al.,* (2006) permettant de calculer les THI à partir des températures ambiantes et l'humidité relative, recueillies de la station météorologique de l'ONM Ghardaïa. Et en ce qui concerne la classification d'intensité de THI en identifiant ces différents degrés, nous avons également adopté la classification de Silanikove, (2000). Whittier, (1993) et Armstrong, (1994) ont rapporté que les classifications de THI varient selon l'intensité des réponses physiologiques et productives (stress thermique moyen, modéré et sévère). En plus, cet indice climatique était généralement classé en différentes catégories pour définir le niveau de stress thermique. Toutefois, les définitions de ces classes varient selon l'indice et les auteurs (Wang *et al.,* 2018a).

Les données de l'index-température-humidité, pendant les années des études, ont révélé que les périodes pendant lesquelles, les animaux sont susceptibles de subir un stress thermique, où les valeurs de THI dépassent le seuil critique (72), se manifestent depuis le mois d'avril et continuent jusqu'au mois d'octobre. Ainsi, outre les zones arides et tropicales, où la chaleur représente déjà une contrainte majeure, les zones les plus touchées seront donc celles des zones subtropicales méditerranéennes, qui sont exposées à un stress thermique considérable pendant 03 à 05 mois par an (Silanikove, 2000).

L'évaluer de l'impact du stress thermique sur les performances laitières des races bovines importées dans la région d'étude, a mis en évidence une réponse significativement différente des vaches Holstein et Montbéliarde à l'augmentation des valeurs du THI. Où, lorsqu'ils passent de 60,73 en condition de thermo-neutralité à 88,25 en hyperthermie, les vaches Holstein perdent en moyenne (-0,63 kg /THI) de lait et les Montbéliardes (-0,52 kg /THI). Ces dernières semblent moins vulnérable au stress thermique que les Holsteins, puisque la réponse des bovins laitiers face au stress thermique peut varier selon les individus et les génotypes (races) (Adamczyk *et al.,* 2013 ; Yazgan *et al.,* 2013). Nous avons aussi enregistré la diminution des quantités de matière grasse et de matière protéique sous l'effet des températures élevées, surtout en période d'été, puisque le stress thermique atténue l'aptitude des glandes mammaires à la synthèse des constituants du lait (Bernabucci *et al.,* 2002). Dans ce contexte, de nombreuses études ont rapporté que la teneur en protéines et en matières grasses du lait diminuait lors de stress thermique chez les vaches en lactation (Liu *et al.,* 2017 ; Nasr et El-Tarabany, 2017 ; Ravagnolo *et al.,* 2000).

En liaison aux conditions climatiques sahariennes, et pendant ces périodes d'excès de chaleur, les mécanismes homéostatiques de l'organisme des bovins sont activés (Werner *et al.,* 2008), ce qui se traduit par des fréquences respiratoires, des fréquences cardiaques et des températures rectales élevées. A cet effet Collier *et al.,* (2012) ont signalé que lorsque la température de la peau augmente, pendant l'exposition à la chaleur, et atteint 35 °C, la fréquence respiratoire s'élève de 60 à 70 respirations/min.

D'une manière générale, l'augmentation de la fréquence respiratoire et cardiaque exprime une capacité régulatrice pour faire face au stress thermique. Dans ce sens, Dalcin *et al.,* (2016) ont constaté que la fréquence de ces paramètres physiologiques commencent à augmenter de façon linéaire chez les bovins laitiers à une valeur de THI >72. De même, l'augmentation de la FR dans des conditions de stress thermique est une réponse adaptative efficace pour les vaches laitières, afin d'évacuer l'extra-chaleur via l'évaporation (Silanikove *et al.,* 2000). Néanmoins, la température corporelle centrale des vaches, en conditions de thermo-neutralité, est maintenue par le système de thermorégulation de l'organisme, avec une plage de variation d'environ 1°C (entre 38 et 39,2°C) (Ammer *et al.,* 2016). Hansen, (2004) a révélé l'existence d'un équilibre chez les vaches laitières entre la production de chaleur métabolique et sa dissipation vers l'extérieur, tout en régulant la température corporelle. En effet, l'augmentation de cette dernière montre un état de saturation de cette capacité de thermorégulation, traduisant l'augmentation de la température centrale. L'augmentation de la TR de 1°C, en réponse au stress thermique, est suffisante pour atténuer la performance des vaches laitières (Maurya *et al.,* 2015).

Les vaches Montbéliardes ont une capacité adaptative légèrement élevée que celles des Holsteins en conditions climatiques sahariennes, car les vaches Montbéliardes présentent des FR et FC élevées, favorisant la thermolyse par voie de respiration et d'halètement. Le halètement représente environ 60 % de la perte totale de chaleur, tandis que la chaleur corporelle résiduelle se dissipe par transpiration à la surface de la peau (Cwynar *et al.,* 2014), ce qui pourrait être un indicateur très utile pour l'appréciation du stress thermique chez les bovins (Johnson *et al.,* 2012 ; Zimbelman *et al.,* 2010).

La réduction modéré des quantités de matière sèche ingéré par unité de THI, soit -0,18 kg/THI, est due essentiellement au concentration énergétique élevé de la ration offerte aux bovins (plus de 85% d'aliments concentrés), tout en réduisant la teneur en fibres, et par conséquence la thermogenèse liée à l'extra-chaleur produite par les fermentations microbiennes dans le rumen (Halachmi *et al.,* 2004). A l'opposé, l'élévation des quantités l'eau bue par unité de THI est de l'ordre de +0,61 litres/THI, puisque cette variation dans la consommation d'eau est étroitement liées à l'indice-température-humidité (THI), à la matière sèche ingérée (MSI), et au rendement laitier journalier (Cardot *et al.,* 2008). A cet effet, l'eau destinée aux vaches laitières doit être fournie à volonté et à une température adéquate, car la privation d'eau d'abreuvement affecte négativement la production laitière (González Pereyra et *al.,* 2010).

L'analyse des donnés d'insémination artificielle des vaches Montbéliardes et Holsteins montre que le stress thermique a des effets néfastes sur le taux de réussite en première insémination (TRIA1%) des troupeaux laitiers dans la région d'étude. En effet, le TRIA1% a chuté d'une façon remarquable chez la Holstein (-63,6%) par rapport à la Montbéliarde (-48,0%) en conditions d'hyperthermie, notamment pendant la saison estivale, suite aux augmentations des valeurs THI de 48,22 à 89,76.

Cette différence en matière de performances reproductive peut être due à la différence dans la capacité thermorégulatrice entre les races bovines (Hansen, 2009). Les caractéristiques du pelage affectent la température corporelle (Silva, 1999), puisque l'élévation de la température corporelle contribue à l'augmentation de la température utérine, qui est associée à la diminution du taux de conception et la mortalité embryonnaire précoce (García-Ispierto *et al.,* 2007 ; Vasconcelos *et al.,* 2011). Il parait que, les bovins à pelage clair sont plus adaptés aux environnements chauds (Calderón *et al.,* 2004 ; Gaughan *et al.,* 2009). D'ailleurs, Mader *et al.,* (2002) ont démontré que la couleur de la robe avait également un impact important sur la thermo-tolérance des bovins.

A cet effet, l'OS, (2008), rapporte que les vaches Montbéliardes tolèrent mieux le stress thermique par rapport aux vaches Holsteins. La couleur du pelage foncé, en association avec les périodes de stress thermique, ont une régression négative pour les caractères de reproduction (Becerril *et al.,* 1993). D'un autre côté, Bousquet *et al.,* (2004) ont observé, au cours des dernières années, une dégradation de la fertilité femelle dans les races laitières, notamment en race Prim-Holstein, et qui touche la plupart des pays. L'ampleur de cette baisse est de l'ordre de 2 à 3 % pour la Montbéliarde, tandis que pour la Prim-Holstein elle atteint plus de 5 % (Le Mezec *et al.,* 2010).

Pendant plusieurs décennies, les races laitières et notamment la race Holstein, ont subi une sélection qui privilégié la quantité de lait produite par vache au cours d'un cycle de lactation (Verrier *et al.,* 2010). En parallèle, une dégradation des taux de matières utiles, notamment du taux butyreux (TB) (Verrier *et al.,* 2010), ainsi que la fertilité (Lucy, 2001) et l'aspect sanitaire (Ingvartsen *et al.,* 2003; Sørensen *et al.,* 2006), diminution de la longévité fonctionnelle et l'augmentation des réformes précoces à cause des troubles sanitaires (Pinedo *et al.,* 2010; Ahlman *et al.,* 2011).

Cependant, la fertilité et la robustesse des vaches Holstein ont diminué dans le monde entier (Sewalem *et al.,*2008 ; Walsh *et al.,* 2011), avec l'amélioration de la production laitière individuelle et l'augmentation du taux de consanguinité observée au cours des dernières décennies au sein des individus de cette race (Mattalia *et al.,* 2006 ; Mc Parland *et al.,* 2007). Alors que, face à cette situation critique, notamment aux régions arides que tempérés, le besoin de sélectionner des animaux robustes pouvant s'adapter aux différents systèmes d'élevage, en conservant à la fois un bon niveau de production et de bonnes traits fonctionnelles, devient un enjeu primordial (Sauvant et Martin, 2010).

A cet effet, Gaudin *et al.,* (2011) ont rapporté que l'introduction du croisement entre les races laitières, est primordiale pour la rentabilité de l'entreprise d'élevage bovins laitiers à court, moyen, et long terme (Gaudin *et al.,* 2011). Entre autre, le rétrocroisement avec Holstein de niveau de production moyen avec des taureaux Montbéliarde ou Brune des Alpes de niveau moyen pour le rendement, dans le but d'exploiter la supériorité de la race des taureaux reproducteurs pour les caractères de fertilité sans perdre la production laitière. Barbat *et al.,* (2010) ont trouvé que la plupart des autres races laitières ont une meilleure fertilité, avec une différence >10% pour le taux de conception au détriment de la Holstein.

Pour cette raison, le métissage laitier en Nouvelle-Zélande devient capitale, où 43 % des vaches laitières sont des métisses (DairyNZ, 2013). De plus, il y a des pays à prédominance de pure race, à l'image des États-Unis (Heins *et al.,* 2006c), qui ont engagé la recherche sur le croisement entre les races laitières.

Dons le but d'estimer les potentialités laitières (la réponse phénotypique) dans l'environnement saharien, dont, de nombreuses études ont mis en évidence la complexité des phénomènes d'adaptation, notamment les problèmes de phénotypage de la tolérance des vaches laitières à l'hyperthermie en matière de chute production de lait en conditions de stress thermique (Baumgard *et al.,* 2012 ; Carabano *et al., 2016* ; Santana *et al.,* 2016). L'environnement thermique est l'un des principaux facteurs qui affectent négativement la production laitière des vaches laitières, particulièrement chez les animaux de grande valeur génétique (Nardone *et al.,* 2010). Déjà, on a signalé que la région d'étude, se caractérise par un stress thermique chronique, qui s'étend sur une longue période de l'année, du mois d'Avril à Octobre (07 mois), car le rayonnement solaire intense et l'élévation de la température ambiante, surtout en période estivale (Ouarfli et Chehma, 2014), qui est similaire à celle rapporté par Mellado *et al.,* (2011) au Mexique .

La conduite alimentaire au niveau du site d'étude, caractérisé par une offre nutritionnelle acceptable sur le plan quantitative (plus de 23 kg de matière sèche ingérée) et qualitative, où, en moyenne, la densité énergétique et le rapport (PDI/UFL) sont de l'ordre de 0,86UFL/kg et 104,45 g/UFL respectivement, ce qui conditionne la sécrétion lactée des vaches laitières (Faverdin *et al.,* 2003 ; Faverdin *et al.,* 2007).

Dans un autre ordre des idées, l'effet multifactoriel de l'environnement thermique représenté par l'effet de la saison de naissance, la saison du vêlage, et les variations de THI journalier, au cours de l'année, d'une part et d'autre part, les facteurs individuelles liés aux rang de lactation, stade de lactation, durée moyenne de lactation, la fréquence de traite et leurs interactions qui affecte significativement ($P<0,001$) la quantité de lait produite quotidiennement et le rendement laitier global par lactation.

Sous l'effet des facteurs climatiques sahariens, il y a une faible diminution des quantités moyennes de lait produite par unité de THI qui est de l'ordre de -0,29kg/THI, comparativement à celle obtenus par les vaches Holsteins importés de l'Europe (-0,63kg/THI), soit le double. Au Koweït, le rendement laitier moyen des vaches Holstein nées localement est de 4880 à 5490 kg en première lactation, par contre les génisses pleines importées de race Holstein ont une production moyenne de 2500 à 4500 kg/lactation (Worker *et al.,* 1995 ; Razzaque *et al.,* 2001).

D'ailleurs, Marai *et al.,* (2010) ont signalé la détérioration des caractères productifs de la vache Holstein nouvellement importée dans l'environnement subtropical. Donc, les génisses pleines importées ont eu des problèmes d'adaptation au climat désertique à l'image du Koweït (Armstrong *et al.,* 1995).

Néanmoins, Kaya *et al.,* (2003) ont trouvé que le rendement laitier des vaches importées était plus élevé que celui des vaches Holstein d'origine locale.

Cette augmentation est probablement due au fait du bon programme de sélection intensif dans leur pays d'origine. De même, El Ariain *et al.,* (2000) ont signalé que les vaches nées localement produisent moins de lait que leurs mères importées.

D'une façon générale, il y a nécessité d'élever des animaux très productifs, mieux adaptés aux climats chauds, pour surmonter l'augmentation possible de la température globale résultant de réchauffement climatique (Marai *et al.,* 1999). De même, la sélection d'animaux adaptés et productifs, est donc la meilleure façon pour atténuer les effets du stress thermique et améliorer le bien-être et la productivité des animaux (Scholtz *et al.,* 2011 ; Nguyen *et al.,* 2017). Ceci permet de maintenir une productivité et une capacité de survie élevées, lorsqu'ils sont exposés à des conditions de stress thermique (Bernabucci *et al.,* 2014 ; Gaughan *et al.,* 2009), malgré la relation antagoniste entre l'efficacité de production élevée et la tolérance à la chaleur chez les vaches Holstein (Aguilar *et al.,* 2010 ; Carabaño *et al.,* 2014).

Le taux de conception chez les vaches laitières Holsteins importés diminue d'une façon remarquable (-63,6%), sous l'effet de variation des valeurs de THI, soit une régression par unité de THI de (-2,02%/THI) Les vaches Holsteins natives en zones arides enregistre une chute de TC% de –53,51%, d'une régression par unité de THI de (-1,01%/THI), soit le double. Alors que, El Ariain *et al.,* (2000) ont rapporté que les Holsteins natives dans les pays tropicaux sont caractérisées par un allongement des intervalles (IV-AI1,IV-IAF et IVV) par rapport à leurs mères importées, qui souffrent aussi d'une mauvaise performance de reproduction, et d'un faible taux de conception (Madalena *et al.,* 1990).

A cet effet, Tillard *et al.,* (2007) ont recommandé d'améliorer le système d'alimentation du milieu de la lactation jusqu'au vêlage, afin d'améliorer la fertilité des vaches laitières Holstein élevées en milieu tropical et subtropical, puisque les troubles nutritionnels sont les causes majeures d'infertilité chez les vaches laitières Holstein et que leur amplitude relative varie selon la phase du cycle reproducteur (Tillard *et al.,* 2007).

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale :

L'objectif principal de la thèse est d'étudier l'influence des facteurs environnementaux (climatiques et nutritionnels) sur les potentialités laitières des bovins laitiers dans la région de Ghardaïa. Dans un premier temps, l'étude de l'impact de l'alimentation sur la production de lait chez vaches laitières de races européennes améliorées, dont la conduite est menée en intensif, sous l'effet direct des conditions climatiques sahariennes. A travers de nos analyses des résultats en matière des pratiques alimentaires, nous pouvons relever les points suivants :

- Le caractère « hors-sol » est dominé dans la majorité des exploitations observées, accentué par la faible production et autonomie fourragère, due à la restriction des ressources hydriques.
- Le recours abusif aux aliments concentrés et aux sous-produits, et des pailles de mauvaise qualité, à cause de la faible disponibilité alimentaire et la sécheresse persistante dans la région.
- Les mauvaises pratiques de rationnement, qui sont à la fois inadaptées à la physiologie des vaches laitières, et qui engendre une suralimentation énergétique, et un déséquilibre protéo–énergétique de la ration, affectant négativement la production laitière, la rentabilité, et la santé de l'animal, accentué par l'effet néfaste du climat saharien, engendrant la diminution de l'ingestion de MS.

Deuxièmement, pour l'étude relationnelle entre le stress thermique et les performances zootechniques (performances laitières et performances reproductives) des vaches laitières, sur le comportement et la physiologie.

Dans un contexte hyper-aride caractérisé par des températures ambiantes très élevées, les vaches laitières, dans la région d'étude, ont subi un stress de chaleur prolongé où les valeurs de THI, dans la majorité du temps, sont supérieures au seuil critique de 72, établis pour les bovins laitiers des régions tempérés, dont ils s'étends du mois d'avril au mois d'octobre, et particulièrement pendant la période d'été où les THI sont supérieurs à 80 dans la plupart du temps, qui se prolongent entre le mois de juin et le mois de septembre. A cet effet, une prévision précoce des risques de stress thermique permet de limiter son impact négatif sur les performances de production et de reproduction, et celles du bien-être des bovins laitiers.

L'appréciation de la réponse physiologique des deux races étudiées, nous a montré une vulnérabilité accrue de la Holstein par rapport à la Montbéliarde, vis-à-vis du stress thermique. Ceci peut être expliqué par l'influence modérée de l'environnement thermique sur les potentialités laitières et la réponse physiologique des vaches Montbéliardes par rapport aux Holsteins, en question d'altération de la fonction de la sécrétion lactée, tout en révélant une thermo-tolérance des Montbéliardes par rapport aux Holsteins, par l'augmentation des fréquences respiratoires et cardiaques à action de thermorégulation. Ceci contribue à la détermination du niveau d'adaptabilité

des vaches laitières d'origine d'Europe aux conditions climatiques sahariennes et le choix de la race appropriée pour l'élevage laitier en zones arides.

D'un autre côté, même les performances laitières des Holsteins natives en régions sahariennes sont affectés négativement, notamment en périodes estivales où les THI sont supérieurs à 80(stress thermique sévère). De plus, cette détérioration est aussi liée à d'autres facteurs extrinsèques (période de vêlage, période de naissance et fréquence de la traite) et intrinsèques (stade physiologique de lactation, la parité) et de leurs interactions. Sans oublier que la production laitière des Holsteins nées dans les régions sahariennes est certainement acceptable sur le plan quantitatif par rapport aux Holsteins importées. Encore, la vache Holstein native se trouve moins sensible face à l'hyperthermie, dont l'index-température-humidité (THI) n'explique que moins de 2% des variations de la quantité de lait produite. Donc, les vaches laitières Holsteins nées localement en régions arides ont des aptitudes d'acclimatation aux conditions environnementales sahariennes, surtout avec l'adoption d'un système alimentaire adéquat, tout en couvrant les besoins de production et les besoins d'entretien émergents avec l'élévation de température du milieu externe, sans perdre de l'existence de possibilité considérable de sélection des individus thermorésistants.

A l'issue sur la comparaison d'influence du stress thermique sur le taux de réussite au premier service des deux races étudiées. Les vaches Montbéliardes sont moins impactées par l'élévation de température par rapport aux Holsteins, spécialement lorsque les THI sont supérieurs à 80 en saison estivale. A cet effet, Il serait préférable d'inséminer moins souvent en saisons chaudes, dans le but de bénéficier de THI plus favorables à la réussite de conception.

D'autre part, l'analyse des paramètres de fécondité chez les génisses Holstein nées localement, a montré des performances (NIA1, NIAF et APV) appréciables comparativement à celles de quelques pays tropicales et subtropicales, avec un allongement modéré des intervalles par rapport aux objectifs recommandés dans leur contexte d'origine, avec l'enregistrement d'un effet notable de la saison des naissances, qui influe la puberté sexuelle des jeunes femelles. En outre, l'augmentation du temps nécessaire à l'obtention d'une gestation chez les vaches (l'infécondité), se traduit par une augmentation des périodes d'attente et de reproduction, et par conséquent, un allongement de l'intervalle entre les vêlages, due aux variations saisonnières des conditions environnementales et des régimes alimentaires et de gestion de la reproduction d'une année à l'autre. En plus de la dégradation de la fertilité, qui est marqué par la régression du taux de conception (TC%), et du taux de gestation (TG%), et à l'opposé une augmentation d'index de fertilité (IA/IAF) et du taux de vaches nécessitant 03 inséminations et plus, suivant l'élévation des températures estivales, tout en combinant par l'effet des facteurs individuelles des femelles reproductrices.

De toute manière, mêmes la fertilité de la vache Holstein née en milieu saharien reste généralement sensible aux variations saisonnières de la température ambiante affectant leur capacité reproductrice, où cette dernière est expliqué par la diminution considérable (plus de 50%) de la fertilité sous l'effet délétère de index-température-humidité (THI). Néanmoins la détérioration du taux de conception est plus prononcer chez les Holsteins importés que les natives, pouvant atteindre le double.

En fin de compte, il est nécessaire d'adopter des mesures qui permettent au bovin d'optimiser sa capacité de thermorégulation, par l'aménagement des bâtiments d'élevage selon les besoins du confort thermiques, par le contrôle et l'amélioration des facteurs d'ambiance au sein des étables (ombrage, ventilation, et douche ou brumisation), pour permettre aux bovins laitiers de s'acclimater progressivement aux conditions climatiques sahariennes. Sans perdre de vue l'amélioration du régime alimentaire, notamment en périodes de stress thermique, en termes de densité énergétique et protidique, avec l'ajout de tampons, additifs alimentaires, et la diminution de la part de fibre dans la ration, afin de minimiser les extra-chaleurs parvenue des fermentations microbienne lors de digestion. De même, il faut aussi penser à l'amélioration génétique par la voie de la sélection sur la thermorésistante, et le croisement entres races laitières, pour procéder à l'amélioration de la résistance thermique et les traits productifs et reproductifs des vaches laitières.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abdel G. A. Z., Ahmed M. K. A., Musa L. M. A. and Peters K. J. 2007. Milk yield and reproductive performance of Friesian cows under Sudan tropical conditions. Archiva. Tierz. Dumm. , 50(2): 155-164.
2. Abe H., Masuda Y., Suzuki M. 2009.Relationships between reproductive traits of heifers and cows and yield traits for Holsteins in Japan. J. Dairy Sci., 92, 4055-4062.
3. Abel VM, Maximino MM, Rubén HC, Felicitas VF, Alejandro CI. 2011. Effect of climate factors on conception rate of lactating dairy cows in Mexico, Trop Anim Health Prod 43:597–601.DOI 10.1007/s11250-010-9737-5.
4. Abou-Bakr, S.; Alhammad, H. O. A.; Sadek, R. R. and Nigm, A. A. 2006. The productive and reproductive characteristics of Holstein cows raised under intensive farming system in Egypt. Egypt. J. Anim. Prod., 43: 91-98.
5. Abubakar, B.Y., R.E. McDowell and L.D. Van Vleck, 1986.Genetic evaluation of Holsteins in Colombia. J. Dairy Sci., 69: 1081-1086.
6. Adamczyk K., Pokorska J., Makulska J., Earley B., Mazurek M. (2013). Genetic analysis and evaluation of behavioural traits in cattle. Livestock Sci., 154: 1–12.
7. Adamou A. 2009 : Le dromadaire, un animal encore méconnu en Algérie. Sud Magazine N°4, Avril/Mai 2009.
8. Adem R. 2003. Les exploitations laitières en Algérie. Structure de fonctionnement et analyse des performances technico-économiques : cas des élevages suivis par le C.I.Z., 4e Journées de recherche sur les productions animales, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 7-9 décembre 2003.
9. Agabriel C. Sibra C. Journal C et Coulon JB. 2005. Intérêt et traitement d'enquête en élevage en un seul passage : réflexions tirées de 15 années d'expérience.3R. 2005, 12, 331-334.
10. Aggarwal A. and Upadhyay R., 2013.Heat Stress and Animal Productivity, 53 DOI 10.1007/978-1-322-0879-2_3, © Springer India.
11. Aguilar, I., Misztal, I., Tsuruta, S., 2010. Genetic trends of milk yield under heat stress for US Holsteins. J. Dairy Sci. 93, 1754–1758. https://doi.org/10.3168/jds.2009-2756.
12. Ahlman, T., Berglund, B., Rydhmer, L., Strandberg, E., 2011. Culling reasons in organic and conventional dairy herds and genotype by environment interaction for longevity. Journal of Dairy Science 94, 1568-1575.
13. Aisbett, CW., 1984. Association of Herd Means and Variances is a Function of Edit for MinimumLactation Length. J Dairy Sci 67, 702-706.
14. Ajili, N., Rekik, B., Ben Gara, A. and Bouraoui, R., 2007. Relationships among milk production, reproductive traits and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cows. AJAR, Vol. 2 (2), pp. 047-051.
15. Albarrán-Portillo, B. and G. Pollott. 2011. Environmental factors affecting lactation curve parameters in the United Kingdom's commercial dairy herds. Arch Med Vet. 43 (2): 145- 153.
16. Al-Katanani YM, Webb DW, Hansen PJ. 1999. Factors affecting seasonal variation in 90-day nonreturn rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. J Dairy Sci 1999;82:2611–6.
17. Al-koiret, I.T., Hadia M Y, Arama B Ghangboch and Richard L. 2011.Reproductive Performance and Milk Production of Girolando Cows in a Ranch of Kpinnou, South-East of Benin Republic.J. of Anim. and Vet. Adv.,10(19): 2588-2592.
18. Allen M S, 2000. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating Dairy Cattle. J Dairy Sci. 83:1598–1624.
19. Allen, D. B., E. J. DePeters, and R. C. Laben. 1986. Three times a day milking: effects on milk production, reproductive efficiency, and udder health. J Dairy Sci 69(5):1441-1446.

20. Allen, J.D., S.D. Anderson, R.J. Collier, and J.F. Smith. 2013. Managing heat stress and its impact on cow behavior. In Proc. Western Dairy Mgmt. Conf., 150-162. Manhattan, Kansas, Kansas State University, Western dairy management Conference.

21. Amani Z, Gader A, Khair M, Lutfi A, Peters K. Milk yield and reproductive performance of Friesian cows under Sudan tropical conditions. Arch Tierz 2007;50:155-64.

22. Amasaib E. O., Abu Nikhaila A. M., Fadel Elseed A. N. M. A. and Mohamed H. E. 2008. Effect of season of calving and parity on some productive traits in pure and crossbred cattle in Sudan. Res. J. Dairy Sci., 2 (1): 5-8.

23. Amimo, J.O., Mosi, R.O., Wakhungu, J.W., Muasya, T.K. and Inyangala, B.O., 2006. Phenotypic and genetic parameters of reproductive traits for Ayrshire cattle on large-scale farms in Kenya. Livest. Res. Rural Dev. 18 (10).

24. Ammer S., Lambertz C., Gauly M. (2016). Comparison of different measuring methods for body temperature in lactating cows under different climatic conditions. J. Dairy. Res., 83: 165–172.

25. Amos, H. E., T. Kiser, and M. Loewenstein. 1985. Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. J Dairy Sci 68(3):732-739.

26. Anderson,T. and Hoffman, P. 2006. Nutrient Composition of Straw Used in Dairy Cattle Diets, Focus on Forage (University of Wisconsin), Vol 8: No. 1, pp 1-3.

27. Andrieu J. et Demarquilly C., 1987. Composition et valeur alimentaire des foins et des pailles. In: les fourrages secs: Récolte, traitement, utilisation. I.N.R.A. Paris, 163-182.

28. Ansari-Lari M., Kafi M., Sokhtanlo M., Ahmadi H.N. 2010. Reproductive performance of Holstein dairy cows in Iran. Trop. Anim. Health Prod., 42, 1277-1283.

29. Apori S.O., Hagan J.K. 2014. The effect of non-genetic factors on the reproductive performance of Sanga and Friesian x Sanga crossbred dairy cattle breeds kept under hot and humid environment. Trop. Anim. Health Prod., 46, 1045-1050.

30. Armstrong, D.V., 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. J. Dairy Sci. 77:2044-2050.

31. Armstrong, D.V., R. Malik, R. Kraynick, M.A. Razzque and T. Abdulla, 1995. Assessment of Kuwait's dairy sector. Appendix IV. Volume 1. Animal Production. In Master Plan for Development of Kuwait's Agricultural Sector (1995-2015). The dairy cattle industry: A review of the production constraints and proposals for resolving some of them. Kuwait Institute for Scientific Research, Report No.KISR4615, Kuwait.

32. Asimwe L., Kifaro G.C. 2007, Effect of breed, season, year and parity on reproductive performance of dairy cattle under smallholder production system in Bukoba district, Tanzania. Livest. Res. Rur. Dev., 19, 152-165.

33. Asseged, B. and Birhanu, M., 2004. Survival analysis of calves and reproductive performance of cows in commercial dairy farms in and around Addis Ababa, Ethiopia. Tropical Animal Health and Production. 36: 663-672.

34. Atashi H., Zamiri M.J., Sayyadnejad M.B.,Akhlaghi A. Trends in the reproductive performance of Holstein dairy cows in Iran. Trop. Anim. Health Prod., 2012b, 44, 2001-2006.

35. Avendano-Reyes L., Fuquay J.W., Moore R.B., Liu Z., Clark B.L.,Vierhout C. 2010. Relationship between accumulated heat stress during the dry period, body condition score, and reproduction parameters of Holstein cows in tropical conditions. Trop. Anim. Health Prod., , 42, 265-273.

36. Ayres, G. F.; Bortoletto, N.; Melo Junior, M.; Hooper, H. B.; Nascimento, M. R. B. M.; Santos, R. M. 2014. Efeito da estação do ano sobre a taxa de concepção e perda gestacional em vacas leiteiras mestiças. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 866-872.

37. Bach A and Ahedo J 2008. Record keeping and economics of dairy heifers. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice 24, 117–138.

38. Bach A, Iglesias C, Devant M, 2007. Daily rumen pH of loose-housed dairy cattle as affected by feeding pattern and live yeast supplementation. Anim Feed SciTechnol 136(1–2): 146–153.

39. Badinga L, Thatcher WW, Wilcox CJ, Morris G, Entwistle K, Wolfenson D, 1994. Effect of season on follicular dynamics and plasma concentrations of oestradiol-17b, progesterone and luteinizing hormone in lactating Holstein cows. Theriogenology 42:1263–1274.

40. Baeta, F.C., Meador, N.F., Shanklin, M.D., Johnson, H.D. 1987. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating dairy cows. In: Summer Meeting of American Society of Agricultural Engineers, 1987, Baltimore, MD, June 28–July 1, 21 p. ASAE, St. Joseph, MI.

41. Bagnato A, Oltenacu PA. 1994. Phenotypic evaluation of fertility traits and their association with milk production of italian friesian cattle. J Dairy Sci, 77:874-882.

42. Bajwa I.R., M.S. Khan, M.A. Khan, and K.Z. Gondal. 2004. Environmental Factors Affecting Milk Yield and Lactation Length in Sahiwal Cattle. Pakistan vet.Journal . 24(1): 23-27.

43. Bakir, G. and Cilek, S., 2009. A Research on Reproductive Traits of Holstein Cattle Reared at Tahirova State Farm in Balikesir Province in Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances. (8):11; 2383-2387.

44. Barash H, Silanikove N, Shamay A, Ezra E. 2001, Interrelationships Among Ambient Temperature, Day Length, and Milk Yield in Dairy Cows Under a Mediterranean Climate. J. Dairy Sci., 84(10), 2314-2320.

45. Barash, H., N. Silanikove, and J. I. Weller. 1996. Effect of season of birth on milk, fat, and protein production of Israeli Holsteins. J. Dairy Sci. 79:1016.

46. Barash, H., Silanikove, N., Shamay, A., Ezra, E., 2001. Interrelationships among ambient temperature, day length, and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. J. Dairy Sci. 84:2314-2320.

47. Barbat A, Druet T, Bonaiti B, Guillaume F, Colleau JJ et Boichard D 2005. Bilan phénotypique de la fertilité à l'insémination artificielle dans les trois principales races laitières françaises. Renc. Rech. Ruminants 12, 137-140.

48. Barbat, A., Le Mezec, P., Ducrocq, V., Mattalia, S., Fritz, S., Boichard, D., Ponsart, C., Humblot, P., 2010. Female Fertility in French Dairy Breeds: Current Situation and Strategies for Improvement. Journal of Reproduction and Development 56, S15-S21.

49. Barbosa, C. F., Jacomini, J. O., Diniz, E. G., Santos, R. M., Tavares, M. 2011. Inseminação artificial em tempo fixo e diagnóstico precoce de gestação em vacas leiteiras mestiças. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 40, n. 1, p. 79-84.

50. Barkema, H.W., Westrik, J.D, Van Keulen, K.A.S., Schukken, Y.H. and Brand. A., 1994. The effects of lameness on reproductive performance, milk production and culling in Dutch dairy farms. Preventive Veterinary Medicine, 20: 249-259.

51. Basirico, L., Bernabucci, U., Morera, P., Lacetera, N., Nardone, A., 2009. Gene expression and protein secretion of apolipoprotein B100 (ApoB100) in transition dairy cows under hot or thermoneutral environments. Ital. J. Anim. Sci. 8(2): 592-594.

52. Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., Rhoads, M.L., Gabler, N.K., Ross, J.W., Keating, A.F., Boddicker, R.L., Lenka, S., Sejian, V., 2012. Impact of climate change on livestock production. In: Environmental Stress and Amelioration in Livestock Production. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 413–468. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29205-7_15.

53. Baumgard, L.H., Wheelock, J.B., Sanders, S.R., Moore S.R., Green, H.B., Waldron, M.R., et al., 2011. Post absorptive carbohydrate adaptations to heat stress and monensin supplementation in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 94: 5620-5633.

54. Beam S W, and Butler W.R. 1998. Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. Journal of Dairy Sci. 81, 121-131.

55. Beam SW, Butler WR. 1997. Energy balance and ovarian follicle development prior to the first ovulation postpartum in dairy cows receiving 3 levels of dietary fat. Biol Reprod, 56:133-142.

56. Beam, S.W. and Butler, W.R., 1999. Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows. J. Reprod. Fertil. Suppl., 54: 411-424.

57. Beatty, D. T., Barnes, A., Taylor, E., Pethick, D., McCarthy, M., Maloney, S. K., 2006. Physiological responses of Bos taurus and Bos indicus cattle to prolonged, continuous heat and humidity. Journal of Animal Science 84, 972–985.

58. Becerril, C.M., Wilcox, C.J, Lawlor, T.J., Wiggans, G.R., Webb, D.W., 1993. Effects of percentages white coat color on Holstein production and reproduction in a subtropical environment. J. Dairy Sci. 76, 2286–2291.

59. Beede D. K., 1992.Water for dairy cattle. In. Large dairy herd management.Ed. H. H. Van Home and C. J. Wilcox.p. 260.

60. Beede, DK, and RJ Collier. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. J Anim Sci. 62:543–554.

61. Bekhouche-Guendouz N. 2011. Evaluation De La Durabilité Des Exploitations Bovines Laitières Des Bassins De La Mitidja Et d'Annaba, Thèse De Doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger (ENSA), 254p.

62. Belhadia MA et Yakhlef H 2013. Performances de production laitière et de reproduction des élevages bovins laitiers, en zone semi-aride: les plaines du haut Cheliff, Nord de l'Algérie. Livestock Research for Rural Development. Volume 25 Article #97.from http://www.lrrd.org/lrrd25/6/belh25097.htm.

63. Bellagi R, Martin B, Chassaing C, Najar T, and Pomiès D, 2017. Evaluation of heat stress on Tarentaise and Holstein cow performance in the Mediterranean climate.Int J Biometeorol.DOI 10.1007/s00484-017-1314-4.

64. Bellarby, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J.P., Smith, P., 2013.Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe.Glob. Change Biol. 19, 3-18.

65. Bellil K. et Boukrif M. 2015. Analyse comparative de la rentabilité économique des différents systèmes d'élevages laitiers à Bejaia. Revue Agriculture. 10 (2015) 59 – 66.

66. Ben Hamouda, M., Ben Mrad, M. and Hemdane, M., 2005. Genetic analyses of fertility parameters and their relations to milk yield of Holstein-Friesian cows in Tunisia. Proceedings of the 34th biennial session of ICAR. EAAP Publication n°113; 71-76.

67. Ben Salem M, Bouraoui R et Chebbi I : Tendances et identification des facteurs de variation des paramètres de reproduction chez la vache laitière en Tunisie. Renc. Rech. Ruminants 2007, 14.

68. Benaissa R., 2010. Problématique de la filière lait en Algérie.8émes Journées Scientifiques Vétérinaires : la filière lait en Algérie : un défi à relever, Algérie 18-19 avril 2010.

69. Benniou R. et Aubry C. 2009. Place et rôle de l'élevage dans les systèmes de production agricole en régions semi-arides de l'est de l'Algérie. Fourrages. 198, 239-251.

70. Berman, A. 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. J. Anim. Sci. 83(6):1377-1384.

71. Berman, A., Folman, Y.M., Kaim, M., Mamen.Z., Herz, D., Wolfenson, A., Graber, Y., 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a tropical climate. J. Dairy Sci. 68:488–495.

72. Bernabucci U, Bani P, Ronchi B, Lacetera N and Nardone A 1999 Influence of short- and long-term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. J. Dairy Sci. 82:967–973.

73. Bernabucci U, Basirico LP, Morera D, Dipasquale A, Vitali F, Cappelli P and Calamari L 2015. Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. J. Dairy Sci. 98:1815–1827.

74. Bernabucci U, Lacetera N, Ronchi B and Nardone A 2002 Effects of the hot season on milk protein fractions in Holstein cows. Anim Res. 51:25–33.

75. Bernabucci, U, N Lacetera, PP Danieli, P Bani, ANardone, and B Ronchi. 2009. Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. Int J Biometeorol. 53:387–395.

76. Bernabucci, U, P Bani, B Ronchi, N Lacetera, and A Nardone. 1999. Influence of shortand long-term exposure to hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. J Dairy Sci. 82:967–973.

77. Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., Nardone, A., 2014. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. J. Dairy Sci. 97:471-486.

78. Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., Ronchi, B., Nardone, A., 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. Animal 4, 1167–1183.

79. Bernier-Dodier P., Delbecchi L., Wagner G. F., Talbot B. G., Lacasse P., 2010. Effect of milking frequency on lactation persistency and mammary gland remodeling in mid-lactation cows.J. DairySci, 93, 555–564.

80. Berry, D.P., Coughlan, S. and Evans, R.D., 2007. Preliminary genetic evaluation of female fertility in Ireland. Interbull Bull. 37:125–128.

81. Besufekad, j. 2008. Reproductive and lactation performance of Holstein –Friesian cows at Holeta bull dam station. MSc thesis submitted to the school of graduate studies of Addis Ababa University.

82. Blackshaw, JK, and AW Blackshaw. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behavior: A review. Aust J ExpAgricul. 34:285–95.

83. Blanc, F., Bocquier, F., Debus, N., Agabriel, J., D'hour, P. et Chilliard, Y., 2004. La pérennité et la durabilité des élevages de ruminants dépendent des capacités adaptatives des femelles. INRA Prod. Anim., V.17, (2004), 287- 302.http://www.inra.fr/productions-animales/an2004/tap2004/fb244.pdf.

84. Blasco, A. 2012.Animal breeding methods and sustainability. In: R. A. Meyers, editor, Encyclopedia of sustainability science and technology. Springer, New York. p. 389–405. doi:10.1007/978-1-4419-0851-3_333.

85. Blaxter, K.L. 1989. Energy Metabolism in Animals and Man, 336 p. Cambridge University Press, Cambridge.

86. Blazquez, N.B., Long, S.E., Mayhew, T.M., Perry, G.C., Prescott, N.J., Wathes, C.M., 1994. Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal, lumbodorsal and scrotal skin of cattle. Res. Vet. Sci. 57: 277-284.

87. Bligh, J. 2006. A theoretical consideration of the means whereby the mammalian core temperature is defended at a null zone. J Appl Physiol. 100:1332–1337.

88. Bohmanova, J., I. Misztal, and J. B. Cole. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. J. Dairy Sci. 90:1947-1956.

89. Boni R., Perrone L.L.,Cecchini S. 2014.Heat stress affects reproductive performance of high producing dairy cows bred in an area of southern Apennines. Livest. Sci., 160, 172-177.

90. Bony J., Contamin V., Gousseff M., Metais J., Tillard E., Juanes X., Decruyenaere V.et Coulon J.B., 2005. Factors (Mailmen) of variation of the composition of the milk in Reunion (Meeting). INRA Prod. Anim. , 18 (4), 255-263.

91. Bouallegue M., M'hamdi N., Ben Hamouda M., Haddad. 2014. Study of non-genetic factors on the shape of lactation curves for milk yield, fat and protein percents of Holstein-Friesian cows under hot Mediterranean climate. Archiva Zootechnica, 17: 55–75.

92. Bouallegue, M., B. Haddad, M. Aschi and M.B. Hamouda. 2013. Effect of environmental factors on lactation curves of milk production traits in Holstein-Friesian cows reared under North African conditions. Lives. Res. Rural. Develop. 25 (5).

93. Boudon A., Faverdin P., Delagarde R., Lamberton P., et Peyraud J. L., 2007. Effects of Rumen or Duodenal Glucose Infusions on Intake in Dairy Cows Fed Fresh Perennial Ryegrass Indoors. J. DairySci. 90:4397–4410.

94. Boujenane, I. and H. Aïssa. 2008. Performances de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc. Revue ÉlevMédvét Pays trop. 61 (3- 4): 191-196.

95. Bouraoui R, Ben Salem M, Rekik B et Jbira H .2013. Impact du stress thermique sur les performances des vaches laitières de race Holstein au centre de la Tunisie. Livestock Research for Rural Development.;Volume 25 Article #71. Retrieved September 19, 2018, from http://www.lrrd.org/lrrd25/4/bour25071.htm.

96. Bouraoui, R., Lahmar, M., Majdoub, A., Djemali, M. and Belyea, R. (2002) The Relationship of Temperature-Humidity Index with Milk Production of Dairy Cows in a Mediterranean Climate. Animal Research, 51, 479-491. http://dx.doi.org/10.1051/animres:2002036.

97. Bourbouze, A. 2003. Le développement des filières lait au Maghreb. Conférence. Agropolis Museum. Agroline, 14, 9-19.

98. Bousbia A. Ghozlane F. Benidir M. et Belkheir B. 2014. Réponse quantitative de la production laitière bovine à la pratique de la complémentation alimentaire dans le Nord-Est algérien. Renc. Rech. Ruminants, 2014, 21.

99. Bousquet D, Bouchard E et Dutemblay D, 2004. Decreasing fertility in dairy cows: Myth or Reality ? Proceedings of a conference on : congrès mondial de la buriatrie, Québec, Canada, 11-16 janvier 2004, 2-5.

100. Bouzida S. Ghozlane F. Allane M. Yakhlef H. et Abdelguerfi A. 2010. Impact du chargement et de la diversification fourragère sur la production des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou (Algérie), Fourrages, 204, 269-275.

101. Broom, D.M., Johnson, K.G., 1993. Stress and Animal Welfare. Chapman and Hall, London.

102. Brouk, M., J. Smith, and J. Harner III. 2001. Efficiency of modified evaporative cooling in Midwest dairy freestall barns. Pages 412-418 in Proc. Livestock and Environment VI: Proc. 6th Int. Symp., Louisville, KY.ASAE, St. Joseph, MI.

103. Brown-Brandl, T.M., Nienaber, J.A., Eigenberg, R.A., Mader, T.L., Morrow, J.L., Dailey, J.W., 2006.Comparison of heat tolerance of feedlot heifers of different breeds.Livest. Sci. 105, 19–26.

104. Bru JC, Berbigier P and Sophie SA 1987 Estimation of Sweat rate and thermal tolerance of pure creole and Limousin×Creole crossbred growing bulls in Guadeloupe (French West Indies). Int. J. Biometeorol. 31: 77-84.

105. Brügemann KE, Gernand U, König von B and König S 2012. Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. Arc Tierzucht. 55(1): 13-24.

106. Brunschwig P. Lamy J.M. et David D. 2005. Ensilage ou foin de luzerne en ration d'ensilage de maïs pour vaches laitières en milieu de lactation Renc. Rech. Ruminants, (12), 243.

107. Bryant, J.R. López-Villalobos, N., Pryce, J.E., Holmes, C.W., Johnson, D.L., Garrick, D.J. 2007. Effect of environment on the expression of breed and heterosis effects for production traits. Journal Dairy Science. 90, 1548–1553. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71640-5.

108. Buaban S., Duangjinda M., Suzuki M., Masuda Y., Sanpote J.,Kuchida K. 2015.Short communication: Genetic analysis for fertility traits of heifers and cows from smallholder dairy farms in a tropical environment. J. Dairy Sci., 98, 4990-4998.

109. Bucholtz, H., 2006 .Feeding Practices of High-Producing Herds: What Can We Learn?, WCDS Advances in Dairy Technology, Vol.18, pp 157-177. http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2006/Manuscripts/Bucholtz.pdf.

110. Burgos, M.S. M. Senn, F. Sutter, M. Kreuzer and W. Langhans. 2001. Effect of water restriction on feeding and metabolism in dairy cows. Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol 280:418-427.

111. Burke, J. M., R. L. de la Sota, C. A. Risco, C. R. Staples, E. J. P. Schmitt, and W. W. Thatcher. 1996. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 79:1385–1393.

112. Butler W.R. 2005. Relationships of negative energy balance with fertility. Adv. Dairy Tech., 17, 35-46.

113. Butler W.R. 2001. Nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in postpartum dairy cows. In: Fertility in the High Producing Dairy Cow. Diskin MG (Ed.). British Society of Animal Science, pp. 133-145.

114. Cabrera-Estrada, J.I. 2003.Le rôle de la teneur en matière sèche de l'herbe sur la régulation de l'ingestion volontaire chez la vache laitière. PhDThesis, ENSA Rennes. Rennes (France).

115. Caccamo M. Veerkamp R.F. Ferguson J.D. Petriglieri R. Laterra F. and Licitra G.2010.Associations of breed and feeding management with milk production curves at herd level using a random regression test-day model.J. DairySci. 93 :4986–4995.

116. Capuco A. V., Wood D. L., Baldwin R., Mcleod K., Paape M. J., 2001. Mammary cell number, proliferation, and apoptosis during a bovine lactation: Relation to milk production and effect of bST. J. Dairy Sci. 84, 2177–2187.

117. Carabaño, M.J., Bachagha, K., Ramón, M., Díaz, C., 2014. Modeling heat stress effect on Holstein cows under hot and dry conditions: selection tools. J. Dairy Sci. 97, 7889–7904. https://doi.org/10.3168/jds.2014-8023.

118. Carabano, M.-J., Logar, B., Bormann, J., Minet, J., Vanrobays, M.-L., Díaz, C., Tychon, B., Gengler, N., Hammami, H., 2016. Modeling heat stress under different environmental conditions. J. Dairy Sci. 99, 3798–3814. https://doi.org/10.3168/jds.2015-10212.

119. Cardot V., Le Roux Y., Jurjanz S. 2008. Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake. J. Dairy Sci., 91: 2257–2264.

120. Carpenter, T.E., Chrièl, M., Andersen,M.M.,Wulfson, L., Jensen, A.M., Houe, H., Greiner, M., 2006. An epidemiologic study of late-term abortions in dairy cattle in Denmark, July 2000-August 2003. Preventive Veterinary Medicine, 77, 215–229.

121. Cauty I. et Perreau J.M., 2003. La conduite du troupeau laitier. Edition France agricole, 287p.

122. Cavestany, D., El Wishy, A.B. and Foote, R.H., 1985. Effect of season and high environmental temperature on fertility of Holstein cattle, Journal of Dairy Science, 68, 1471–1478.

123. Chaabena A. et Abdelguerfi A. 2007. Aperçu sur les cultures fourragères au Sahara septentrional Est". Annales de la faculté des sciences et des sciences de l'ingénieur, Ouargla-Algérie.Vol.1 N° 2.

124. Chabane M, :Comment concilier changement climatique et développement agricole en Algérie ? Territoire en mouvement, 2012 ;n°14 et 15 : 72-91.

125. Chagas L.M, Bass J.J, Blache D, Burke R, Kay J.K, Lindsay D.R, Lucy C, Martin G.B, Meier S, Rhodes F.M, Roche J.R, Thatcher W.W Et Webb R, (2007), Invited Review: New Perspectives on the Roles of Nutrition and Metabolic Priorities in the Subfertility of High-Producing Dairy Cows J Dairy Sci, 90, (9), 4022-4032.

126. Chapaux P., Glorieux G.,Hanzen C. 2013, Impact des périodes d'attente et de reproduction. Wallonie Elevages, Septembre, 33-35.

127. Chastant-Maillard S., Balandraud J., Jegou L., Kessler T., Quinton H., Constant F., Mialot J.P., 2002. Actualités dans le traitement de l'infécondité chez la vache : autour du GnRH. In : Conduite à tenir de l'animal au troupeau, du troupeau à l'animal. Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires, 217-224. SNGTV Ed, Paris.

128. Chebel, R.C., Santos, J.E.P., Reynolds, J.P., Cerri, R.L.A., Juchem, S.O., Overton, M., 2004. Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 84, 239–255.

129. Chehma A. Longo HF. Bada A. et Mosbah M. 2002. Valeur alimentaire des sous-produits du palmier dattier, de la paille d'orge et du Drin chez le dromadaire. Revue Journal Algérien des Régions Arides semestrielle N°1. pp : 33- 44.

130. Chehma A., Longo H F. 2001. « Valorisation Des Sous-Produits Du Palmier Dattier En Vue De Leur Utilisation En Alimentation Du Bétail », Rev. Energ. Ren. : Production EtValorisation – Biomasse, (2001) 59-64.

131. Chenot M. et Kayouli C. 1997. Utilisation des fourrages grossiers en régions chaudes. FAO édition, http://www.fao.org/docrep/W4988F/w4988f00.htm#Contents0.

132. Chiliard, Y., Doreau, M., Bocquier, F., Lobley, G., 1995. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to variations in food supply. In: M. Journet, E. Grenet, M.H. Farce, M. Thériez, C. Demarquilliy (eds), Recent Developments in the Nutrition of Herbivores, 329-360. INRA Editions, Paris.

133. Cienfuegos-Rivas, E.G., Blake, R.W., Oltenacu, P.A. and Castillo-Juarez, H., 2006. Fertility Responses of Mexican Holstein Cows to US Sire Selection. J. Dairy Sci. 89: 2755–2760.

134. Cilek S. 2009. Milk yield traits of Holstein cows raised at Polatli state farm in Turkey. J Anim Vet Adv;8:6-10.

135. Cilek, S. and Tekin, M.E., 2007. Environmental factors affecting fertility in cows. Indian J. Anim. Sci., 77 (3): 236-238.

136. Colazo, M. G. and Mapletoft, R. J. 2014. A review of current timed-AI (TAI) programs for beef and dairy cattle. Can. Vet. J., 55, 772–80.

137. Collas L., 2008. La ration sèche chez la vache laitière : étude de son impact sur la production laitière et la reproduction. Thèse doctorat. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.120p.

138. Collier RJ, Dahl GE, and VanBaale MJ, 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. Journal of Dairy Science 89, 1244–1253.

139. Collier RJ, Zimbelman RB, Rhoads RP, Rhoads ML and Baumgard LH, 2009. A Re-evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. Proceedings of 24th Western Dairy Management Conference (S Virginia) pp: 113-125.

140. Collier, R. J., B. J. Renquist, and Y. Xiao. 2017. A 100-year review: stress physiology including heat stress. J. Dairy Sci. 100:10367–10380. doi:10.3168/jds.2017-13676.

141. Collier, R. J., G. E. Dahl, and M. J. VanBaale. 2006. Major Advances Associated with Environmental Effects on Dairy Cattle. J. Dairy Sci. 89(4):1244-1253.

142. Collier, R., J. Collier, R. Rhoads, and L. Baumgard. 2008. Invited review: genes involved in the bovine heat stress response. J. Dairy Sci. 91(2):445-454.

143. Collier, R., R. Zimbelman, R. Rhoads, M. Rhoads, and L. Baumgard. 2011. A reevaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. Pages 113-125 in Proc. Western Dairy Management Conf. Reno, NV. USA.

144. Collier, R.J., Xiao, Y., Bauman, D.E. 2017. Regulation of Factors Affecting Milk Yield. In: Watson, R.R. – Collier J.R. – Preedy, V.: Nutrients in Dairy and Their Implications for Health and Disease. Academic Press, 2017, p. 3–15. ISBN: 9780128097632.

145. Coppock, C.E., Grant, P.A., Portzer, S.J., Charles, D.A., Escobosa, A., 1982. Lactating dairy cow responses to dietary sodium, chloride, and bicarbonate during hot weather. J. Dairy Sci. 65: 566–576.

146. Correa-Calderón A, Armstrong D, Ray D, DeNise S, Enns M and Howison C, 2004. Thermoregulatory responses of Holstein and Brown Swiss Heat-Stressed dairy cows to two different cooling systems. Int. J. Biometeorol. 48:142-148.

147. Coulon J., Hurtaud C., Romond R. et Verite R., 1998. Facteur de variation de la proportion de caséine dans les protéines du lait de la vache. INRA Prod. Animal., 1,299-310.

148. Cowley FC, Barber DG, Houlihan AV, and Poppi DP, 2015. Immediate and residual effects of heat stress and restricted intake on milk protein and casein composition and energy metabolism. J. Dairy Sci. 98:2356–2368.

149. Craplet C., Thibier M., Duplan J.M., 1973. La vache laitière. Edition Vigot frère. Paris.726p.

150. Crowe M A, Diskin M.G., Williams E.J. 2014. Parturition to resumption of ovarian cyclicity: comparative aspects of beef and dairy cows. Animal 1 (8), 40-53.

151. Crowe, M.A., 2008. Resumption of ovarian cyclicity in post-partum beef and dairy cows. Reprod. Domest. Anim. 43 (Suppl. 5), 20–28.

152. Cwynar, P., Kolacz, R., Czerski, A., 2014. Effect of heat stress on physiological parameters and blood composition in Polish Merino rams. Berl. Münchener Tierärztliche Wochenschr. 127, 177–182. https://doi.org/10.2376/0005-9366-127-177.

153. D.S.A. 2016. Statistiques de l'élevage bovin dans la wilaya de Ghardaïa, Direction des Services Agricoles de Ghardaïa, année 2016 p 54.

154. Dado, R. G., and M. S. Allen. 1994. Variation in and relationships among feeding, chewing, and drinking variables for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 77:132–144.

155. Dahl, G. E., Wallace R. L., Shanks R. D., Lueking D., 2004. Hot topic: Effects of frequent milking in early lactation on milk yield and udder health. J. Dairy Sci, 87,882–885.

156. Dalcin V.C., Fischer V., Daltro D.D., Alfonzo E.P., Stumpf M.T., Kolling G.J., Silva M.V., McManus C. (2016). Physiological parameters for thermal stress in dairy cattle. R. Bras. Zootec., 45: 458–465.

157. Das, R., Sailo, L., Verma, N., Bharti, P., Saikia, J., Imtiwati, 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. Vet. World.9: 260- 268.

158. Dash, S., Chakravarty, A.K., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, M., Yousuf, S., 2016. Effect of heat stress on reproductive performances of dairy cattle and buffaloes: A review. Vet. World 9, 235–244. https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.235-244.

159. Davis, S. R., and G. A. Hughson. 1988. Measurement of functional udder capacity in lactating Jersey cows. Aust. J. Agric. Res. 39:1163–1168.

160. De Castro e Paula LA, Hansen PJ, 2008. Modification of actions of heat shock on development and apoptosis of cultured pre-implantation bovine embryos by oxygen concentration and dithiothreitol.MolReprod Dev75:1338–1350.

161. De la Sota RL, Burke JM, Risco CA, Moreira F, DeLorenzo MA, and Thatcher WW,1998. Evaluation of timed insemination during summer heat stress in lactating dairy cattle. Theriogenology; 49: 761-770.

162. De Rensis F and Scaramuzzi RJ, 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. Theriogenology, 60(6):1139-1151.

163. De Rensis F, Lopez-Gatius F, García-Ispierto I, Morini G G, Scaramuzzi RJ, 2017. Causes of declining fertility in dairy cows during the warm season, Theriogenology, doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.12.024.

164. De Rensis, F., Garcia-Ispierto, I. and Lopez-Gatius, F. 2015. Seasonal heat stress: Clinical implications and hormone treatments for the fertility of dairy cows. Theriogenology, 84, 659–66.

165. De S. Torres-Júnior, J. R. S., M. de F. A. Pires, W. F. de Sá, A. de M. Ferreira, J. H. M. Viana, L. S. A. Camargo, A. A. Ramos, I. M. Folhadella, J. Polisseni, C. de Freitas, C. A. A. Clemente, M. F. de Sá Filho, F. F. Paula-Lopes, and P. S. Baruselli. 2008. Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in Bos indicus cattle. Theriogenology 69:155–166.

166. De Vries A and Risco CA, 2005. Trends and seasonality of reproductive performance in Florida and Georgia dairy herds from 1976 to 2002. Journal of Dairy Science; 88(9):3155-3165.

167. De Vries MJ, Van der Beek S, Kaal-Lansbergen LMTE, Ouweltjes W, Wilmink JBM. 1999. Modeling of energy balance in early lactation and the effect of energy deficits in early lactation on first detected estrus postpartum in dairy cows. J Dairy Sci, 82:1927-1934.

168. DeJarnette, J. M., C. G. Sattler, C. E. Marshall, and R. L. 2007. Voluntary waiting period management practices in dairy herds participating in a progeny test program. J. Dairy Sci. 90:1073–1079.

169. Demarquilly, P. Faverdin, Y. Geay, R. Vérité, M. Vermorel, 1996. Bases rationnelles de l'alimentation des ruminants. INRA Prod. Anim. Hors-série 1996, 71-80.

170. Dematawewa CMB, Pearson RE, VanRaden PM, 2007. Modeling Extended Lactations of Holsteins. J Dairy Sci 90, 3924-3936.

171. DePeters, E. J., N. E. Smith, and J. Acedo-Rico. 1985. Three or two times daily milking of older cows and first lactation cows for entire lactations. J. Dairy Sci. 68(1):123-132.

172. DeShazer, J.A.; Hahn, G.L.; Xin, H. 2009.Basic principles of the thermal environment and livestock energetics. In Livestock Energetics and Thermal Environmental Management; DeShazer, J.A., Ed.; American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE): St. Joseph, MI, USA,; pp. 1–22.

173. DeVries, T. J., M. A. G. von Keyserlingk, D. M. Weary, and K. A. Beauchemin. 2003. Measuring the feeding behavior of lactating dairy cows in early to peak lactation. J. Dairy Sci. 86:3354–3361.

174. Dikmen, S. and P. Hansen. 2009. Is the temperature-humidity index the best indicator of heat stress in lactating dairy cows in a subtropical environment? Journal of dairy science 92(1):109-116.

175. Dikmen, S., Dahl, G.E., Cole, J.B., Null, D.J., Hansen, P.J., 2017. The larson blue coat color phenotype in Holsteins, Characteristics and effects on body temperature regulation and production in lactating cows in a hot climate. J. Anim. Sci. 95, 1164–1169.

176. Disenhaus C, Augeard P, Bazin S, Philippeau G. 1985. Nous, les vaches taries. technique. EDE, Rennes, 65 p.

177. Disenhaus C. 2004. Mise à la reproduction chez la vache laitière : actualités sur la cyclicité post-partum et l'oestrus. 2ème Journée d'Actualités en Reproduction des Ruminants, ENVA, Septembre 2004, 55-64.

178. Diskin MG, Sreenan JM, and Roche JF, 2001. Controlled breeding systems for dairy cows. In: DiskinMG (ed), Fertility in the high producing dairy cow. British Society of Animal Science, Edinburgh. Occasionnal publication; n°26, 175-193.

179. Diskin, M.G., Waters, S.M., Parr, M.H., Kenny, D.A., 2015. Pregnancy losses in cattle: potential for improvement. Reproduction, Fertility and Development, 28, 83–93.

180. Djebbara M., 2008. Durabilité et politique de l'élevage en Algérie. Le cas du bovin laitier. Colloque international « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 Avril 2008.

181. Djermoun A. et Chehat F., 2012. Le développement de la filière lait en Algérie: de l'autosuffisance à la dépendance.LivestockResearch for Rural Development 24 (1), http://www.lrrd.org/lrrd24/1/abde24022.htm.

182. Dobson, H., Walker, S.L., Morris, M.J., Routly, J.E., Smith, R.F., 2008. Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? Animal 2, 1104–1111.

183. Dohoo IR, Martin W, Stryhn H. 2003. Veterinary epidemiologic research. AVC Inc., University of Prince Drackley JK, 1999 Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? J DairySci. 82:2259–2273.

184. Du Preez JH, Terblanche S J, Giesecke WH, Maree C, and Welding MC, 1991. Effect of heat stress on conception in a dairy herd model under South African conditions. Theriogenology,; 35 : 1039-1049.

185. Du Preez, J.H., 2000. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. Onderstepoort Journal of Veterinary reaserch, 67: 263-271.

186. Du Preez, J.H., Hatting, P.J., Giesecke, W.H., Eisenberg, B.E., 1990. Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. III. Monthly temperature-humidity index mean values and their significance in the performance of dairy cattle. Onderstepoort. J. Vet. Res. 57:243-248.

187. Dulphy. J.P., 1987 « Utilisation des foins par les vaches laitières » in : C. Demarquilly Ed., Les fourrages secs : récolte, traitement et utilisation. INRA, Paris. pp 335-359.

188. Duru S. 2018. Determination of starting level of heat stress on daily milk yield in Holstein cows in Bursa city of Turkey .Ankara Üniv Vet FakDerg, 65, 193-198.

189. Ealy AD, Drost M, Hansen PJ. 1993. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. J Dairy Sci; 76:2899-2905.

190. Edwards JL, Hansen PJ. 1997. Differential responses of bovine oocytes and pre-implantation embryos to heat shock. Mol Reprod Dev; 46: 138–145.

191. El- Ghezal H., 2012, Production laitière intensive en Tunisie, séminaire 1, Institut National Agronomique de Tunisie, 25 p.

192. Elhag, M.A., 2003. Factors influencing postpartum reproductive traits in cross-bred dairy cows in Sudan. M. Sci. Thesis. Department of Reproduction and Obstetrics, Faculty of Veterinary Medicine, University of Khartoum.

193. El-metwally M. A. 2004. Postpartum ovarian rebound, Master thesis, Mansoura University, Faculty of veterinary medicine, p115.

194. El-Tarabany, M. S. and K. M. El-Bayoumi. 2015. Reproductive performance of backcross Holstein× Brown Swiss and their Holstein contemporaries under subtropical environmental conditions. Theriogenology 83(3):444-448.

195. Epstein, Y., Moran, D.S. 2006. Thermal comfort and the heat stress indices. Ind. Heal. 44, 388–398.

196. Espinasse R., Disenhaus C., Philipot J.M. 1998. Délai de mise à la reproduction, niveau de production et fertilité chez la vache laitière. Renc. Rech. Ruminants, 5, 79-82.

197. Espinosa, JL., Sanchez, J., Garcia, JA., Sanchez, JR., and Ortega, R. 2009. Thermoregulation differs in Chinampo (Bostaurus) and locally born dairy cattle. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 33(3): 175-180.

198. Faverdin, P., Thenard V., Marcant O., et Trommenschlager J.M. 2002. Equilibre énergétique et protéique de rations complètes à base d'herbe conservées pour les vaches laitières en début de lactation. Renc. Rech. Ruminants, 9, 291-294.

199. Faverdin P., Delagarde R., Delaby R., Meschy F., 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins: besoins des animaux, valeurs des aliments. Edition Quae. Paris. 307p.

200. Faverdin P., M'hamed D., Rico-Gómez M., Vérité R, 2003. La nutrition azotée influence l'ingestion chez la vache laitière. INRA Prod. Anim., 2003, 16 (1): 27-37.

201. Ferguson, J.D., Skidmore, A., 2013. Reproductive performance in a select sample of dairy herds. J. Dairy Sci. 96, 1269–1289.

202. Ferrah A. 2006. Aides publiques et développement de l'élevage en Algérie : Contribution à une analyse d'impact (2000-2005). Greedal, 10 p.

203. Ferreira RM, Ayres H, Chiaratti MR, Ferraz ML, Araujo AB, Rodrigues CA, Watanabe YF, Vireque AA, Joaquim DC, Smith LC, Meirelles FV, Baruselli PS. 2011.The low fertility of repeat-breeder cows during summer heat stress is related to a low oocyte competence to develop into blastocysts. J. Dairy Sci.; 94: 2383-2392.

204. Ferreira, F. and A. De Vries. 2015. Effects of season and herd milk volume on somatic cell counts of Florida dairy farms. Journal of dairy science 98(6):4182-4197.

205. Ferreira, G., 2013. Reproductive performance of dairy farms in western Buenos Aires province, Argentina. Journal of Dairy Science, 96(12), 8075-8080.

206. Flamant J.C., 1991. Problems associated with the transfer of genetic material from temperate to warm Mediterranean regions: consequences on the equilibration of the animal production systems. In: Proc. Int. Symp. Animal Husbandry in Warm Climates, Viterbo, Italy, 25-27 Oct. 1990, p. 48-54. (EAAP No 55).

207. Flamenbaum, I. and Ezra, E. 2003. A Large Scale Survey Evaluating the Effect of Cooling Holstein Cows on Productive and Reproductive Performances Under Subtropical Conditions. Journal of Dairy Science, Vol. 86, Suppl. 1, (June 2003), pp. 19 Abstr., ISSN 0022-0302.

208. Flamenbaumand, I. and Galon, N., 2010. Management of heat stress to improve fertility in dairy cows in Israel, The Journal of Reproduction and Development, 56, S36–S41.

209. Formigoni A., Cornil M.C., Prandi A., Mordenti A., Ross A., Portetelle D., Renaville R., 1996. Effect of propylene glycol supplementation amount parturition on milk yield, reproduction performance and some hormonal and metabolic characteristics in dairy cows. J. Dairy Res., 63, 11-24.

210. Fourichon C, Seegers H, Malher X. 2000. Effect of disease on reproduction in the dairy cow: a meta-analysis. Theriogenology; 53: 1729–59.

211. Fox DG, and Tylutki TP, 1998. Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. J Dairy Sci. 81:3085–3089.

212. Fregley, M. J., 1996. Adaptations: some general characteristics, Handbook of physiology, Section 4: Environmental physiology, Oxford University Press, pp. 3-15.

213. Friggens NC, and Newbold JR, 2007. Towards a biological basis for predicting nutrient partitioning: the dairy cow as an example. animal 1, 87.

214. Froidmont E, Mayeres P, Picron P, Turlot A, Planchon V and Stilmant D 2013. Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows. Animal 7, 665–672.

215. Fuquay, JW. 1981. Heat stress as it affects animal production. J Anim Sci. 52:164–174.

216. Gadoud. R., 1992. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, collection INRA tome I.II. 427P.

217. Gajbhaiye, P.U., Brahmashsatri, K.G., Patel, J.S. and Panchasara, H.H. 2004. Effect of Service Period on Milk Production of Kankrej Cattle. Ind. Vet. J., 81: 44-47.

218. Galon N, Zeron Y and Ezra E. 2010. Factors Affecting Fertility of Dairy Cows in Israel Journal of Reproduction and Development, Vol. 56, Suppl, S8–S14.

219. Gantner V, Bobic T, Gantner R, Gregic M, Kuterovac K, Novakovic J and Potocnik K 2017 Heat stress resistance and dairy cattle breed, Mljekarstvo 67 (2), 112-122.

220. Gantner V, Mijic P, Kuterovac K, Solic D and Gantner R, 2011. Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. Mljekarstvo. 61:56–63.

221. Garcia, A. 2006. Dealing with heat stress in dairy cows.in Cooperative Extension Service. Extension Extra 4024.South Dakota State Univ.

222. García-Ispierto I, López-Gatius F, Santolaria P, Yániz JL, Nogareda C, López-Béjar M, De Rensis F. 2006. Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle.Theriogenology; 65:799-807.

223. García-Ispierto IF, López-Gatius G, Bech-Sabat P, Santolaria J, Yániz C, Nogareda F, De Rensis and López-Béjar M : Climate factors affecting conception rate of high producing dairy cows in Northeastern Spain. Theriogenology 2007; 67(8):1379-1385.

224. Garnett, T., 2009. Livestock-related greenhouse gas emissions: impacts and options for policymakers. Environ. Sci. Policy 12, 491–503.

225. Garnsworthy, P.C., Fouladi-Nashta, A.A., Mann, G.E., Sinclair, K.D., Webb, R., 2009. Effect of dietary-induced changes in plasma insulin concentrations during the early post partum period on pregnancy rate in dairy cows. Reproduction 137, 759–768.

226. Garnsworthy, P.C., Sinclair, K.D., Webb, R., 2008. Integration of physiological mechanisms that influence fertility in dairy cows. Animal 2, 1144–1152.

227. Gaudin, M., Jaffrès, C., Réthoré, A., 2011. Gestion de l'exploitation agricole. Eléments pour la prise de décision à partir de l'étude de cas concrets. Tec&Doc Lavoisier, Paris.

228. Gaughan, J.B, Lacetera, N., Valtorta, S.E., Khalifa, H.H, Hahn, L., Mader, T., 2009. Response of domestic animals to climate challenges. In Biometeorology of adaptation to climate variability and change (ed. KL Ebi, I Burton and GR McGregor), pp. 131–170.Springer Science, Heidelberg, Germany.

229. Gaughan, J.B., Goodwin, P.J., Schoorl, T.A., Young, B.A., Imbeah, M., Mader, T.L., Hall, A., 1998. Shade preferences of lactating Holstein-Friesian cows. Aust. J. Exp. Agric.38, 17–21.

230. Gaughan, J.B., Holt, S.M., Hahn, G.L., Mader, T.L. and Eigenberg, R. 2000. Respiration Rate—Is It a Good Measure of Heat Stress in Cattle? Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 13, 329-332.

231. Gaughan, J.B., Mader, T.L., Gebremedhin, K.G., 2012. Rethinking heat index tools for livestock. In Environmental Physiology of Livestock; Collier, R.J., Collier, J.L., Eds.; John Wiley & Sons, Inc.: Chichester, UK, pp. 243–265.

232. Gaughan, J.G., Goopy, J., Spark, J. 2002. Excessive heat load index for feedlot cattle. In: Report of the Meat and Livestock-Australia Project, FLOT.316. MLA Ltd., Sydney

233. Gaughan, J.G., Mader, T.L., Holt, S.M., Lisle, A.: 2008.A new heat load index for feedlot cattle. J. Anim. Sci. 86, 226–234.

234. Gauly M, Bollwein H, Breves G, Bruegemann K, Daenicke S, Das G, Demeler J, Hansen H, Isselstein J, Koenig S, Lohoelter M, Martin sohn M, Meyer U, Potthoff M, Sanker C, Schroeder B, Wrage N, Meibaum B, von Samson-Himmelstjerna G, Stinshoff H and Wrenzycki C 2013. Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe – a review. Animal 7, 843–859.

235. Gaworski M., Rocha A.G.F. 2016. Effect of management practices on time spent by cows in waiting area before milking. In: Engineering for Rural Development, Malinovska L., Osadcuks V. (eds.) Latvia Univ. Agriculture, Latvia, pp. 1300 –1304.

236. Gendelman Aroyo MA, Yavin S, and Roth Z. 2010. Seasonal effects on gene expression, cleavage timing, and developmental competence of bovine pre-implantation embryos. Reproduction;140:73-82.

237. Gendelman M, Roth Z. 2012. Seasonal effect on germinal vesicle-stage bovine oocytes is further expressed by alterations in transcript levels in the developing embryos associated with reduced developmental competence. Biol. Repr.; 86: 1-9.

238. Gendelman, M., A. Aroyo, S. Yavin, and Z. Roth. 2010. Seasonal effects on gene expression, cleavage timing, and developmental competence of bovine pre-implantation embryos. Reproduction 140:73-82.

239. Gerard C. Cherifi A. et Guyonvarch A. 2008. Etude du passage d'une ration à base d'ensilage de maïs à une ration à base de foin et concentrés (ration sèche) dans un troupeau de vaches laitières, Renc. Rech. Ruminants, 2008, 15.

240. Gerbens- Leenes, P.W., M.M. Mekonnen, and A.Y. Hoeskstra. 2011. A comparative study on the water footprint of poultry, pork and beef in different countries and production systems. Value of water research report series n°55.UNESCO-IHE, Delft, ther Netherlands.

241. Ghazi K.et Niar A., 2011. Qualité hygiénique du lait cru de vache dans les différents élevages de la Wilaya de Tiaret (Algérie). TROPICULTURA, 29, 4, 193-196.

242. Ghozlane F., Belkheir B., et Yakhlef H., 2010. Impact du fonds national de régulation et de développement agricole sur la durabilité du bovin laitier dans la wilaya de Tizi-ouzou (Algérie). New Medit, 3: 22-27.

243. Ghozlane F. Yakhlef H. et Ziki B. 2006. Performances zootechniques et caractérisation des élevages bovins laitiers dans la région d'Annaba (Algérie). Renc. Rech. Ruminants, 2006, 13.

244. Ghozlane M.K. Temim S. et Ghozlane F. 2015. Performances zootechniques de la race Holstein en condition aride de Ghardaïa (Algérie), Renc. Rech. Ruminants, 2015, 22.

245. Ghozlane MK., Atia A., Miles D., et Khellef D., 2010. Insémination artificielle en Algérie : Etude de quelques facteurs d'influence chez la vache laitière. Livestock Research for Rural Development; Volume 22, Article #28. Retrieved September 19, 2018, from http://www.lrrd.org/lrrd22/2/ghoz22028.htm.

246. Gisi, D. D., E. J. De Peters, and C. L. Pelissier. 1986. Three Times Daily Milking of Cows in California Dairy Herds. J. Dairy Sci. 69(3):863-868.

247. González Pereyra A.V., Maldonado May V., Catracchia C.G., Herrero M.A., Flores M.C., Mazzini M. 2010. Influence of water temperature and heat stress on drinking water intake in dairy cows. Chil. J. Agric. Res., 70: 328–336.

248. Gonzalez-Recio, O., Perez-Cabal, M.A., Alenda, R., 2004. Economic value of female fertility and its relationship with profit in Spanish dairy cattle. J. Dairy Sci. 87, 3053–3061.

249. Gorniak, T.; Meyer, U.; Sudekum, K.-H.; Danicke, S., 2014: Impact of mild heat stress on dry matter intake, milk yield and milk composition in mid-lactation Holstein dairy cows in a temperate climate. Archives of Animal Nutrition 68, 358–369.

250. Goshu, G., Belihu, K., and Berihun, A., 2007. Effect of parity, season and year on reproductive performance and herd life of Friesian cows at Stella private dairy farm, Ethiopia. Livest. Res. Rural Dev., 19(98). Retrieved May 8, 2012, from http:// www.lrrd.org/lrrd19/7/gosh19098.htm.

251. Graunke KL., Schuster T., and Lidfors LM., 2011. Influence of weather on the behavior of outdoor-wintered beef cattle in Scandinavia. Livestock Science 136, 247–255.

252. GREDAAL, 2006 . Une première lecture des résultats préliminaires du recensement relatif aux élevages en Algérie (2000-2001). http://www.gredaal.com/ddurable/agricelevage/obselevages/publications/autres/Elevage-Algerie-2005.pdf.

253. Grimard B, Humblot P, Ponter AA, Chastant S, Constant F, Mialot JP. 2003. Efficacité des traitements de synchronisation des chaleurs chez les bovins. Prod Anim, 16:211-227

254. Grimard, B., Freret, S., Chevallier, A., Pinto, A., Ponsart, C., Humblot, P., 2006. Genetic and environmental factors influencing first service conception rate and late embryonic/foetal mortality in low fertility dairy herds. Animal Reproduction Science, 91, 31–44.

255. Grohn Y.T.,Rajala-Schultz P.J. 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. Anim. Reprod. Sci., 60-61, 605-614.

256. Guzeloglu A, Ambrose JD, KassaT, Diaz T, Thatcher MJ., and WW Thatcher., 2001. Long term follicular dynamics and biochemical characteristics of dominant follicles in dairy cows subjected to acute heat stress. Anim. Reprod. Sci; 66:15–34.

257. Gwazdauskas FC, Whittier WD, Vinson WE, Pearson RE. 1986. Evaluation of reproductive efficiency of dairy cattle with emphasis on timing of breeding. J Dairy Sci, 69:290-297.

258. Hahn GL, Mader TL 1997. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle In: Proceedings of the 5th International Livestock Environment Symposium Minneapolis, 29–31 May. ASAE, St Joseph, Mich,pp 563–567.

259. Hahn GL., Mader TL., Eigenberg RA., 2003. Perspective on development of thermal indices for animal studies and management. EAAP Tech.Ser. 7: 31–44.

260. Hahn, G.L., Mader, T.L., Eigenberg, R.A., 2003. Perspective on development of thermal indices for animal studies and management in Proc. Symp.: Interactions Between Climate and Animal Production. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands. EAAP Technical Series No 7: P 31–45.

261. Hale, S. A., Capuco A. V., and Erdman R.A. 2003. Milk yield and mammary growth effects due to increased milking frequency during early lactation. Journal of Dairy Science 86(6):2061-2071.

262. Hall, M. B. 2004. Evaluating Rations from a Whole Farm Perspective.”Advances in Dairy Technology, ,Vol. 16, , 217-226. http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2004/Manuscripts/217Hall.pdf.

263. Hammami, H., Bormann, J., M’hamdi N., Montaldo, H.H, Gengler, N., 2013. Evaluation of heat stress effects on production traits and somatic cell score of Holsteins in a temperate environment. J. Dairy Sci. 96:1844-1855.

264. Hammoud M. H., El-Zarkouny S. Z., and Oudah E. Z. M., 2010. Effect of sire, age at first calving, season and year of calving and parity on reproductive performance of Friesian cows under semiarid conditions in Egypt. Archiva. Zoo. Technica., 13: 60-82.

265. Hansen PJ., Drost M., Rivera RM., Paula-Lopes FF., Al- Katanani YM., Krininger III CE., and Chase CC Jr., 2001. Adverse impact of heat stress on embryo production: Causes and strategies for mitigation. Theriogenology; 55:91–103.

266. Hansen P. J., 1994. Causes and possible solutions to the problem of heat stress in reproductive management of dairy cows. Proc. Nat. reprod. Symp. 161-170.

267. Hansen PJ., 1990. Effects of coat color on physiological responses to solar radiation in Holsteins. Veterinary Record;127, 333–334.

268. Hansen PJ., 1997. Effects of environment on bovine reproduction. In: Youngquist RS (ed) Current therapy in large animal theriogenology. WB Saunders, Philadelphia, pp 403–415.

269. Hansen PJ. 2007. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. Theriogenology 68S:242–249.

270. Hansen PJ., and Arechiga CF. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. J. Anim. Sci., 77 (Suppl 2), 36–50.

271. Hansen, P. J. 2004. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. Anim. Reprod. Sci. 82–83:349–360. doi:10.1016/j. anireprosci.2004.04.011.

272. Hansen, P. J. and Arechiga, C. F. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. J. Anim. Sci., 77 (Suppl 2), 36–50.

273. Hansen, P.J., 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 364, 3341–3350. https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0131

274. Hanson M., Godfrey KM., Lillycrop KA., Burdge GC., and Gluckman PD. 2011. Developmental plasticity and developmental origins of non-communicable disease: theoretical considerations and epigenetic mechanisms. Progress in Biophysics and Molecular Biology 106, 272–280.

275. Hanzen C, Houtain J-Y, Laurent Y, Ectors FJ. 1995. Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. Ann Med Vet, 140:195-210.

276. Hanzen C. 2015b. Approche épidémiologique de la reproduction bovine: La gestion de la reproduction (cours théorique). (10/09/2015) Adresse http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/70609.

277. Hanzen C., Theron L.,Rao A.S. 2013b,Gestion de la reproduction dans les troupeaux bovins laitiers. Rev. Afric. Santé Prod. Anim., 11, 91-106.

278. Harman JL, Gröhn YT, Erb HN, Casella G. 1996c. Event-time analysis of the effect of season of parturition, parity, and concurrent disease on parturition-to-conception interval in dairy cows. Am J Vet Res, 57:640-645.

279. Harman, J.L., Gröhn, Y.T., Erb, H.N. and Casella, G., 1996. The application of event-time regression techniques to the study of dairy cow interval-to-conception. Preventive Veterinary Medicine, 26:263-274.

280. Harris, B.L., 1989. New Zealand dairy cow removal reasons and survival rate. New Zealand Journal of Agricultural Research. 32: 355-358.

281. Hart KD., McBride BW., Duffield TF., DeVries TJ. 2013. Effect of milking frequency on the behavior and productivity of lactating dairy cows. J. Dairy Sci., 96 : 6973-6985.

282. Hashemi, A., Sarain, I., Zadeh, R. and Ranjbari, M., 2009. Estimates of Genetic Parameters of Productive Traits in Holstein-Native Crossbreds in W. Azarbaijan Province-Iran. Journal of Animal and Veterinary Advances 8 (5): 917- 919.

283. Heins B.J., Hansen L.B., De Vries A. 2012. Survival, lifetime production, and profitability of Normande × Holstein, Montbéliarde × Holstein, and Scandinavian Red × Holstein crossbreds versus pure Holsteins. J. Dairy Sci., 95: 1011–1021.

284. Heins, B.J., Hansen, L.B., Seykora, A.J., 2006c. Production of Pure Holsteins Versus Crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. Journal of Dairy Science 89, 2799-2804.

285. Herbut P., and Angrecka S., 2012. Forming of temperature-humidity index (THI) and milk production of cows in the free-stall barn during the period of summer heat. AnimSci Papers and Reports. 30(4): 363-372.

286. Hillman PE., Lee CN., and Willard ST., 2005. Thermoregulatory responses associated with lying and standing in heat stressed dairy cows. Trans ASAE. 48(2):795–801.

287. Hillman, PE., 2009. Thermoregulatory Physiology. In: JA DeShazer, Livestock Energetics and Thermal Environmental Management Chapter 2. St Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers. p.23–48.

288. Hinde K, Carpenter AJ., Clay JS., and Bradford BJ., 2014. Holsteins favor heifers, not bulls: biased milk production programmed during pregnancy as a function of fetal sex. PloS one 9, e86169.

289. Hoffman P, Brehm N, Price S and Prill-Adams A 1996. Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. Journal of Dairy Science 79, 2024–2031.

290. Holter, J. B., West J.W., and McGilliard M. L. 1997. Predicting ad libitum dry matter intake and yield of Holstein cows. J. Dairy Sci. 80:2188–2199.

291. Holter, J. B., West J.W., McGilliard M.L., and Pell A. N. 1996. Predicting ad libitum dry matter intake and yields of Jersey cows. J. Dairy Sci. 79:912–921.

292. Holter, J. B., West, J. W., McGilliard, M.L., 1997. Predicting ad libitum dry matter intake and yield of Holstein cows. Journal of Dairy Science 80, 2188–2199.

293. Honig, H., Ofer, L. Kaim, Jacobi, M.S. Shinder, D., and Gershon. E. 2016. The effect of cooling management on blood flow to the dominant follicle and estrous cycle length at heat stress. Theriogenology 86(2):626-634.

294. Hossein-Navid-GhaviZadeh, 2013. Factors Effecting Lactation Length and Effect of Current Lactation Length on The Subsequent Production and Reproduction in Iranian Holsteins .ArchivTierzucht 56-87, 873-881.

295. Houmani H., 1999. Situation alimentaire du bétail en Algérie. Recherche Agronomique, 1999, 4, 35-45.

296. Huang, C., Tsuruta, Bertrand, Misztal, S.J.K., I., Lawlor, T.J. and Clay, J.S., 2008. Environmental effects on conception rates of Holsteins in New York and Georgia, Journal of Dairy Science, 91, 818–825.

297. Hubbard, K.G., Stooksbury, D.E., and Hahn, G.L. 1997. A climatological perspective on feedlot cattle performance and mortality related to the THI. Reprints Tenth Conference on Applied Climatology. American Meteorological Society. Boston, MA, 349-353.

298. I.N.R.A 1988. Tables de valeurs nutritionnelles des aliments. Alimentation du bovin, ovin et caprin. O.P.U, Paris. France. pp : 153-170.

299. I.N.R.A 2002. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. 16, rue CLAUDE Bernard 75231 Paris cédex 05. France. pp : 74-301.

300. INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux. Valeurs des aliments, Tables INRA 2007. Editions Quae, Paris, France, 307p.

301. Ingraham, R.H., Gillette, D.D. and Wagner, W.D., 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate, Journal of Dairy Science, 57, 476–481.

302. Ingvartsen, K.L., Dewhurst, R.J., Friggens, N.C., 2003. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. Livestock Production Science 83, 277-308.

303. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007) Climate Change: Synthesis Report.

304. Itoh, F., Obara, Y., Rose, M.T., Fuse, H., 1998. Heat influences on plasma insulin and glucagon in responses to secretogogues in non-lactating dairy cows. Domest. Anim. Endocrinol. 15: 499-510.

305. Jahageerdar, S.M.G., Govindaiah, Jayashankar, M.R., Lokanath G.R., and Krishanaswamy, H.S. 1996. Effect of non-genetic factors on inter calving period of Holstein Friesians in tropical conditions. Indian J. Dairy Sci., 49(8): 525-529.

306. Janzekovic, M., 2005.Measuring heart rate of cows milking parlour.Agricultura. 3: 21-25.

307. Jarrige. R. (1988). Alimentation des bovins, ovins, caprins, INRA. Paris. 426P.

308. Johnson, H.D., 1980. Depressed chemical thermogenesis and hormonal functions in heat. In: Environmental Physiology: Aging, Heat and Altitude. Elsevier/ North Holland, New York, pp. 3-9.

309. Johnson, J.S., Scharf, B., Weaber, R.L., Eichen, P.A., Spiers, D.E., 2012. Patterns of heat response and adaptation on summer pasture: a comparison of heat-sensitive (Angus) and -tolerant (Romosinuano) cattle. J. Therm. Biol. 37, 344–350. https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2011.10.014.

310. Jordan, E.R., 2003. Effects of Heat Stress on Reproduction. Journal of Dairy Science, Vol. 86, E. Suppl., pp. E104-E114, ISSN 0022-0302.

311. Kabuga, J.D., Sarpong, K., 1991. Influence of weather conditions on milk production and rectal temperature of Holsteins fed two levels of concentrate. International Journal of Biometeorology 34, 226– 30.

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

313. Kadi, SA., et Djellal, F., 2009. Autonomie alimentaire des exploitations laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie, LivestockResearch for Rural Development 21 (12) 2009. http://www.lrrd.org/lrrd21/12/kadi21227.htm.

314. Kadi S.A., Djellal F., Berchiche M., 2007. Caractérisation de la conduite alimentaire des vaches laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie, LivestockResearch for rural development, (21)12.

315. Kadzere, C.T., Murphy, M.R., Silanikove, N., Maltz E., 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. Livest. Prod. Sci.77:59-91.

316. Kanuya N.L., Greve T., 2000. Effect of parity, season and FSH treatment on the calving interval of Ayrshire cows in the Tropics. Trop. Anim. Health Prod., 32, 197-204.

317. Kaouche S., Boudina M., et Ghezali S., 2011. Évaluation des contraintes zootechniques de développement de l'élevage bovin laitier en Algérie : cas de la wilaya de Médéa. Nature &Technologie n° 06, 85-92.

318. Katok, N., and Yanar. M., 2012. Milk traits and estimation of genetic, phenotypic and environmental trends for milk and milk fat yields in Holstein-Friesian cows. Int. J. Agric. Biol. 14 (2): 311-314.

319. Kaya I., Uzmay C., Kaya A., and Akbaş Y., 2003. Comparative analysis of milk yield and reproductive traits of Holstein-Friesian cows born in Turkey or imported from Italy and kept on farms under the Turkish-ANAFI project, Italian Journal of Animal Science, 2:2, 141-150, DOI: 10.4081/ijas.2003.14.

320. Kendall, P.E., Webster, J.R., 2009. Season and physiological status affects the circadian body temperature rhythm of dairy cows. Livestock Science 125, 155-160.

321. Key N., Sneeringer S., and Marquardt D., 2014. Climate change, heat stress and U.S. dairy production. A Report Summary from the Economic Research Service, United States Department of Agriculture. http://www.ers.usda.gov/ media/1679930/err175.pdf.

322. Khampa, S, 2007. Manipulation of Rumen Fermentation with Organic Acids Supplementation in Ruminants Raised in the Tropics. Pakistan Journal of Nutrition, 6 (1): 20-27 http://www.pjbs.org/pjnonline/fin589.pdf.

323. King, V.L., Denise, S.K., Armstrong, D.V., Torabi, M., Wiersma, F., 1988. Effects of a hot climate on the performance of first lactation Holstein cows grouped by coat color. J. Dairy Sci. 71, 1093–1096.

324. Kinsel, M.L. and Etherington, W.G., 1998. Factors affecting reproductive performance in Ontario dairy herds. Theriogenology, 1998; 50: 1221-1238.

325. Knob D.A., Alessio D.R.M., Neto A.T.,Mozzaquatro F.D. 2016, Reproductive performance and survival of Holstein and Holstein x Simmental crossbred cows. Trop. Anim. Health Prod., 48, 1409- 1413.

326. Kornmatitsuk, B., Chantaraprateep, P., Kornmatitsuk, S., and Kindahl H. 2008. Different types of postpartum luteal activity affected by the exposure of heat stress and subsequent reproductive performance in Holstein lactating cows. Reprod. Domest. Anim ; 43, 515-519.

327. Krpalkova, L., Cabrera, V. E., Vacek, M., Stipkova, M., Stadnik, L. and Crump, P. 2014. Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle. J. Dairy Sci., 97, 3017–27.

328. KSchillo K, Hansen,P.J, Kamwanja,L.A.Dierschke D.J., Hauser E.R.1983. Influence of season on sexual development in heifers: age at puberty as related to growth and serum concentrations of gonadotropins, prolactin, thyroxin and progesterone. Biol. Reprod. 28, 329-341.

329. Kumar N., Eshetie A., Gebrekidan B.,Gurmu E.B. 2014. Reproductive performance of indigenous and HF crossbred dairy cows in Gondar, Ethiopia. J. Agr. Vet. Sci., 7, 56-61.

330. Kumaresan A., Prabhakaran P.P., Bujarbaruah K.M., Pathak K.A., Chhetri B.,Ahmed S.K. 2009, Reproductive performance of crossbred dairy cows reared under traditional low input production system in the eastern Himalayas. Trop. Anim. Health Prod., 41, 71-78. Labèrnia, J., López-Gatius, F., Santolaria, P., LópezBéjar,M., Rutllant, J., 1996. Influence of management factors on pregnancy attrition in dairy cattle. Theriogenology, 45, 1247–1253.

331. Kume S., Takahashi S. Kurihara M. et Aii T., 1990. The effects of heat stress on milk yield, milk composition, and major mineral content in milk of dairy cows during early lactation. Jpn. J. Zootech. Sci. 61: 627-632.

332. Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B., Nardone, A., 2003. Physiological and productive consequences of heat stress: The case of dairy ruminants. Proc. of the Symposium on Interaction between Climate and Animal Production: EAAP Technical Serie , pp. 7, 45–60.

333. Lamp, O., M. Derno, W. Otten, M. Mielenz, G. Nürnberg, and B. Kuhla. 2015. Metabolic heat stress adaption in transition cows: Differences in macronutrient oxidation between late-gestating and early-lactating German Holstein dairy cows. PloS one 10(5):e0125264.

334. Le Mézec, P., Barbat-Leterrier, A., Barbier, S., Gion, A., et Ponsart, C. 2010. La fertilité des vaches laitières en 2008 : des perturbations, mais des espoirs côté génétique. Institut de l'Elevage – Département Génétique –; CR 001072030. 33 p.

335. Le Mezec P., Barbat A., Duclos D., 2005. Fertilité des vaches laitières : la situation dans 4 coopératives d'insémination de l'Ouest. Renc. Rech. Ruminants, 12, 157.

336. Lebedeva IY, Singina, G N., Lopukhov, AV., and Zinovieva, NA. 2014a. Dynamics of morpho-functional changes in aging bovine ova during prolonged culture in vitro. Cell Tissue Biol.; 8, 258–266. doi: 10.1134/S1990519X14030080.

337. Lebedeva IY, Singina GN, Volkova NA, Vejlsted M, Zinovieva NA, Schmidt M. 2014. Prolactin affects bovine oocytes through direct and cumulus-mediated pathways. Theriogenology;82:1154-64.

338. Ledoux, D. 2011. Echecs précoces de gestation chez la vache laitière de race Holstein : incidences, implication dans la baisse de fertilité et facteurs de risque. Sciences agricoles. AgroParisTech, p 267.

339. Lee, C.N., Baek, K.S., Parkhurst, A., 2016. The impact of hair coat color on longevity of Holstein cows in the tropics. J. Anim. Sci. Technol. 58, 41.

340. Legrand, A., Schütz, K.E., and Tucker, C.B. 2011. Using water to cool cattle: Behavioral and physiological change associated with voluntary use of cow showers. J. Dairy Sci. 94:3376–3386.

341. Loeffler, HS., De Vries, MJ., Schukken, YH., De Zeeuw, A., Dijkhuizen, AA., De Graaf, FM., Brand, A. 1999b. Use of AI technician scores for body condition, uterine tone and uterine discharge in a model with disease and milk production parameters to predict pregnancy risk at first AI in Holstein dairy cows. Theriogenology, 51:1267-1284.

342. Lof, E., Gustafsson, H., Emanuelson, U. 2007. Associations between herd characteristics and reproductive efficiency in dairy herds. J. Dairy Sci. 90, 4897–4907.

343. López-Gatius, F. 2013. Approaches to increase reproductive efficiency in artificially inseminated dairy cows. Anim Reprod, 10:143-7.

344. López-Gatius, F., Santolaria, P., Yániz, J., and Hunter, R. 2004. Progesterone supplementation during the early fetal period reduces pregnancy loss in high-yielding dairy cattle. Theriogenology; 62(8):1529-1535.

345. López-Gatius, F., 2003. Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain, Theriogenology, 60, 89–99.

346. López-Gatius, F., 2012. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. Theriogenology, 77, 1029–1041.

347. López-Gatius, F., P. Santolaria, J.L. Yániz, J.M. Garbayo, R.H. Hunter. 2004. Timing of early foetal loss for single and twin pregnancies in dairy cattle. Reprod. Domest. Anim. 39:429-433.

348. López-Gatius, F., Santolaria, P., Yaniz, J., Rutllant, J., López-Béjar, M., 2002. Factors affecting pregnancy loss from gestation day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. Theriogenology, 57, 1251–1261.

349. López-Gatius, F., Szenci, O., Bech-Sàbat, G., García-Ispierto, I., Serrano, B., Santolaria, P., Yániz, J., 2009. Factors of non-infectious nature affecting late embryonic and early foetal loss in high producing dairy herds in north-eastern Spain: literature review. Magyar Állatorvosok Lapja, 131, 515–531.

350. Lucy, MC., Staples, CR., Thatcher, WW., Erikson, PS., Cleale, RM., Firkins, JL., Clark, JH, Murphy, MR., Brodie, B. 1992. Influence of diet composition, dry-matter intake, milk production and energy balance on time of post-partum ovulation and fertility in dairy cows. Anim Prod, 54:323-331.

351. Lucy, M.C., 2000. Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. J. Dairy Sci, 83: 1635-1647.

352. Lucy, M.C., 2001. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? Journal of Dairy Science 84, 1277-1293.

353. Mellado, M., Antonio-Chirino, E., Meza-Herrera, C. F. G., Veliz, J. R., Arevalo, J., Mellado , and de Santiago, A. 2011. Effect of lactation number, year, and season of initiation of

lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. J. Dairy Sci. 94 :4524–4530. doi: 10.3168/jds.2011-4152.

354. Van Eetvelde, M., Kamal, M.M., Vandaele, L., and Opsomer, G. 2017. Season of birth is associated with first-lactation milk yield in Holstein Friesian cattle, Animal, p 1-8. Doi:10.1017/S1751731117001021.

355. Sraïri, M.T., Kessab, B. 1998. Performances et modalités de production laitière dans six étables spécialisées au Maroc. INRA Prod. Anim., 11 (4), 321-326.

356. M'hamdi, N., Aloulou, R., Kaur Brar, S., Bouallegue, M., and Ben Hamouda, M. 2010b. Phenotypic and genetic parameters of reproductive traits in Tunisian Holstein cows. Biotechnology in Animal Husbandry. 26, (5-6), p 297-307.

357. M'hamdi, N., Mahdi, B., Frouja, S., Ressaissi, Y., Brar, M., Hamouda, B. 2013. Effects of environmental factors on milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows. InTech.http://dx.doi.org/10.5772/50803, 2012, Accessed 16 June 2013.

358. Madani, T., Yakhlef, H., et Marie, M. 2008.Effect of age at first calving on lactation and reproduction of dairy cows reared in semi-arid region of Algeria. Livestock Research for Rural Development (20) 6 Article 92 : http://www.lrrd.org/lrrd20/6/mada20092.htm.

359. Madani, T., Mouffok, C., et Frioui, M. 2004. Effet du niveau de concentré dans la ration sur la rentabilité de la production laitière en situation semi-aride algérienne. Renc. Rech. Ruminants, 2004, 11.

360. Mader, TL., Davis MS., and Brown-Brandl, T. 2006. Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. J AnimSci 84: 712-719.

361. Mader, T.L., Fell, L.R., and McPhee, M.J. 1997. Behavior response of non-Brahman cattle to shade in commercial feedlots. Livestock Environment 5, 795–802.

362. Mader, T.L., Holt, S.M., Hahn, G.L., Davis, M.S., and Spiers, D.E. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. J. Anim. Sci., 80: 2373-2382.

363. MADR, (Ministere De L'agriculture Et Du Developpement Durable). 2016. Statistiques Agricoles, Séries B, 2010-2015.

364. Maia, A.S.C., da Silva, R.G., and Battiston Loureiro, C. M. 2005a. Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. International Journal of Biometeorology 50: 17-22.

365. Maia, A.S.C., da Silva, R.G., Bertipaglia, E.C.A., and Munoz, M.C., 2005b. Genetic variation of the hair coat properties and the milk yield of Holstein cows managed under shade in a tropical environment. Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci. 42, 180–187.

366. Makuza, S.M., Mcdaniel, B.T. 1996. Effects of days dry, previous days open and current days open on milk yields of cows in Zimbabwe and North Carolina. J. Dairy Sci. 79: 702-709.

367. Mandonnet, N., Tillard, E., Faye, B., Collin, A., Gourdine, JL., Naves, M., Bastianelli, D., Tixier-Boichard, M., et Renaudeau, D. 2011. Adaptation des animaux d'élevage aux multiples contraintes des régions chaudes. INRA Prod. Anim., 24 (1), 41-64.

368. Marai, FM., El-Darawany, AA., Nasr, AS., and Shehata, MA., 2010. Environment discomfort and performance level under sub-tropical conditions of HF cows, Arch Tierz 53 6, 663-674.

369. Marai, I.F.M., Habeeb, A.A.M. and Farghaly, H.M., 1999. Productive, physiological and biochemical changes in imported and locally born Friesian and Holstein lactating cows under hot summer conditions of Egypt. Tropical Animal Health and Production, 31(4), 233-243.

370. Mathieu R., 2003. Produit du lait technologique, réussir la transition ou ouvrage collectif. Edition France agricole, 43-45.

371. Mattalia, S., Barbat, A., Danchin-Burge, C., Brochard, M., Le Mézec, P., Minéry, S., Jansen, G., Van Doormaal, B., Verrier, E., 2006. La variabilité génétique des huit principales races bovines laitières françaises: quelles évolutions.

372. Maurya, V.P., Sejian, V., Gupta, M., Dangi, S.S., Kushwaha, A., Singh, G., Sarkar, M., 2015. In: Sejian, V., Gaughan, J., Baumgard, L., Prasad, C. (Eds.), Adaptive Mechanisms of Livestock to Changing Climate BT - Climate Change Impact on Livestock: Adaptation and Mitigation. Springer India, New Delhi, pp. 123–138. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2265-1_9.

373. Mc Parland, S., Kearney, J., Rath, M., Berry, D. 2007. Inbreeding effects on milk production, calving performance, fertility, and conformation in Irish Holstein-Friesians. Journal of Dairy Science 90, 4411-4419.

374. McDougall, S., 2001. Effects of periparturient diseases and conditions on the reproductive performance of New Zealand dairy cows. New Zealand Veterinary Journal, 49: 60-67.

375. Mcdowell, R.E., Camoens, J.K., Van Vleck, L.D., Christensen, E., Cabello Frias, E., 1976a. Factors affecting performance of Holsteins in subtropical regions of Mexico. J. Dairy Sci. 59: 722-729.

376. McDowell, R.E., Hooven, N.W., Camoens, J.K., 1976b. Effects of climate on performance of Holsteins in first lactation.J. DairySci. 59, 965–973.

377. McGowan, M., Mayer, D., Tranter, W., Shaw, M., Smith, C., and Davison, T. 1996. Relationship between temperature humidity index and conception efficiency of dairy cattle in Queensland. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 21: 454-454.

378. McGowan, M., D. Mayer, W. Tranter, M. Shaw, C. Smith, and T. Davison. 1996. Relationship between temperature humidity index and conception efficiency of dairy cattle in Queensland. Pages 454-454 in Proc. PROCEEDINGS-AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION. AUSTRALIAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION.

379. McManus, C., Prescott, E., Paludo, G., Bianchini, E., Louvandini, H., Mariante, A., 2009. Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. Livestock Science 120:256– 264.

380. McNamara, S., Murphy, J.J., O'Mara, FP., Rath, M., and Mee, JF. 2008. Effect of milking frequency in early lactation on energy metabolism, milk production and reproductive performance of dairy cows. Livest Sci; 117: 70-8.

381. Meadows, C., Rajala-Schultz, P.J., Frazer, G.S. 2005. A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. J. Dairy Sci. 88, 1244–1254.

382. Mee, J.F., 2004. Temporal trends in reproductive performance in Irish dairy herds and associated risk factors. Irish Veterinary Journal. 57: 158-166.

383. Melendez, P. and Pinedo, P., 2007. The association between reproductive performance and milk yield in Chilean Holstein cattle. J. Dairy Sci. 90: 184-192.

384. Mellado, M., Sepulveda, A., Meza-Herrera, C., Veliz, FG., Arevalo, JR., Mellado, J., and De Santiago, A. 2013. Effects of heat stress on reproductive efficiency in high yielding Holstein cows in a hot arid environment. Rev Colomb Cienc Pecu; 26:193-200.

385. Mellado, M., Sepulveda, E., Macias-Cruz, U., Avendano, L., Garcia, J.E., Veliz, F.G., Rodriguez, A. 2014. Effects of month of breeding on reproductive efficiency of Holstein cows and heifers inseminated with sex-sorted or conventional semen in a hot environment. Trop. Anim. Health Prod., 46, 265-269.

386. Merdaci, L., et Chemmam M. 2016. Evolution comparée des performances de vaches laitières Prim'Holsteins et Montbéliardes au Nord-Est algérien. Livestock Research for Rural Development. Volume 28, Article #23. from http://www.lrrd.org/lrrd28/2/merd28023.html.

387. Meyer, U.; Everinghoff, M.; Gadeken, D.; Flachowsky, G., 2004: Investigations on the water intake of lactating dairy cows. Livestock Production Science 90, 117–121.

388. Meyer, C et Denis, J.P. 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Édition CIRAD-envt, (1999). 305 p.

389. M'hamdi, N., M. Bouallegue, M.B. Hamouda, S. Frouja, S.K. Brar and Y. Ressaissi. 2012. Effects of environmental factors on milk yield, lactation length and dry period in Tunisian Holstein cows. In Milk Production -An Up-to-Date Overview of Animal Nutrition, Management and Health (ed. N Chaiyabutr), INTECH Open Access Publisher, Luxembourg. 153-164.

390. Mialot, JP., Constant, F., Dezeaux, P., Grimard, B., Deletang, F., Ponter, A.A. 2003. Estrus synchronization in beef cows: comparison between GnRH + PGF2α + GnRH and PRID + PGF2α + eCG. Theriogenology, 60, 319-330.

391. Miglior, F., Muir, B.L., Van Doormaal, B.J., 2005. Selection indices in Holstein cattle of various countries. J. Dairy Sci. 88, 1255–1263.

392. Milnor, R., 1979. Aortic wavelength as a determinant of the relation between heart rate and body size in mammals.American journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative physiology.Vol. 237.n°. 1, R3-R6.

393. MohdNor N.M., Steeneveld W., Hogeveen H. 2014. The average culling rate of Dutch dairy herds over the years 2007 to 2010 and its association with herd reproduction, performance and health. J. Dairy Res., 81: 1–8.

394. Monterroso, VH., Drury, K.C., Ealy, AD., Edwards, JL., and Hansen, PJ. 1995. Effect of heat shock on function of frozen/thawed bull spermatozoa. Theriogenology; 44: 947–961.

395. Montgomery GW, Scott I.C., Hudson N. An interaction between season of calving and nutrition on the resumption of ovarian cycles in post-partum beef cattle. J ReprodFertil ; 73(1), 1985, 45-50.

396. Moore, CE., Kay, JK., VanBaale, MJ., and Baumgard, LH. 2005. Calculating and improving energy balance during times of nutrient limitation. In: Proceedings of southwest nutrition and management conference, Tempe, Arizona; pp 173–185.

397. Morton, J., W. Tranter, D., Mayer, and N. Jonsson. 2007. Effects of environmental heat on conception rates in lactating dairy cows: Critical periods of exposure. Journal of Dairy Science 90(5):2271-2278.

398. Moss, N., Lean, IJ., Reid, SWJ., Hodgson, DR. 2002. Risk factors for repeat-breeder syndrome in New South Wales dairy cows. Preventive Veterinary Medicine, 54:91-103.

399. Motlagh MK, Z Roohani, AZ Shahne and M Moradi, 2013. Effects of age at calving, parity, year and season on reproductive performance of dairy cattle in Tehran and Qazvin Provinces, Iran. Res. Opin. Anim. Vet. Sci., 3(10), 337-342.

400. Moujahed N. Daboussi I. Bel Haj Ammar S. et Darej S. 2009. Effet de la stratégie de distribution de l'aliment concentré sur les performances des vaches laitières. Renc.Rech.Ruminants, 2009, 16.

401. Muller, C.J.C., Botha, J.A., Coetzer, W.A., Smith, W.W. 1994b. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 2. Physiological responses. South Afric. J. Anim. Sci. 24: 56–60.

402. Muller, C.J.C., Botha, J.A., Smith, W.W. 1994a. Effect of shade on various parameters of Friesian cows in a Mediterranean climate in South Africa. 1. Feed and water intake, milk production and milk composition. South Afric.J. Anim. Sci. 24: 49– 55.

403. Mulligan, FJ., Caffrey, PJ., Rath, M., Callan, JJ., Brophy, PO., and O'Mara, FP. 2002. An investigation of feeding level effects on digestibility in cattle for diets based on grass silage and high fibre concentrates at two forage: concentrate ratios. LivestockProdSci. 77, 311–323.

404. Nabenishi, H., Ohta, H., Nishimoto, T., Morita, T., Ashizawa, K., And Tsuzuki, Y. 2011. Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in Southwestern Japan. Journal of Reproduction and Development, Vol. 57, No. 4, 2011, 450–456.

405. Nardone, A., Lacetera, N., Ronchi, B., and Bernabucci, U. 1992. Effects of heat stress on milk production and feed intake in Holstein cows. Prod Anim. 5:1–15.

406. Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M.S., Bernabucci, U. 2010. Effects of climate change on animal production and sustainability of livestock systems. Livest. Sci. 130, 57-69.

407. Nasr, M.A., and El-Tarabany, M. S. 2017. Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. Journal of Thermal Biology 64:73-77.

408. National Research Council.1971. A guide to environmental research on animals. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

409. Nebel, RL., Jobst, SM., Dransfield, MBG., Pandolfi, SM., and Bailey, TL. 1997. Use of radio frequency data communication system, HeatWatch®, to describe behavioral estrus in dairy cattle. J Dairy Sci 80:179.

410. Nebel, RL., Jobst, SM. 1998. Evaluation of Systematic Breeding Programs for Lactating Dairy Cows: A Review. J Dairy Sci, 81:1169-1174.

411. Nega, T. and Sendrose, D. 2000. Effect of calving year, season, age and parity classes on production and reproduction performance of Holstein-Friesian cows at Holetta state farm. Pastoralism and agro pastoralism: which way forward. Proceedings of the 8th annual conference of the Ethiopian Society of Animal Production (ESAP). 24-25 August 2000, Addis Ababa, Ethiopia.

412. Nguyen, T.T.T., Bowman, P.J., Haile-Mariam, M., Nieuwhof, G.J., Hayes, B.J., Pryce, J.E., 2017. Short communication: implementation of a breeding value for heat tolerance in Australian dairy cattle. J. Dairy Sci. 100, 7362–7367. https://doi.org/10.3168/JDS.2017-12898.

413. Nguyen-Kien., C, Van Khanh, N., and Hanzen, Ch. 2017. Study on reproductive performance of Holstein x Lai Sind crossbred dairy heifers and cows at smallholdings in Ho Chi Minh City, Vietnam. Trop Anim Health Prod, 49(3):483-489. DOI 10.1007/s11250-016-1217-0. Ogan, M., 2000. The reproductive traits of brown cow and effects of some environmental factors upon them. J. Fac.Vet. Med.Univ. Uludag, 19 (3): 7-18.

414. Norman, HD., Wright, JR., Hubbard, SM., Miller, RH., and Hutchison, JL. 2009. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. Journal Dairy Sci.; 92, 3517–3528.

415. NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle.7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.408 p.

416. NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants, Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids.National Academy Press, Washington, DC.

417. Nyamushamba, G.B., Dhliwayo, M. M. Chimonyo, B., Tavirimirwa and N.Y.D. Banana. 2013. Non-genetic factors affecting milk yield and composition of Holstein-Friesian cows nested within natural ecological regions of Zimbabwe. Scientific Journal of Animal Science. 2 (5): 102-108.

418. Odde, KG., 1990. A review of synchronization of estrus in postpartum cattle. J. Anim. Sci 68, 817-830.

419. Okeyo, A.M., and Mosi, R.O. 2001. Lactation Characteristics of Dutch Friesian Cows Under Semi-Arid Conditions in Kenya : 305 day corrected milk yield and lactation length. The Kenya Vet., 21: 37-42.

420. Olori, V.E. and Galesloot, P.J.B., 1999.Projection of records in progress and calculation of 305-day yields for dairy cattle in the Republic of Ireland.A Report of the Animal Evaluation Project Number 01. Prepared for the Irish Cattle Breeding Federation (ICBF).

421. Ominski, KH., Kenneedy, AD., Wittenberg, KM., and MoshtaghiNia, SA. 2002. Physiological and Production Responses to Feeding Schedule in Lactating Dairy Cows Exposed to Short-Term, Moderate Heat Stress. J. DairySci. 85: 730–737.

422. Opsomer, G., Gröhn, YT., Hertl, JA., Coryn, M., Deluyke, HA., and De Kruif, A. 2000. Risk factors for postpartum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. Theriogenology, 53:841-857.

423. Opsomer, G., Coryn, M., Deluyker, H., de Kruif, A., 1998. An analysis of ovarian dysfunction in high yielding dairy cows after calving based on progesterone profiles. Reprod. Domest. Anim. 33, 193–204.

424. Organisme de sélection de la race Montbéliarde (OS) 2008. The Montbeliard breed. INRA, research station of Villers Bocage. 1-4.

425. Orihuela, A. 2000. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: A review. Appl. Anim. Behav. Sci. 70:1–16. https:// doi .org/ 10 .1016/ s0168 - 1591(00)00139 -8.

426. Ouakli , K., et Yakhlef, Y. 2003. Performances et modalités de production laitière dans la Mitidja. 4ème Jour de Rech sur les ProdAnim, TiziOuzou, 7-9 Décembre (2003), 34–42, 161p.

427. Ouarfli, L., et Chehma, A. 2018. Effet des régimes alimentaires sur les potentialités laitières des bovins laitiers modernes en régions sahariennes: cas de la région de Ghardaia. Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. 6 (3): 323-329.

428. Ouarfli, L., et Chehma, A. 2014. Impact de la nature du régime, des quantités d'eau bues et des conditions climatiques (température) sur les performances des vaches laitières dans la région de Ghardaïa. Revue des BioRessources Vol 4 N° 1 Juin 2014.

429. Ouarfli, L., et Chehma, A. 2011. Etude critique de la Pratique de l'alimentation des bovins laitiers dans la région d'Ouargla.13-18 Revue des BioRessources, Vol 1 N 2 Décembre 2011.

430. Ozcelik, M., and Arpacik, R. 1996. The effect of season on reproductive traits of Holstein cows in central Anatolia. Lalahan Hayvancilik Arastirma Enctitusu Dergisi, 36(2): 18-41.

431. Ozhan, M., Tuzemen, N., and Yeane, M., 2001. BuyakbashayvanyetistimeUecancubaski.Ataturld Universities ZerratFalkulties of set TesosoErizim.

432. Paccard, P., Capitain, M., et Farruggia, A. 2003. Autonomie alimentaire des élevages bovines laitiers. Rencontres Recherches Ruminants, 10, (2003), pp 89-93. http://217.167.235.86/html28/IMG/pdf/systemes_05_Paccard.pdf.

433. Padilla, L., Matsui, T., Kamiya, Y., Kamiya, M., Tanaka, M., Yano, H., 2006. Heat stress decreases plasma vitamin C concentration in lactating cows. Livest. Sci. 101: 300– 304.

434. Patel, B., Kumar, N., Jain, V., Ajithakumar, H.M., Kumar, S., Raheja, N., Lathwal, SS., Datt C. and Singh. SV. 2017. Zinc Supplementation Improves Reproductive Performance Of Karan-Fries Cattle. I. J. Ani. Repro. 38 (1): 20-22.

435. Patton J., Kenny D.A., Mee J. F., O'mara F. P., Wathes D. C., Cook M., Murphy J. J., 2006. Effect of milking frequency and diet on milk production, energy balance, and reproduction in dairy cows. J. Dairy Sci, 89, 1478–1487.

436. Paula-Lopes, FF., and Hansen, PJ. 2002b. Apoptosis is an adaptive response in bovine pre-implantation embryos that facilitates survival after heat shock. BiochemBiophys Res Commun 295:37–42.

437. Pereira, M.H.C., Rodrigues, A.D.P.T. Martins, W.V.C., Oliveira, P.S.A. Silveira, M.C., Wiltbank, and Vasconcelos, J.L.M. 2013. Timed artificial insemination programs during the summer in lactating dairy cows: Comparison of the 5-d Cosynch protocol with an estrogen/progesterone-based protocol. J. Dairy Sci. 96:6904–6914. https:// doi .org/ 10 .3168/ jds .2012 -6260.

438. Petersson, K.J., Strandberg, E., Gustafsson, H., and Berglund, B. 2006. Environmental effects on progesterone profile measures of dairy cow fertility. Anim. Reprod. Sci., 91, 201-214.

439. Petitclerc, D., Kineman, R., Zinn, S., and Tucker, H. 1985. Mammary growth response of Holstein heifers to photoperiod. Journal of Dairy Science 68, 86–90.

440. Peyraud, J.L., et Delaby, L. 2005. Combiner la gestion optimale du pâturage et les performances des vaches laitière : enjeux et outils. INRA Prod. Anim., 18 (4):231-240.

441. Peyraud, J.L., Apper-Bossard, E. 2006. L'acidose latente chez la vache laitière, INRA Prod. Anim., 19, 79-92 http://www.inra.fr/productionsanimales/tap2006/peyraud262.pdf.

442. Pilatti, J., Vieira, F., Rankrape, F., Vismara E. 2018. Diurnal behaviors and herd characteristics of dairy cows housed in a compost-bedded pack barn system under hot and humid conditions. Animal, 1–8. doi: 10.1017/S1751731118001088.

443. Pinedo, P., De Vries, A., and Webb, D. 2010. Dynamics of culling risk with disposal codes reported by Dairy Herd Improvement dairy herds. Journal of Dairy Science 93, 2250-2261.

444. Piton, I., 2004. Canicule et reproduction chez la vache laitière. Résultats à partir d'une enquête dans des élevages du Rhône. Thèse de doctorat vétérinaire, école nationale vétérinaire de Lyon, 220 p.

445. Pitt, R., Van Kessel, J., Fox, D., Pell, A. Barry, M., and Van Soest, P. 1996. Prediction of ruminal volatile fatty acids and pH within the net carbohydrate and protein system. J. Anim. Sci. 74:226-244.

446. Pryce, J., Harris, B., Bryant, J., Montgomerie, W., Klopčič, M., Reents, R., Philipsson, J., and Kuipers, A. 2009. Do robust dairy cows already exist? In Breeding for robustness in cattle (eds. M Klopčič, R Reents, J Philipsson and A Kuipers), pp. 99-112, Wageningen Academics, Wageningen, The Netherlands.

447. Pryce, JE., Royal, MD., Garnsworthy, PC., and Mao, IL. 2004. Fertility in the high-producing dairy cow. Livest. Prod. Sci.; 86, 125–135.

448. Pursley, J.R., Kosorok, M.R., Wiltbank, M.C. 1997a. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. J. Dairy Sci., 80, 301-306.

449. Pursley, J.R., Mee, M.O., Wiltbank, M.C. 1995. Synchronisation of ovulation in dairy cows using PGF2alpha and GnRH. Theriogenology, 44, 915-923.

450. Pursley, J.R., Wiltbank, M.C., Stevenson, J.S., Ottobre, J.S., Garverick, H.A., and Anderson, L.L. 1997b. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. J. Dairy Sci.80:295–300.

451. Pursley, J.R., Mee, M.O. and Wiltbank, M.C. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2α and GnRH. Theriogenology 44:915–923.

452. Putney, DJ., Mullins, S., Thatcher, WW., Drost, M., Gross, TS., 1989. Embryonic development in super-ovulated dairy cattle exposed to elevated temperatures between the onset of estrus and insemination. Anim Reprod Sci.;19:37–51.

453. Raunet, G., 2010. Analyse des résultats de reproduction d'élevage bovin laitier de Haute-Normandie, suivis par la méthode Ecoplaning de 1988 à 2007. Thèse d'exercice, Médecine Vétérinaire, Toulouze 3, 2010, 102 p.

454. Ravagnolo, O., and Misztal, I. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. J Dairy Sci. 83: 2126-2130.

455. Ravagnolo, O., Misztal, I., and Hoogenboom, G. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. J. Dairy Sci., 83:2120- 2125.

456. Ravagnolo, O., and I. Misztal. 2002a. Studies on genetics of heat tolerance in dairy cattle with reduced weather information via cluster analysis. J. Dairy Sci. 85:1586–1589.

457. Ravagnolo, O., and I. Misztal. 2002b. Effect of heat stress on non-return rate in Holsteins: Fixed-model analysis. J. Dairy Sci. 85:3101–3106.

458. Ray, D.E., Halbach, T.J., and Armstrong, D.V. 1992. Season and lactation number effects on milk production and reproduction of dairy cattle in Arizona. J. Dairy Sci., 75: 2976-2983.

459. Razzaque, M.A., Scharp, D., Bedair, M.T., Al-Mutawa, A., Al-Muhanna, S., Abbas, A., Shalabi, E., Elsawy, A., Al-Awadhi, F., Mulla and El-Sanousi, A. 2001. Field andlaboratory investigation of calf mortality in Kuwait and its economic impact on dairy production. KuwaitInstitute for Scientific Research, Report No.KISR6004, Kuwait.

460. Rege, J.E.O., 1998. Utilization of exotic germplasm for milk production in the tropics. Proceeding of the 6th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Armidale, NSW, Australia, 25: 193-200.

461. Rejeb, M., Najar, T., Ben M'rad, M. 2012. The effect of heat stress on dairy cows performance and animal behaviour. International Journal of Plant Animal and Environnemental sciences. 3:29-34.

462. Rejeb, M., Sadraoui, R., Najar, T., and M'rad, M.B. 2016. A Complex Interrelationship between Rectal Temperature and Dairy Cows' Performance under Heat Stress Conditions. Open Journal of Animal Sciences, 5, 24-30. http://dx.doi.org/10.4236/ojas.2016.61004.

463. Rejeb-Bellil, M. 2014. Etude de la physiologie, du comportement alimentaire et des performances des vaches à faible et à forte production laitière dans les conditions du stress thermique. PhD Thesis.INAT, Tunis.162 p.

464. Remond, B., et Vermorel, M. 1982. Actions du climat sur l'animal au pâturage. Theix, 31 mars - 1er avril 1982.Ed. INRA Publ.724 p.

465. Remond, R., Pomies, D., Julien, C., Guinard-Flament, J. 2009. Performance of dairy cows milked twice daily at contrasting intervals. Animal 2009; 3: 1463-1471.

466. Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J., and Collier. R. 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. Animal 6(5):707-728.

467. Renaudeau, D., A. Collin, S. Yahav, V. de Basilio, Gourdine, J-L., and Collier, R. J. 2011. Adaptation to tropical climate and research strategies to alleviate heat stress in livestock production. Animal 6:707–728. doi:10.1017/S1751731111002448.

468. Rety, D., 1994. Relations entre la fertilité et la production laitière dans les troupeaux de vaches Holstein en Loire-Atlantique. Thèse de Doctorat Vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Nantes, 118 p.

469. Réviere, R. 1991. Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Institut d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux. Collection manuels et précis d'élevage, 3éme trimestre. 1991.

470. Reynolds, C., Crompton, L., and Mills, J. 2010. Livestock and climate change impacts in the developing world. Outlook Agr. 39, 245-248.

471. Rhoads, M.L., Rhoads, RP., Baale MJ, Collier, RJ., Sanders, SR., Weber, WJ., Croocker, BA., and Baumgard, LH. 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. J. Dairy Sci. 92(5): 1986-1997.

472. Rhoads, RP., La Noce, AJ., Wheelock, JB., and Baumgard, LH. 2011. Alterations in expression of gluconeogenic genes during heat stress and exogenous bovine somatotropin administration. J. Dairy Sci. 94: 1917-1921.

473. Rhodes, F.M., Mcdougall, S., Burke, C.R., Verkerk, G.A. and Mac Millan, K.L. 2003. Invited review: Treatment of cows with an extended postpartum anestrous interval. J. Dairy Sci. 86: 1876-1894.

474. Ribeiro, E.S., Lima, F.S., Greco, L.F, Bisinotto, R.S., Monteiro, A.P., Favoreto, M., Ayres, H., Marsola, R.S., Martinez, N., Thatcher, W.W., Santos, J.E.P. 2013. Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. Journal of Dairy Science. 96, 5682–5697.

475. Rico-Gomez, M., and Faverdin, P. 2001. La nutrition protéique modifie l'ingestion des vaches laitières : analyse bibliogra- phique. Renc. Rech. Ruminants, 8 : 285-288. RNED. 1984, Paris (France). 31 p.

476. Ríos-Utrera, Á., R.C. Calderón-Robles, J.R. Galavíz-Rodríguez, V.E. Vega-Murillo and Lagunes-Lagunes, J. 2013. Effects of breed, calving season and parity on milk yield, body weight and efficiency of dairy cows under subtropical conditions. Int. J. Anim. Vet. Adv. 5 (6): 226-232.

477. Rius, A., and Dahl, G. 2006. Exposure to long-day photoperiod prepubertally may increase milk yield in first-lactation cows. Journal of Dairy Science 89, 2080–2083.

478. Rivington, M., Matthews, KB., Buchan, K., Miller, D., Russell, G. 2009. Investigating climate change impacts and adaptation options using integrated assessment methods. Aspect ApplBiol 93:85–92.

479. Robertshaw, D. 2006.Regulação da temperatura e o ambientetérmico, In: Reece W (ed.), Fisiologia dos animaisdomésticos, pp. 897–908. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

480. Roelofs, J., Lopez-Gatius, F., Hunter, R.H.F., van Eerdenburg, F.J.C.M., Hanzen, C. 2010. When is a cow in estrus? Clinical and practical aspects. Theriogenology 74, 327–344.

481. Rosegrant, M.W., Fernandez, M., Sinha, A., 2009. Looking into the future for agriculture and AKST, in: International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD), McIntyre, B.D., Herren, H.R., Wakhungu, J., Watson, R.T. (Eds.), Agriculture at a crossroads, Island Press, Washington, DC, pp. 307-376.

482. ROSEN, S. 2003. Heat Stress Management in Israel, Extention service, Ministry of Agriculture [http://www. israeldairy.com/info/dairy-farming/heat-stress-management].

483. Roth, Z., Arav, A., Bo, A., Zeron, Y., Braw-Tal, R., and Wolfenson, D. 2001a. Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. Reproduction 122:737–744.

484. Roth, Z., 2008. Heat stress, the follicle, and its enclosed oocyte: mechanisms and potential strategies to improve fertility in dairy cows. Reprod. Domest. Anim. 43 (Suppl. 2), 238–244.

485. Roth, Z., Arav, A., Bor, A., Zeron, Y., Braw-Tal, R., Wolfenson, D. 2001b. Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from previously heat-stressed cows. Reproduction 122, 737–744.

486. Royal, M.D., Darwash, A.O., Flint, A.P.F, Webb, R., Wooliams, J.A. and Lamming G.E., 2000. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. Anim Sci, 70: 487-501.

487. Rubin, B., Sabatte, N., Bousquet, D., Brunschwig, Ph., Perrot, C., Gaillard, B.et Mulliez, P., 2004 Autonomie alimentaire dans les élevages laitiers des Pays de la Loire : les solutions par territoire et l'intérêt de la filière, Renc. Rech. Ruminants, 11, pp 163-166. http://217.167.235.86/html28/IMG/pdf/2004_autonomie_02_Rubin.pdf.

488. Rübsamen, K., and Hales, JRS. 1985. Circulatory adjustment of heat-stressed livestock, in Stress physiology in livestocj.Basic principles, 1, edited by M.K. Yousef. Boca Raton, Florida: CRC Press: 143-154.

489. Rukkwamsuk, T. 2010. A field study on negative energy balance in peri-parturient dairy cows kept in small- hoder farms: Effect on milk production and reproduction. Afric. J. Agri. Res., 5, 3157-3163.

490. Rutledge, J. J., Monson, R. L. Northey, D. L., and Leibfried-Rutledge, M. L. 1999. Seasonality of cattle embryo production in a temperate region. Theriogenology; 51(Suppl.1):330. (Abstr.).

491. Sakatani, M., Yamanaka, K., Kobayashi, S., Takahashi, M. 2008. Heat shock-derived reactive oxygen species induce embryonic mortality in in vitro early stage bovine embryos. J ReprodDev 54:496–501.

492. Samir, H., Karen, A., Ashmawy, T., Abo-Ahmed, M., El-Sayeda, M., Watanabe, G., 2016. Monitoring of embryonic and fetal losses in different breeds of goats using real-time B-mode ultrasonography. Theriogenology, 85, 207–215.

493. Sandhu, Z.S., Tariq M.S., Balochand M.H., Qaimkhani M. A. 2011. Performance Analysis of Holstein-Friesian Cattle in Intensive Management at Dairy Farm Quetta, Balochistan, Pakistan. Pak. J. life. Soc. Sci., 9(2): 128-133.

494. Santana, M.L., Bignardi, A.B., Pereira, R.J., Menéndez-Buxadera, A., El Faro, L. 2016. Random regression models to account for the effect of genotype by environment interaction due to heat stress on the milk yield of Holstein cows under tropical conditions. J. Appl. Genet. 57, 119–127. https://doi.org/10.1007/s13353-015-0301-x.

495. Santos, JEP., Rutigliano, HM., Sa Filho, MF. 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. Anim Reprod Sci;110:207–21.

496. Sarder, MJU. 2006. A comparative study on reproductive performance of cross-bred dairy cows at Greater Rajshahi Distict. J. Anim. Vet. Adv., 5, 679-685.

497. Sartori, R., Rosa, GJ., and Wiltbank, MC. 2002a. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. J Dairy Sci; 85:2813-22.

498. Sartori, R., Bastos, M.R., and Wiltbank, M.C., 2010. Factors affecting fertilization and early embryo quality in single- and superovulated dairy cattle. Reprod. Fertil. Dev. 22, 151–158.

499. Sartori, R., Sartor-Bergfelt, Mertens, R. S. Guenther, A. J. N. Parrish, J. J. and Wiltbank, M.C. 2002b. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. J. Dairy Sci. 85:2803–2812.

500. Sattar, A.R., Mirza, H., Niazi, AAK., and Latif. M., 2005. Productive and reproductive performance of Holstein Friesian cows in Pakistan. Pakistan Vet. J., 25(2): 2005, 75-81.

501. Sauvant, D., Martin, O. 2010. Robustesse, rusticité, flexibilité, plasticité... les nouveaux critères de qualité des animaux et des systèmes d'élevage: définitions systémique et biologique des différents concepts. Productions animales 23, 5-9.

502. Sawa A., Krężel-Czopek S., and Bogucki, M. 2015. Dry period length as related to milk yield and SCC during the first month of subsequent lactation. Ann. Anim. Sci., 15: 155–163.

503. Scanavez, A., Rocha, L., Voelz, B., Hulbert, L. and Mendonca, L. 2016. Evaluation of Weather Information from On-Farm and Meteorological Stations to Assess Heat Stress in Dairy Cows in Southwest Kansas. Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports 2(9):2.

504. Scholtz, M., Furstenburg, D., Maiwashe, A., Makgahlela, M., Theron, H., and Van der Westhuizen, J. 2010. Environmental-genotype responses in livestock to global warming: A Southern African perspective. SAJAS. 40 (5): 408-413.

505. Scholtz, M.M., McManus, C., Okeyo, A.M., Theunissen, A. 2011. Opportunities for beef production in developing countries of the southern hemisphere. Livest. Sci. 142, 195–202. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.07.014.

506. Schüller, L., Burfeind, O. and Heuwieser, W. 2014. Impact of heat stress on conception rate of dairy cows in the moderate climate considering different temperature–humidity index thresholds, periods relative to breeding, and heat load indices.Theriogenology 81(8):1050-1057.

507. Schütz, K. E., N. R. Cox, and C. B. Tucker. 2014. A field study of the behavioral and physiological effects of varying amounts of shade for lactating cows at pasture. J. Dairy Sci. 97, 3599–3605.

508. Seegers, H., Beaudeau, F., Blosse, A., Ponsart, C., et Humblot, P. 2005. Performances de reproduction aux inséminations de rang 1 et 2 dans les troupeaux Prim'Holstein. In : XIIème Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants, INRA – IE, Paris, 141-144.

509. Segnalini, M., Bernabucci, U., Vitali, A., Nardone, A., and Lacetera, N. 2013.Temperature humidity index scenarios in the mediterranean basin. Int. J. Biometeorol., 57, 451–458.

510. Senoussi, A. 2008. Caractérisation de l'élevage bovin laitier dans le Sahara : Situation et perspectives de développement. In Colloque International « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 Avril 2008.

511. Senoussi, A., Haïli, L., Maïz, H A B. 2010. Situation de l'élevage bovin laitier dans la région de Guerrara (Sahara Septentrional Algérien). Livestock Research for Rural Development.Volume 22, http://www.lrrd.org/lrrd22/12/seno22220.htm.

512. Sevcik Dan, M., 1996. Nutritional issues relating to high yielding dairy cows under heat stress. Proceeding of the first annual meeting of animal production under arid conditions. Department of Animal Production Faculty of Agricultural Sciences, UAE University.

513. Sewalem, A., Miglior, F., Kistemaker, G., Sullivan, P., Van Doormaal, B., 2008. Relationship between reproduction traits and functional longevity in Canadian dairy cattle. Journal of Dairy Science 91, 1660-1668.

514. Shalit, O, Maltz, E., Silanikove, N., and Berman., A. 1991. Water, Na, K, and Cl metabolism of dairy cows at onset of lactation in hot weather. J. Dairy Sci. 74: 1874–1883.

515. Shamsuddin, M., and Aryal, M.P. 2009. Nutrition and Reproductive Management. In: Handbook of Dairy Nutrition Bangladesh, Robinson, P.H. and U. Krishnamoorthy (Eds.). ASA International Marketing, New York, pp: 208-215.

516. Sharma, A.K., Rodriguez L.A., Mekonnen, G., Wilcox, C.J., Bachman, K.C., Collier, R.J., 1983.Climatological and genetic effects on milk composition and yield. J. Dairy Sci. 66:119-126.

517. Shehab-El-Deen, MA., Leroy, JL., Fadel, MS., Saleh, SY., Maes, D., Van Soom, A. 2010. Biochemical changes in the follicular fluid of the dominant follicle of high producing dairy cows exposed to heat stress early post-partum. Anim Reprod Sci; 117: 189–200.

518. Shwartz, G.; Rhoads, M. L.; VanBaale, M. J.; Rhoads, R. P.; Baumgard, L. H., 2009: Effects of a supplemental yeast culture on heat-stressed lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science 92, 935–942.

519. Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. Livest Prod Sci 67:1–18.

520. Silanikove, N., Shamay, A., Shinder, D., Moran, A. 2000. Stress down-regulates milk yield in cows by plasmin induced beta-casein product that blocks K+ channels on the apical membranes. Life Sci 67:2201–2212.

521. Silanikove, N., Tagari, H., and Shkolnik, A. 1993. Comparison of rate of passage, fermentation rate and efficiency of digestion of high fiber diet in desert Bedouin goats compared to Swiss Saanen goats. Small Rumin Res. 12:45–60.

522. Silanikove, N. 1994. The struggle to maintain hydration and osmoregulation in animals experiencing severe dehydration and rapid rehydration: the story of ruminants. Exp. Physiol. 79(3):281-300.

523. Silper, B.F., Robles, I., Madureira, A.M.L., Burnett, T.A., Reis, M. M., de Passillé, A. M., Rushen, J., and Cerri, R.L.A. 2015. Automated and visual measurements of estrous behavior and their sources of variation in Holstein heifers. I: Walking activity and behavior frequency. Theriogenology 84:312–320. https:// doi .org/ 10 .1016/ j .theriogenology .2014 .12 .029.

524. Silva, CFES., Sartorelli, AC., Castilho, RA., Satrapa, R.Z., Puelker, EM., Razza, J., Ticianelli, S., Eduardo, HP., Loureiro, B., and Barros, CM. 2013. Effects of heat stress on development, quality and survival of bos indicus and bos taurus embryos produced in vitro. Theriogenology; 79:351-357.

525. Silva, HW., Wilcox, CJ., Thatcher, WW., Becker, RB., Morse, D. 1992. Factors Affecting Days Open, Gestation Length, and Calving Interval in Florida Dairy Cattle. J Dairy Sci, 75:288-293.

526. Silva, RG. 1999. Estimativa do balançot érmico porra dia ção em vacas Holandes as expostasa o sol e à sombra em ambiente tropical. Rev. Bras. Zootec., 6:1403-1411.

527. Silva, CF., Sartorelli, E.S., Castilho, A.C., Satrapa, R.A., Puelker, R.Z., Razza, E.M., Ticianelli, J.S., Eduardo, H.P., Loureiro, B., and Barros, C.M. 2013. Effects of heat stress on development, quality and survival of bosindicus and bostaurus embryos produced in vitro. Theriogenology 79:351-357.

528. Silva, R.G.D., Morais, Daef., and Guilhermino. M.M. 2007. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. RevistaBrasileira de Zootecnia 36(4):1192-1198.

529. Silva, R.G., Guilhermino, M.M., Morais, D.A.E.F. 2010. Thermal radiation absorbed by dairy cows in pasture. Int. J. Biometeorol. 54, 5–11.

530. Silva-Del-Río, N., Colloton, J.D., Fricke, P.M. 2009. Factors affecting pregnancy loss for single and twin pregnancies in a high-producing dairy herd. Theriogenology, 71, 1462–1471.

531. Silvia W.J. 2003. Addressing the decline in reproductive performance of lacting dairy cows : a researcher’s perspective. Veterinary Sci tomorrow.Vol 3:1-5.

532. Silvia, W.J. 1998. Changes in reproductive performance of Holstein dairy cows in Kentucky from 1972 to 1996, Journal of Dairy Science, 81, 244.

533. Smith, BI., Donovan, GA., Risco, C., Littell, R., Young, C., Stanker, LH., and Elliott, J. 1998 Comparison of various antibiotic treatments for cows diagnosed with toxic puerperal metritis. Journal of Dairy Science; 81: 1555–1562.

534. Smith, D.L., Smith, T., Rude, BJ., and Ward, S.H. 2013.Short communication: Comparison of the effects of heat stress on milk and component yields and somatic cell score in Holstein and Jersey cows. J. Dairy Sci.; 96:3028-3033.

535. Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R., and Van Amburgh, M. 2012. Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. Journal of Dairy Science; 95, 783–793.

536. Sonmez, M., Demirci, E., Turk, G.,Gur S. Effect of season on some fertility parameters of dairy and beef cows in Elazig province. Turk. J. Vet. Anim. Sci., 2005a, 29, 821 - 828.

537. Sørensen, A.C., Madsen, P., Sørensen, M., Berg, P. 2006. Udder health shows inbreeding depression in Danish Holsteins. Journal of Dairy Science; 89, 4077-4082.

538. Sorensen, M.T., Norgaard, J.V., Theil, P.K., Vestergaard, M. and Sejrsen. K. 2006. Cell turnover and activity in mammary tissue during lactation and the dry period in dairy cows. J. Dairy Sci. 89:4632–4639.

539. Soriani, N., Panella, G., Calamari, L. 2013. Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production.Journal Dairy Science 96, 5082–5094.

540. Soukehal, A., 2013. Communications sur la filière laitière. Colloque relatif à La sécurité alimentaire: quels programmes pour réduire la dépendance en céréales et lait ? Alger, 8 avril 2013.

541. Spain, JN., Spiers, D. 1998. Effect of fan cooling on thermoregulatory responses of lactating dairy cattle. In: Proceedings of the fourth international dairy housing conference. ASAE, St. Louis, pp 232–238.

542. Spiers, D.E., Spain J.N., Sampson, J.D. and Rhoads, R.P., 2004.Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. Journal of Thermal Biology 29: 759–764.

543. Sraïri M.T., Benyoucef M.T etKraiem K., 2013. The dairy chains in North Africa (Algeria,Morocco and Tunisia): from self-sufficiency option to food dependency? Springer Plus, 2:162(http://www.springerplus.com/content/2/1/162).

544. Starr, JR.1981. Climate and the need for housing. In: Clark JA (ed). Aspects of housing for animal production.Butterworths, London, pp 19–35.

545. Steffan, J., Humblot, P. 1985. Relations entre pathologies du post-partum, âge, état corporel, niveau de production laitière et paramètres de reproduction. In : Mieux connaitre, comprendre et maitriser la fécondité bovine. Espinasse J (Ed.). Société Francaise de Buiatrie, 67-90.

546. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., Haan, C. 2006. Livestock's long shadow: environmental issues and options. FAO, Rome.

547. Stelwagen, K. 2001. Effect of Milking Frequency on Mammary Functioning and Shape of the Lactation Curve. Journal of Dairy Science (84(E.Suppl.)):E204-E211.

548. Steri, R., StanislaoAtzori, A., Rotondo, F., Dimauro, C., Cannas, A., Macciotta, NPP., Pulina, G. 2010. Genetic, technical and economic aspects of lactation length in dairy cows. In: Proceedings of the World Buiatrics Congress, www.originalprocess.it/wbc2010/AbstractCD/pdf/528.pdf.

549. Stevenson, J.S.2004. Factors to improve reproductive management and getting cows pregnant. Pages 10-38 in Proc. Southeast Dairy Herd Mgmt. Conf., Macon, GA.

550. Stevenson, J.S. 2016. Synchronization and artificial insemination strategies in dairy herds. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. July 32 (2), 349–64.

551. Stevenson, J.S. and Call, E.P., 1983. Influence of early estrus, ovulation and insemination on fertility in post-partum Holstein cows. Theriogenology, 1983, 19: 367- 375.

552. St-Pierre, N., Cobanov, B., and Schnitkey, G. 2003. Economic losses from heat stress by US livestock industries. Journal of dairy science 86:E52-E77.

553. Sunil Kumar, B.V., Kumar, A., and Kataria, M., 2011. Effect of heat stress in tropical livestock and different strategies for its amelioration. J. Stress Physiol. Biochem., 7(1): 45- 54.

554. Sutton J.D. 1989. Altering Milk Composition by Feeding. Dairy Sci., 72, 2801-2814.

555. Tadesse, M., Thiengtham, J., Pinyopummin, A., and Prasanpanich, S. 2010. Productive and reproductive performance of Holstein Friesian dairy cows in Ethiopia. Livest. Res. Rur. Dev., 22, 34-51.

556. Talbi A, and El Madidi, S. 2018. The effect of some environmental factors on milk yield of the holstein cows raised in a semi-arid climate. International Journal of Agriculture and Environmental Research. Volume:04, Issue:03, 637- 652.

557. Talbi, A., and El Madidi, S. 2018. The effect of some environmental factors on milk yield of the holstein cows raised in a semi-arid climate. International Journal of Agriculture and Environmental Research. Volume:04, Issue:03, 637- 652.

558. Tao, S., and Dahl, G.E. 2013. Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. J. Dairy Sci., 96(7): 4079-4093.

559. Tao, S., Orellana, R., Weng, X., Marins, T., Dahl, G., and Bernard, J. 2018. Symposium review: The influences of heat stress on bovine mammary gland function. Journal of dairy science.

560. Taurik, E., and Suriyasataphorn, W. 2008. Survival analysis of the effect of season at calving, lactation number and breeding on days open in dairy cattle at Khon Khaen Province, Thailand. Indo. J. Anim. Vet. Sci., 13, 214-220.

561. Taylor, V.J., Cheng, Z., Pushpakumara, P.G., Beever, D.E., and Wathes, D.C. 2004. Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield. Vet. Rec., 155, (19), 583-588.

562. Teke, B., and Murat, H. 2013. Effect of Age at First Calving on Milk Yield and Lifetime in Turkish Holsteins. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 19 (No 5) 2013, 1126-1129.

563. Terqui, M., Chupín, D., Gauthier, O., Perez, N., Pelot, J., and Mauléon, P. 1982. Influence of management and nutrition on post-partum endocrine function and ovarian activity in cows. In Factors Influencing Fertility in the Post-Partum Cow, 384-408.Eds H. Karg& E. Schallenberger.MartinusNijhoff, The Hague, Netherlands.

564. Thatcher, W.W., Patterson, DJ., Moreira F., Pancardi, M., Jordan, ER., and Risco, CA. 2001. Current concepts for estrus synchronization and timed insemination. In American Association of Bovine Practitioner. AABP Ed., Vancouver; 95-105.

565. Thibier, M., and Wagner, HG. 2002. World statistics for artificial insemination Holstein bulls. Livest. Prod. Sci.; 74, 203-212.

566. Thorat, B.N., Thombre, B.M., and Shinde, A.T. 2016. Comparative studies on role of micro environmental factors on lactation length of Deoni cattle in their breeding areas department of animal husbandry and dairy science, VasantraoNaikMarathwadaKrishiVidyapeeth, Parbhani-431 402, India Indian J. Anim. Res., 51 (3).

567. Thornton, PK .2010. Livestock production: recent trends, future prospects. Philos Trans R Soc B BiolSci 365:2853–2867.

568. Thornton, P.K., van de Steeg, J., Notenbaert A., and Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: a review of what we know and what we need to know. Agric. Syst. 101:113–127. doi:10.1016/j.agsy.2009.05.002.

569. Thornton, P.K., Gerber, P.J., 2010. Climate change and the growth of the livestock sector in developing countries. Mitig. Adapt. Strateg.Glob.Change. 15, 169-184.

570. Tijani, A., Boussofa, Y., et Barbat, A. 2013. Performances de reproduction des vaches laitières en conditions d'élevage intensif au Maroc. Renc. Rech. Ruminants, 20.

571. Tillard E, Humblot P, Faye B, Lecomte P, Dohoo I, and Bocquier F, 2007a. Precalving factors affecting conception risk in Holstein dairy cows in tropical conditions, Theriogenology 68 (2007) 567–581.

572. Tillard E., Humblot P., Faye B., Lecomte P., Dohoo I., and Bocquier F., 2007b. Postcalving factors affecting conception risk in Holstein dairy cows in tropical and sub-tropical conditions, Theriogenology 69 (2008) 443–457.

573. Tisserand, JL. 1999. Evaluation of the Nutritive Value of Mediterranean Roughages. Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n°. 18; 87 p. CIHEAM-IAMZ. http://ressources.ciheam.org/util/search/detail_numero.php?mot=519&langue=fr.

574. Tsuruta, S., Misztal, I., and Lawlor, TJ. 2005. Changing Definition of Productive Life in US Holsteins: Effect on Genetic Correlations. J Dairy Sci 88, 1156-1165.

575. UBIFRANCE. 2014. Le marché de la filière viande en Algérie. Business France.50 pp.

576. Udo, H., and Cornelissen, T. 1998. Livestock in ressource-poor farming systems. Outlook on Agriculture 27:237-242.

577. Upadhyay, RC., Ashutosh, AK., Gupta, SK., Singh, SV., and Rani, N. 2009. Inventory of methane emission from livestock in India. In: Aggarwal PK (ed) Global climate change and Indian agriculture. ICAR, New Delhi, pp117–122.

578. Usman, T., Guo, G., Suhail, S.M., Ahmed, S., Qiaoxiang, L., Qureshi, M.S., and Wang, Y.2012. Performance traits study of Holstein Friesian cattle under subtropical conditions. J. Anim. Plant. Sci., 22(2): 92-95.

579. Utrera, Á.R., Robles, R.C.C., and Rodríguez, J.R.G. 2013. Effects of breed, calving season and parity on milk yield, body weight and efficiency of dairy cows under Subtropical Conditions. Int. J. Anim . Vet. Adv., 5(6): 226-232.

580. Vale, W.G., 2007. Effects of environment on buffalo reproduction. Ital. J. Anim. Sci. 6(2): 130-142.

581. Vallet, A., Berny, F., Pimpaud, J., Lavest, E. and Lagrive, L., 1997. Facteurs d'élevage associés à l'infécondité des troupeaux laitiers dans les Ardennes. Bulletin GTV; n°537: 23-36.

582. Van Tassell, C.P., Jones, L.R., and Eicker, SW.1995. Production evaluation techniques based on lactation curves. Journal of Dairy Science 78: 457-465: http://aipl.arsusda.gov/publish/jds/1995/78_457.pdf .

583. Van Werven, T., Schukken, Y.H., Lloyd, J.W., Brand, A., Heeringa, H.T. and Shea, M., 1992. The effect of duration of retained placenta on reproduction, milk production, postpartum disease and culling rate. Theriogenology, 37: 1191-1203.

584. VanRaden, P.M. 2005. An Example from the Dairy Industry: The Net Merit Index. In: Proceedings of the Beef Improvement Federation's 37th Annual Research Symposium and Annual Meeting, July 6-9, 2005, Billings, Montana, USA, 96-100.

585. VanRaden, P.M., Dematawewa, C.M.B., Pearson, RE., Tooker, M.E. 2006. Productive Life Including All Lactations and Longer Lactations with Diminishing Credits. J Dairy Sci 89, 3213-3220

586. VanRaden, P.M., and Wiggans. G.R. 1995. Productive life evaluations: calculation, accuracy, and economic value. J. Dairy Sci. 78(3):631-638.

587. VanRaden, P.M., Wiggans, G.R., and Van Tassell, C.P. 1999. Changes in USDA-DHIA genetic evaluations. Res. Rep. No. CH13 (2–99). U.S. Dept. of Agric. Anim. Improv. Programs:p. 1-4.

588. Vargas, B., Koops, WJ., Herrero, M., Van Arendonk, J.A.M. 2000. Modeling extended lactations of dairy cows. J Dairy Sci 83, 1371-1380.

589. Vasconcelos, J.L.M, SáFilho, O.G., Justolin, P.L.T., Morelli, P., Aragon, FL., Veras, M.B., and Soriano, S. 2011. Effects of postbreeding gonadotropin treatments on conception rates of lactating dairy cows subjected to timed artificial insemination or embryo transfer in a tropical environment. Journal of Dairy Science, 94, 1. 223-234.

590. Verrier, E., Le Mezec, P., Boichard, D., Mattalia, S., 2010. Evolution des objectifs et des méthodes de sélection des bovins laitiers. Bulletin de l'Académie vétérinaire de France 163, 73-81.

591. Walsh, R.B., Leblanc, S.J, Duffield, T.D., Kelton, D.F., Walton, J.S., Leslie, K.E. 2007. Synchronization of estrus and pregnancy risk in anestrous dairy cows after treatment with a progesterone-releasing intra-vaginal device. J Dairy Sci, 90:1139-1148.

592. Walsh, SW., Williams, E.J., Evans, A.C.O. 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. Animal Reproduction Science; 123 ; 127–138. doi:10.1016/j.anireprosci.2010.12.001.

593. Walsh, S., Williams, E., Evans, A., 2011. A review of the causes of poor fertility in high milk producing dairy cows. Animal reproduction science 123, 127-138.

594. Walters, AH., Bailey, TL., Pearson, RE., Gwazdauskas, F.C. 2002. Parity-related changes in bovine follicle and oocyte populations, oocyte quality, and hormones to 90 days postpartum. J Dairy Sci, 85:824-832.

595. Wang, X., Bjerg, B.S., Choi, C.Y., Zong, C., Zhang, G., 2018a. A review and quantitative assessment of cattle-related thermal indices. J. Therm. Biol. 77, 24–37. https://doi. org/10.1016/J.JTHERBIO.2018.08.005.

596. Washburn, S.P., Silvia, W.J., Brown, C.H., McDaniel, B.T. and McAllister, A.J., 2002. Trends in reproductive performance in Southeastern Holstein and Jersey DHI herds, Journal of Dairy Science, 85, 244–251.

597. Wathes, D.C., Cheng, Z., Bourne, N., Taylor, V. J., Coffey, M.P. and Brotherstone. S. 2007. Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period. Domest. Anim. Endocrinol. 33:203–225.

598. Wattiaux, M.A., 1996. Technical Dairy Guide: Reproduction and Genetic Selection. 2nd ed. Publication: TDG-RG-072895-E. The Babcock Institute for International Dairy Research and Development, University of Wisconsin, Madison,WI, USA.

599. Weber, C., Hametner, C., Tuchscherer, A., Losand, B., Kanitz, E., Otten, W., Singh, S.P., Bruckmaier, R.M., Becker, F.,Kanitz,W., and Hammon, H.M. 2013. Variation in fat mobilization during early lactation differently affects feed intake, body condition, and lipid and glucose metabolism in high-yielding dairy cows. Journal of Dairy Science, 96, 165–180.

600. Weeler. B, (1998). Guide d'alimentation des vaches laitières. Ministère de l'agriculture de 1'alimentation et des affaires rurales. Government de l'Ontarion.Agdex 401/50 commande0 101F.

601. Weniger, J.H, and Stein. M. 1992. Einfluss von ungebungstemperatur und luftfeuchte auf die nahrstoffverdaulichkeitbeimSchaf. 1. Problemstellung, durchfuhrung der untersuchungen, verdaulichkeit. Zuchtungskunde. 64:148–155.

602. Wenz, J.R., Moore, D.A., and Kasimanickam, R. 2011. Factors associated with the rectal temperature of Holstein dairy cows during the first 10 days in milk. Journal of Dairy Science 94 1864–1872.

603. West, J.W. 1999. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. J. Anim. Sci. 77 (Suppl. 2), 21–35.

604. West, JW., Ely, LO., and Martin, SA. 1994. Wet brewer’s grains for lactating dairy cows during hot, humid weather. J. Dairy Sci., 77 (1): 196-204.

605. West, J. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. Journal of dairy science 86(6):2131-2144.

606. West, J.W., Mullinix, B.G., and Bernard, J. K. 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake and milk yield in lactating dairy cows. J. DairySci. 86:232–242.

607. Wheeler B., 1996. Guide d’alimentaire des vaches laitières. Fiche technique originale, n° 54, ministère d’agriculture et affaires rurales (canada), 12p.

608. Wheelock, J.B., Rhoads, R.P., VanBaale,M.J., Sanders, S.R., Baumgard, L.H., 2010. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. Journal of Dairy Science 93, 644–655.

609. Wheelock, JB., Sanders, SR., O'Brien, M.D., Moore, C.E., Green, H.B., Waldron, M.R., Rhoads, R.P., and Baumgard, LH. 2009. Effects of heat stress on monensin on production and metabolism in lactating Holstein cows. J Dairy Sci. 92.E-Suppl. 1:333.

610. White, L.A., Newman, M.C., Cromwell, GL., Lindemann, M.D. 2002. Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. J. Anim. Sci., 80 (10): 2619-2628.

611. White, F.J., Wettemann, R.P., Looper, M.L. Prado, T.M. and Morgan, G.L. 2002. Seasonal effects on estrous behavior and time of ovulation in non-lactating beef cows. J. Anim. Sci. 80:3053–3059.

612. Whittier, J.C., 1993. Hot weather livestock stress. Univ. Missouri. Ext. Bull G2099. Mt. Vernon.

613. Wicks, H., and Leaver, J. 2006. Influence of genetic merit and environment on somatic cell counts of Holstein–Friesian cows. The Veterinary Journal. 172 (1): 52-57.

614. Wilson, S. J., Marion, R.S, Spain, J.N., Spiers, D.E., Keisler, D.H., and Lucy, M.C. 1998. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 1. Lactating cows. J. Dairy Sci. 81:2124-2131.

615. Wiltbank, M., Lopez, H., Sartori, R. Sangsritavong, S. and Gümen, A. 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. Theriogenology 65(1):17-29.

616. Windig, J.J., Calus, M.P., and Veerkamp, R.F. 2005. Influence of herd environment on health and fertility and their relationship with milk production. J. Dairy Sci. 2005; 88:335–347.

617. Wolfenson, D., Roth, Z., Meidan, R .2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. AnimReprodSci 60–61:535–547.

618. Wolfenson, D. 2009. Impact of Heat Stress on Production and Fertility of Dairy Cattle. Proceedings of the Tri-State Dairy Nutrition Conference, pp. 55-59, Fort Wayne, Indiana, USA, April 21 - 22, 2009.

619. Wondifraw, Z., Thombre, B., and Bainwad, D. 2013. Effect of non-genetic factors on milk production of Holstein Friesian× Deoni crossbred cows. Int. J. Livest. Prod. 4 (7): 106- 112.

620. Worker, N., Malik, R., Razzaque, M.A., Al-Taqi, M., Al-Khozam, N., and Al-Abdulla, T. 1995. Appendix IV.Volume 1. Animal Production. Master Plan for Development of Kuwait's Agricultural Sector (1995-2015).The dairy cattle industry: A review of theproduction constraints and proposals for resolvingsome of them. Kuwait Institute for ScientificResearch, Report No.KISR4615, Kuwait.

621. Wu, J.J., Wathes, D.C., Brickell, J.S., Yang, L.G., Cheng, Z., Zhao, H.Q., Xu, Y.J.,Zhang S.J. 2012, Reproductive performance and survival of Chinese Holstein dairy cows in central China. Anim. Prod. Sci., 52, 11-19.

622. Yalew, B., Lobago, F., Goshu, G. 2011. Calf survival and reproductive performance of Holstein-Friesian cows in central Ethiopia. Trop. Anim. Health Prod., 43, 359-365.

623. Yamamoto, S., McLean, J.A., and Downie A. J. 1979. Estimation of heat production from heart rate measurement in cattle. Br. J. Nutr. 42:507-513.

624. Yano, M., Shimadzu, H., and Endo, T. 2014. Modelling temperature effects on milk production: a study on Holstein cows at a Japanese farm. SpringerPlus 2014, 3:129.

625. Yasothai, R., 2014. Effect of climate on nutrient intake and metabolism and countering heat stress by nutritional manipulation.International Journal of Science, Environment and Technology. 3 (5):1685 – 1690.

626. Yazgan, K., Cedden, F., Daştanbek, C. 2013. Effects of air temperature and humidity on average daily gain in feedlot cattle of different genotypes. Arch. Tierz., 56: 28–41.

627. Yousef, M.K., 1985. In: Basic Principles. Stress Physiology in Livestock, Vol 1 CRC Press, Boca Raton, FL.

628. Yusuf, M., Nakao, T., Ranasinghe, R.B., Gautam, G., Long, S.T., Yoshida, C., Koike, K., Hayashi, A. 2010. Reproductive performance of repeat breeders in dairy herds. Theriogenology, 73, 1220-1229.

629. Zeron, Y., Ocheretny, A., Kedar, O., Borochov, A., Sklan, D., Arav, A. 2001.Seasonal changes in bovine fertility: relation to developmental competence of oocytes, membrane properties and fatty acid composition of follicles. Reprod; 121:447–54.

630. Zewdu, W., Thombre , B.M., and Bainwad, D.V. 2014.Effect of Microclimatic Factors on Milk Production and Reproductive Efficiency of Holstein Friesian x Deoni Crossbred cows.Animal Biology 8(4), 51-60.

631. Zhao, X., R. Li, J. Huang, J. Li, M. Hou and J. Zhong. (2012). Association of some physiological factors and milk performance in Chinese holstein. Asian J. Anim. Vet. Adv. 7 (12): 1856- 1868.

632. Zimbelman, R.B., Rhoads, R.P., Rhoads, M.L., Duff, G.C., Baumgard, L.H., and Collier, R.J. 2009. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows, Proc. 24th Ann. SW Nutr. Mgmt. Conf., 158 – 158.

PUBLICATIONS

La liste des publications scientifiques dans des revues renommées :

1. **Lazoumi OUARFLI**, Abdelmadjid CHEHMA : Effet des régimes alimentaires sur les potentialités laitières des bovins laitiers modernes en régions sahariennes : cas de région Ghardaïa. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*. Vol. 6, No 3 (2018). http://www.actes.vulgarisation.net/index.php/Actes_IAVH2/article/view /587
2. **OUARFLI L** et CHEHMA A**.** Effet des variations climatiques sahariennes sur le rendement laitier des vaches laitières dans le Sahara septentrional algérien. *Revue des Bio Ressources.* Vol 8 N° 1. 2018 : 100-110. https://revues.univ-ouargla.dz/images/banners/ASTimages/Bioresoursesimages/BIOV8N1/B080109.pdf
3. **Ouarfli, L.**, Chehma, A.: Temperature-humidity index and success of artificial insemination of Holstein and Montbéliarde cows in the Saharan region. *Livestock Research for Rural Development. Volume 30, Article #180.* Retrieved October, 2018, from http://www.lrrd.org/lrrd30/10/ouarf30180.html
4. **Ouarfli L** et Chehma A 2018**:** Effects of thermal stress on milk production of the European breeds Holstein and Montbéliarde in a saharian zone. *Livestock Research for Rural Development. Volume 30, Article #211.* Retrieved December, 2018, from http://www.lrrd.org/lrrd30/12/ouarf30211.html.

ANNEXES

Annexe N° 01 :

Questionnaire et guide d'enquête pour l'élevage bovin laitier :

Date de réalisation de l'enquête : …../……. /……..

Nom de l'éleveur :

Localisation de l'exploitation (daïra et commune) :

I. Volet social

1-statut juridique de l'exploitation agricole : propriétaire ☐ Locataire ☐

2- caractéristiques de l'exploitant :

- Age :
- Niveau d'instruction : Aucun ☐ Primaire ☐ Moyen ☐ Secondaire ☐ universitaire ☐
- Formation agricole : Oui ☐ Non ☐
- Si oui : nature de formation : Stages ☐ Technicien ☐ Ingénieur ☐
- Depuis quand exercez vous ce métier ?
- Adhésion à l'association des éleveurs bovins de la wilaya : Oui ☐ Non ☐
- Si oui, date D'adhésion :
- Quels sont les avantages retenus entant que membre de cette association ?
- Adhésion au programme de réhabilitation de la filière lait : Oui ☐ Non ☐
- Adhésion au PNDA : Oui ☐ Non ☐
- Adhésion au FNRDA : Oui ☐ Non ☐

3- Nature de l'activité agricole : Principale ☐ Secondaire ☐

4-la force de travail : listes des personnes qui travaillent sur l'exploitation

	Nombre	Type de travaux	Age	Sexe	Niveau d'instruction
Familiale					
Salariée					
Saisonnier					

II- le volet technique

1.1. Structure de l'exploitation :

1.2. Foncier par hectare :

SAT	SAU	SAU en sec	SAU en irriguée	Surface fourragère

1.3. Bâtiment d'élevage :

Nombre d'étable	Type de stabulation	Dimensions (m^2)	Etat

1.3.1. Matériels et équipement :

Le matériel	Existence (×)
- Chariot à traire - Cuve de réfrigération - Bidons inox - Groupe électrogène - Humidificateur (pour refroidissement des animaux) - Autres	

1.4. Ressources en eau : Puits ☐ Oued ☐ Forage ☐ Autre ☐

Les principales cultures fourragères

Cultures		Superficies (ha)	Rendement (qx)/ha
Fourrages cultivés	Orge en vert		
	Luzerne		
	Maïs		
	Sorgho		
	Autres		

Utilisation fourrage : Pâturage : ☐ Affourragement ☐ Conservation ☐

- Quel est le mode de conservation ? Fanage ☐ Ensilage ☐ Aucune ☐

1.5 Production animale :

Type de production : Lait ☐ Viande ☐ Lait et viande ☐

Effectif actuel :

a. Bovin :

Effectif total : têtes.

Catégories	Vaches laitières	Génisses	Taurillons	vêles	veaux	Taureau
Effectif (N)						
Age (Mois)						

La composition raciale

Race	Type croisé	Holstein	Montbéliarde	Fleckveih	Brunes des alpes
Nombre de VL / exploitation					

Système d'élevage : Intensif ☐ semi-intensif ☐

b. Autres animaux :

Ovins	Caprins	Camelins	Aviculture	Apiculture

2.1.1 Ration alimentaire :

Catégories d'animaux	Saison	Ration de base	Quantité (kg)	Complément (type de concentré)	Quantité	Fréquence de distribution
Vaches laitières	Hiver					
	Printemps					
	Eté					
	Automne					
Autres catégories	Hiver					
	Printemps					
	Eté					
	Automne					

Origine de l'alimentation : Interne (exploitation) ☐ Externe (marché) ☐

Rationnement :

Est-ce que l'éleveur pratique le rationnement des vaches laitières ? Oui ☐ Non ☐

Si oui :

Catégories de VL	Ration de base	Ration complémentaire
En lactation		
Taries		
Gestantes		

2.1.2 Calendrier fourrager :

Aliment	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aou	Sep

2.1.3 Abreuvement :

Le volume total des bassins d'abreuvement (dimension) M^3 :

Fréquence de remplissage en hiver :

Fréquence de remplissage en été :

- Abreuvement automatique ☐ Collectif ☐
- Quels sont les problèmes liés à l'abreuvement ?

3. Hygiène et prophylaxie :

Etat de l'étable : Bonne ☐ Moyenne ☐ Médiocre ☐ Mauvaise ☐

Fréquence de nettoyage : fois/ jour

Eclairage : Oui ☐ Non ☐

Aération (ventilation) : Naturelle ☐ Mécanique ☐

Etat des animaux :

Nettoyage des animaux : Oui ☐ Non ☐

Maladies fréquentes : Mammites ☐ Zoonoses ☐

La présence de vétérinaire : Toujours ☐ Sur appel ☐ sur programmation ☐

Le traitement : Préventif ☐ Curatif ☐ Autres ☐

Vos animaux sont-ils vaccinés : Oui ☐ Non ☐

III. Le volet économique

La production animale :

Viande ☐ Lait ☐

La production de viande : Qx/an

Nombre de têtes vendues/an :

Prix si possible :

Période de vente :

Destination du produit : Abattoir ☐ Marché ☐ Autre ☐

La production laitière :

Précision de production laitière de l'exploitation : litres/jour

Production moyenne par vache : litre/jour

Destination de la production laitière : Transformation ☐ Commercialisation ☐

Autoconsommation ☐

Prix de vente de lait : DA/Litre

Mode de traite : Mécanique ☐ Manuelle ☐

Fréquence générale de traite : Fois/jour

Hygiène de traite (nettoyage) : Oui ☐ Non ☐

Quelle est la durée moyenne de la lactation ? Jours/an

La pratique de tarissement : Oui ☐ Non ☐

La réforme se base sur : Age ☐ Réduction ☐

Influence des contraintes climatiques sahariennes sur les potentialités laitières des vaches importées (Cas de la région de Ghardaïa)

Résumé :

Notre travail qui consiste à étudier l'effet du stress thermique sur les performances zootechniques des vaches laitières, dans les conditions climatiques sahariennes. Pour cela, des Holsteins (n=66) et des Montbéliardes (n=54) ont été suivis sur site, avec l'utilisation de l'indice de température-humidité (THI), sur 03 périodes, P1 (65,6±3,3), P2 (76,3±3,9) et P3 (82,9±3,7), ceci a engendré une baisse significative (P<0,001) de l'ingestion de matière sèche, de production de lait, taux butyreux et taux protéique, et d'une augmentation significative d'eau bue, température rectale, fréquence respiratoire et fréquence cardiaque. Alors que la Montbéliarde s'adapte mieux au milieu aride que la Holstein. De plus, des performances laitières relatives à des contrôles laitiers (n=18178), des vaches Holsteins nés localement (n=187),dont les THI > 72 durant 07 mois, qui ont eu un impact significatif (P<0,001) sur la production laitière journalière (21,73±7,81kg), de même les périodes de vêlage a conduit à une baisse significative (P < 0,001) du rendement laitier (7030,35kg), et la durée de lactation (353,43jours), en plus de l'effet significatif (P<0,001) de la période de naissance sur PLJ de la 1ére lactation (18,89±3,48kg), donc, la HO native en zones arides a des aptitudes d'acclimatation aux conditions climatiques sahariennes. L'analyse des données d'insémination artificielle (n= 2395) des VL (MO et HO) durant la période 2010-2016, dans des fermes laitières (n= 112), où les valeurs de THI sont élevées pendant l'été, dépassant 80 unités, et conduisant à une chute considérable du taux de réussite de la première insémination (< 50%), dont l'existence d'une différence significative (P<0,001) entre les saisons et les races, avec une supériorité de la MO sur la HO en matière de fertilité. En outre, on a procédé à l'analyse des IA (n= 2512) entre 1998 et 2016 des femelles HO nés localement (n=362), où chez les génisses les moyennes de l'intervalle naissance-1ère IA, de l'intervalle naissance-IA fécondante et de l'âge au 1er vêlage sont de 19,58, 20,56 29,77 mois, respectivement, qui sont significativement affectés par la période de naissance (P<0,001). De plus, les moyennes en jours, de période d'attente (IV-IA1) (80,65j), de jours ouverts (IV-IAF) (144,30j), de période de reproduction (63,65j) et l'IV-V (419,43j), dont la période de vêlage a affecté significativement (P<0,001) ces paramètres reproductifs excepté l'IV-IA1. En revanche, le rang de lactation a un effet significatif (P<0,001) que sur la PR et l'IV-V, alors que, l'année de vêlage n'affecte significativement aucun paramètre reproductif sauf la PR. Le taux de gestation (TG%) (38,72%), le taux de conception (TC%) (33,48%) et l'index de fertilité (IF) (1,96) sont significativement affecté (P<0,001) par le THI. En dernier lieu, la nécessité d'optimisation de la capacité thermorégulatrice du bovin, par l'aménagement des bâtiments d'élevage, l'ajustement de la ration alimentaire et la sélection sur la thermorésistante pour améliorer les performances zootechniques des vaches laitières.

Mots clés : **Stress thermique, Holsteins, Montbéliarde, Sahara septentrional, paramètre physiologique.**

Influence of Saharan climatic constraints on the dairy potential of imported cows (Case of the Ghardaïa region)

Summary :

Our work, which consists in studying the effect of heat stress on the zootechnical performance of dairy cows under Saharan climatic conditions. For this purpose, Holsteins (n=66) and Montbéliardes (n=54) were monitored on site, using the temperature-humidity index (THI), over 03 periods, P1 (65.6±3.3), P2 (76,3±3,9) and P3 (82,9±3,7), this resulted in a significant decrease (P<0,001) in dry matter intake, milk production, butter and protein levels, and a significant increase in drinking water, rectal temperature, respiratory rate and cardiac rate. While the Montbéliarde adapts better to the arid environment than Holstein. In addition, milk performance related to milk controls (n=18178), locally born Holstein cows (n=187), including THI> 72 for 07 months, which had a significant impact (P<0,001) on daily milk production (21,73±7,81kg), as well as calving periods led to a significant decrease (P <0,001) of the milk yield (7030,35kg), and the duration of lactation (353,43 days), in addition to the significant effect (P<0,001) of the birth period on DMP of the 1st lactation (18,89±3,48kg), therefore, the native HO in arid zones has acclimatization skills to Saharan climatic conditions. Analysis of artificial insemination data (n=2395) of DC (MO and HO) during the period 2010-2016, in dairy farms (n=112), where THI values are high during summer, exceeding 80 units, and leading to a considerable drop in the success rate of first insemination (<50%), including the existence of a significant difference (P<0.001) between seasons and breeds, with a superiority of MO over HO in terms of fertility. In addition, AI (n=2512) were analyzed between 1998 and 2016 for locally born HO females (n=362), where in heifers the averages of birth interval-1st AI, birth interval- fertile AI and age at first calving are 19,58, 20,56 29,77 months, respectively, which are significantly affected by the birth period (P<0,001). In addition, the averages in days, of waiting period (IC-AI1) (80,65 days), open days (IC-AIF) (144,30 days), breeding period (63,65 days) and IC-C (419,43 days), whose calving period significantly affected (P<0,001) these reproductive parameters except IC-AI1. On the other hand, lactation rank has a significant effect (P<0,001) only on RP and IC-C, while the calving year does not significantly affect any reproductive parameters except RP. The pregnancy rate (PR%) (38,72%), conception rate (CR%) (33,48%) and fertility index (FI) (1,96) are significantly affected (P<0,001) by THI. Finally, the need to optimize the thermoregulatory capacity of cattle, through the layout of livestock buildings, the adjustment of feed ration and selection on heat-resistant feed to improve the zootechnical performance of dairy cows.

Keywords: **Thermal stress, Holstein, Montbéliarde, Northern Sahara, physiological parameter.**

تاثير العوامل المناخية الصحراوية على الأداء الإنتاجي للابقار المستوردة (دراسة حالة منطقة غرداية)

الملخص:

يهدف عملنا من دراسة تأثير الإجهاد الحراري على الأداء الحيواني للأبقار الحلوب ، في ظل الظروف المناخية الصحراوية. لهذا ، تم رصد ابقار هولشتاين (ن = 66) ومونتبليارد (ن = 54) في الموقع المدروس ، مع استخدام مؤشر الرطوبة درجة الحرارة (THI) ، على 03 فترات ، ف1 (3.3 ± 65.6) ، ف 2 (3.9 ± 76.3) و ف 3 (3.7 ± 82.9) ، مما أدى إلى انخفاض كبير (P <0.001) في كمية المواد الجافة المستهلكة وإنتاج الحليب ومستويات البروتين والدهون وزيادة ملحوظة في كمية مياه الشرب ودرجة حرارة المستقيم ومعدل التنفس ومعدل ضربات القلب. في حين أن المونبيليارد تتكيف بشكل أفضل مع البيئة الجافة من الهولشتاين. بالإضافة إلى ذلك ، الاداء الانتاجي (ن = 18178) ، لأبقار الهولشتاين المولودة محليا (ن = 187) ، حيث قيمة THI> 72 لمدة 07 اشهر ، والتي كان لها تأثير كبيرP) (0.001> على الإنتاج اليومي للحليب (21.73 ± 7.81 كغ) ، وكذلك فصل الولادة إلى انخفاض كبير (P <0.001) في إنتاج الحليب (7030.35 كغ) ، ومدة دورة الحليب (353.43 يوم) ، بالإضافة إلى التأثير الكبير (P <0.001) لفصل الولادة, على الكمية المنتجة الخاصة بدورة الحليب الأولى (18.89 ± 3.48 كجم) ، وبالتالي ، فإن ابقار الهولشتاين المحلية في المناطق الجافة لديها قدرات التأقلم على الظروف المناخية الصحراوية. تحليل بيانات التلقيح الصناعي (n = 2395) للهولشتاين و مونتبليارد خلال الفترة 2010-2016 ، في 112 مزرعة حليب ، حيث تكون قيم THI مرتفعة خلال فصل الصيف ، تتجاوز 80 وحدة ، ويؤدي ذلك إلى انخفاض كبير في معدل نجاح التلقيح الأول (<50 ٪) ، بما في ذلك وجود فرق كبير (P <0.001) بين الفصول والسلالات ، مع تفوق مونتبليارد على هولشتاين في الخصوبة. بالإضافة إلى ذلك ، تم تحليل بيانات التلقيح الصناعي (ن = 2512) بين عامي 1998 و 2016 للإناث لإناث الهولشتاين المحلية (ن = 362) ، حيث كان في الفترات المتوسطة كان متوسط الفاصل الزمني للولادة و التلقيح الاول، الفاصل الزمني للولادة - التلقيح المخصب والعمر عند الولادة الأولى هي 19.58 ، 20.56 29.77 شهرًا ، على التوالي ، والتي تتأثر بشكل كبير فصل الولادة.(P<0.001) بالإضافة إلى ذلك، أيام فترة الانتظار80.65 يوم ، الأيام المفتوحة 144.30يوم ، الفترة التكاثرية 63.6 يوم و الفترة بين الولادات 419.43 يوم، حيث أثرت فترة الولادة بشكل كبير (P <0.001) على الإعدادات التناسلية باستثناء فترة الانتظار و من ناحية أخرى ، فإن دورات الحليب لها تأثير كبير (P <0.001) على الفترة التكاثرية و الفترة بين الولادات ، في حين أن سنة الولادة لا تؤثر بشكل كبير على أي اعدادات تناسلية باستثناء الفترة التكاثرية. تأثر بشكل كبير (P <0.001) معدل الحمل (38.72٪) ومعدل التلقيح (33.48٪) ومؤشر الخصوبة (1.96) و أخيرًا ، فان الحاجة إلى تحسين القدرة التأقلمية للأبقار ، من خلال تطوير مباني الماشية ، وتعديل العلائق الغذائية وانتقاؤها على مقاومة الحرارة لغرض تحسين الأداء الانتاجي و التناسلي للأبقار الحلوب.

الكلمات المفتاحية: **الإجهاد الحراري ، هولشتاين ، مونتبليارد، الصحراء الشمالية ، الوظائف الفسيولوجية.**