

EFFET DES VARIATIONS CLIMATIQUES SAHARIENNES SUR LE RENDEMENT LAITIER DES VACHES LAITIÈRES DANS LE SAHARA SEPTENTRIONAL ALGERIEN

OUARFLI L. ⁽¹⁾ et CHEHMA A. ⁽²⁾

^{1 et 2} Université Kasdi Merbah -Ouargla (Algérie), Laboratoire de Bio ressources sahariennes. Préservation et valorisation 30000 Ouargla, Algérie. E. mail : ouarfli.l@gmail.com

Résumé

L'étude a pour objectif d'identifier l'effet de l'intensité du climat saharien aride sur 32 vaches laitières de race « Holstein » en milieu de lactation dans la région de Ghardaïa (Sahara Septentrional), en utilisant l'index température-humidité (THI) sur 2 périodes de l'année, dont P1 (absence de stress thermique), et P2 (stress thermique sévère). A partir de données météorologiques enregistrées et les résultats obtenus, qui mettent en évidence l'existence d'une variation remarquable de valeurs de THI de $63,14 \pm 4,36$ en P1 et $(87,85 \pm 1,89)$ en P2, et qui se traduisent, par la suite, d'une baisse d'ingestion et de rendement laitier, d'un côté et, d'une augmentation de quantités d'eau bue et la température corporelle entre P1 et P2 de l'ordre de -3.03%, -20.24%, +57.57% et +2.95% respectivement d'un autre côté. Il existe une corrélation entre l'indice climatique et les paramètres étudiés dont, THI et matières sèches ingérées ($r = -0,94$), THI et eau bue ($r = 0,76$) et THI et température rectale ($r = 0,66$).

Mots- clés : Aride, Holstein, ingestion, performance, Sahara, THI.

EFFECT OF SAHARIAN CLIMATIC CHANGES ON MILK YIELD OF DAIRY COWS IN ALGERIAN NORTHERN SAHARA

Summary

The study aims to identify the effect of the intensity of the arid Saharan climate on 32 dairy cows of the Holstein breed in mid lactation in the region of Ghardaia (Northern Sahara), using the temperature- Humidity (THI) over 2 periods of the year, including P1 (absence of thermal stress), and P2 (severe thermal stress). On the basis of recorded meteorological data and the results obtained, which show the existence of a remarkable variation in THI values of 63.14 ± 4.36 at P1 and (87.85 ± 1.89) at P2, And which subsequently result in a drop in ingestion and milk yield on one side and an increase in the amounts of water drunk and the body temperature between P1 and P2 of the order of -3.03%, -20.24%, + 57.57% and + 2.95% respectively on the other hand. There is a correlation between the climatic index and the parameters studied of which THI and dry matter ingested ($r = -0.94$), THI and water intake ($r = 0.76$) and THI and rectal temperature ($r = 0, 66$).

Keywords: Arid, Holstein, Ingestion, Performance, Sahara, THI.

Introduction

Les facteurs climatiques, tels que la température ambiante, la radiation solaire, l'humidité relative, la vitesse de vent et leurs interactions, limitent généralement le rendement laitier des animaux d'élevage [1].

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 sécheresses drastiques. Cependant, le stress thermique reste une contrainte majeure pour le bien-être et la productivité animale en régions chaudes [2].

D'un autre côté, environ un tiers de la population bovine dans le monde se trouve

dans les zones arides. Elles sont soumises à des températures ambiantes élevées et exposées au rayonnement solaire pendant des périodes prolongées [3]

L'élevage bovin laitier dans la région de Ghardaïa (Sud Algérien) connaît, ces dernières années, un développement considérable, dont le cheptel est constitué en totalité de vaches laitières à haut potentiel génétique, importé de l'Europe. Il se trouve confronté aux aléas du climat saharien très rude, caractérisé notamment par de très fortes chaleurs, pouvant dépasser les 45 °C pendant la période estivale, ce qui conduit à un stress thermique sévère [4].

Ce travail a été mené dans la région de Ghardaïa (région saharienne). Il se propose d'étudier l'impact du stress thermique sur les performances laitières des bovins laitiers importés de l'Europe (Race Holstein), afin d'orienter notre conduite

intensif d'élevage bovin laitier, sous un « climat hyper aride », selon des stratégies et des pratiques les plus adéquates, conduisant nos élevages vers les meilleures performances.

1. Matériels et Méthodes

1.1. Matériel animal

Notre étude a été faite au niveau d'une ferme privée d'élevage bovin laitier dans la wilaya de Ghardaïa, qui est situé à 32° 22' 52.82'' de latitude Nord et 04° 13' 25.70'' de longitude Est. On a réalisé une expérience sur 02 périodes ; l'hiver et l'été. De Novembre 2013 à Mars 2014 et Juillet, Aout 2014, respectivement.

Le matériel animal est composé de 32 vaches laitières multipares (race Holstein origine de l'Allemagne), dont leurs poids vif en moyenne est de 588,8 ±42,95 kg subdivisé en 02 groupes (n =16) comme il est montré dans le tableau 1.

Tableau 1 : Rang de lactation, jours en lactation et état corporel (moyenne ± écart-type)

	Groupe 01	Groupe 02
Rang de lactation	2.31±0.46	2.43 ± 0.49
Stade de lactation (jours)	82.56±13.5	90.5±12.07
Note d'état corporel (NEC)	3.1±0.24	2.73±0.27

Les vaches laitières multipares (rang de lactation de 2,31±0,46), suivis pendant la période 1, sont au milieu de lactation (82,56±13,5 jours en lactation), leurs vêlages est entre août et septembre, et leur note d'état corporel (NEC) est de 3,1±0,24. Le groupe 2 les animaux suivis sont aussi au milieu de lactation (90,5±12,07 jours en lactation), leurs vêlages est au mois d'Avril et leur note d'état corporel (NEC) est de 2,73±0,27.

1.2. Collecte des données

Les quantités de matières sèches ingérées (MS) sont converties en UFL, PDI, Ca et P sur la base des valeurs nutritionnelles de ces aliments à partir données de l'INRA [5], ainsi que les quantités moyennes d'eau consommée par vache et par jour.

Le détail de la ration journalière moyenne (ration sèche) pour les deux groupes de vaches laitières suivis durant l'expérimentation est représenté dans le tableau 2.

Tableau 2 :Ration alimentaire journalière des vaches laitières

	MS (kg)	UFL	PDI (g)	P (g)	Ca (g)
Foin d'avoine	7,97	3,98	159,4	23,91	51,80
Son grosblé	2,57	2,13	205,6	25,44	3,59
Concentré	12,20	12,62	1046,63	42,7	53,55
Total	22,74	18,74	1411,63	92,05	108,96
Concentré /fourrage ratio MS: 64,95 %, 35,05%					

MS: matière sèche, UFL unité fourragère lait, PDI: Protéine Digestible dans l'intestin

La ration journalière des vaches laitières expérimentées durant les 2 périodes de suivi contient 22.74 kg de MS et la part de l'aliment concentré est environ de 65% de la ration (90% grain maïs, 20% son de blé et 10% tourteau de soja).

Dans le but d'étudier l'impact du stress thermique sur les potentialités laitières des animaux, on a utilisé les données météorologiques enregistrées (température ambiante et l'humidité relative de l'air) avec une mini-station météorologique professionnelle « Oregon Scientific WMR200 » (installée dans la ferme), afin de calculer l'Index de Température-Humidité « THI ». La formule utilisée, est celle décrite par NRC [6]:

$$THI = (1.8 \times T^{\circ} + 32) - [(0.55 - 0.0055 \times HR\%) \times (1.8 \times T^{\circ} - 26.8)]$$

T° : température ambiante, HR: humidité relatif de l'aire

En parallèle, on a recueilli des données météorologiques sur une période de 10 ans (2004-2014) dans le site d'étude à partir de la station météorologique de (Office national météorologique Ghardaïa), pour montrer la période et l'intensité du stress thermique dans la région d'étude durant toute l'année.

La production laitière est évaluée sur la base de mesure de la quantité journalière

moyenne de lait produite, à raison de deux traites par jour et par vache avec un intervalle de 10 h (06 :00 à 16 :00).

La prise de la température rectale se fait à l'aide d'un thermomètre électronique pénétré dans le rectum de la vache (8 cm) pendant 30 secondes à (16 :00).

L'analyse des données est réalisé par le logiciel Excel stat 2015, pour calculer le coefficient de corrélation entres les paramètres étudiés.

2. Résultats

Le paramètre THI (l'indice Température Humidité) est utilisé pour déterminer l'existence d'un stress thermique [7]. A cet effet, l'analyse des données climatiques (Figure 1) 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 dépassent la valeur de 72 (le seuil critique).

West [8] a démontré que le stress thermique a des effets négatifs sur les bovins, quand le THI dépasse 72.

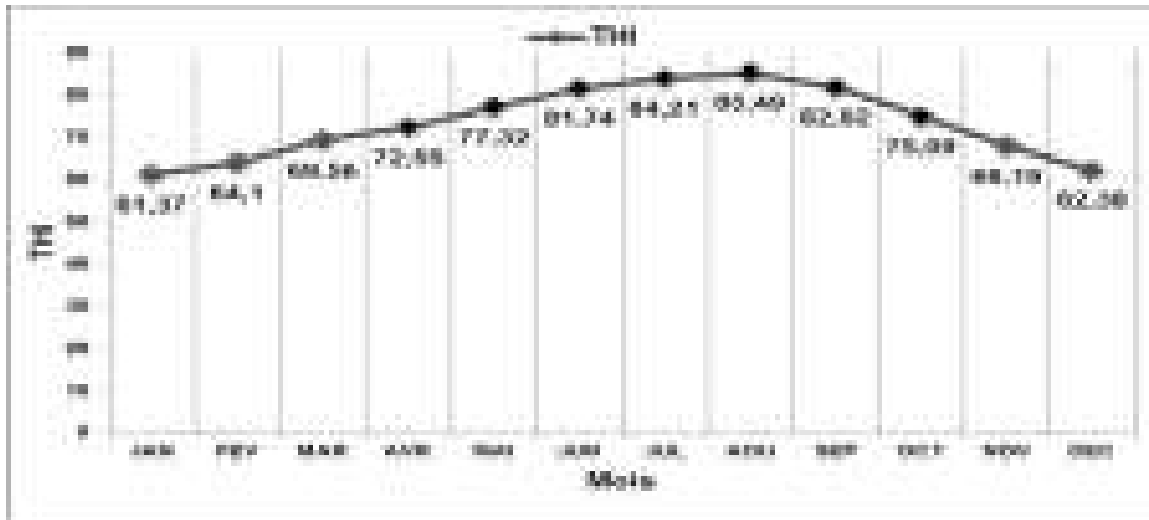


Figure 1 : Variation des valeurs mensuelles du THI dans la région de Ghardaïa

A partir des données de THI, et en s'appuyant sur le classement proposé par [9], on peut classer les périodes de stress thermique de cette région comme suit :

- un stress thermique moyen à modéré, pendant les mois d'avril, mai et octobre avec des valeurs THI respectifs de 72,55, 77,32, et 75,09.
- un stress thermique sévère pendant les mois de juin, juillet, août et septembre, où les valeurs de THI sont de 81,74, 84,21, 85,49 et 82,02, 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 68,19, 62,38, 61,37, 64,10 et 69,56, 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 importées de l'Europe.

Groupe 1

Pendant la période 1 (entre le mois de Novembre et Mars), les valeurs moyennes de THI sont de l'ordre de $(63,14 \pm 4,36)$, et ne dépassent pas le seuil critique (absence de stress thermique).

A cet effet, suivant les variations des valeurs mensuelles moyennes de THI, on a enregistré les données de rendement laitier d'une moyenne de $23,02 \pm 2,19$ kg, des matières sèches moyennes ingérées de $22,33 \pm 0,06$ kg, des quantités moyennes d'eau bue de $78,3 \pm 7,14$ l et des valeurs moyennes de température rectale de $38,69 \pm 0,1$ C° (figure 2).

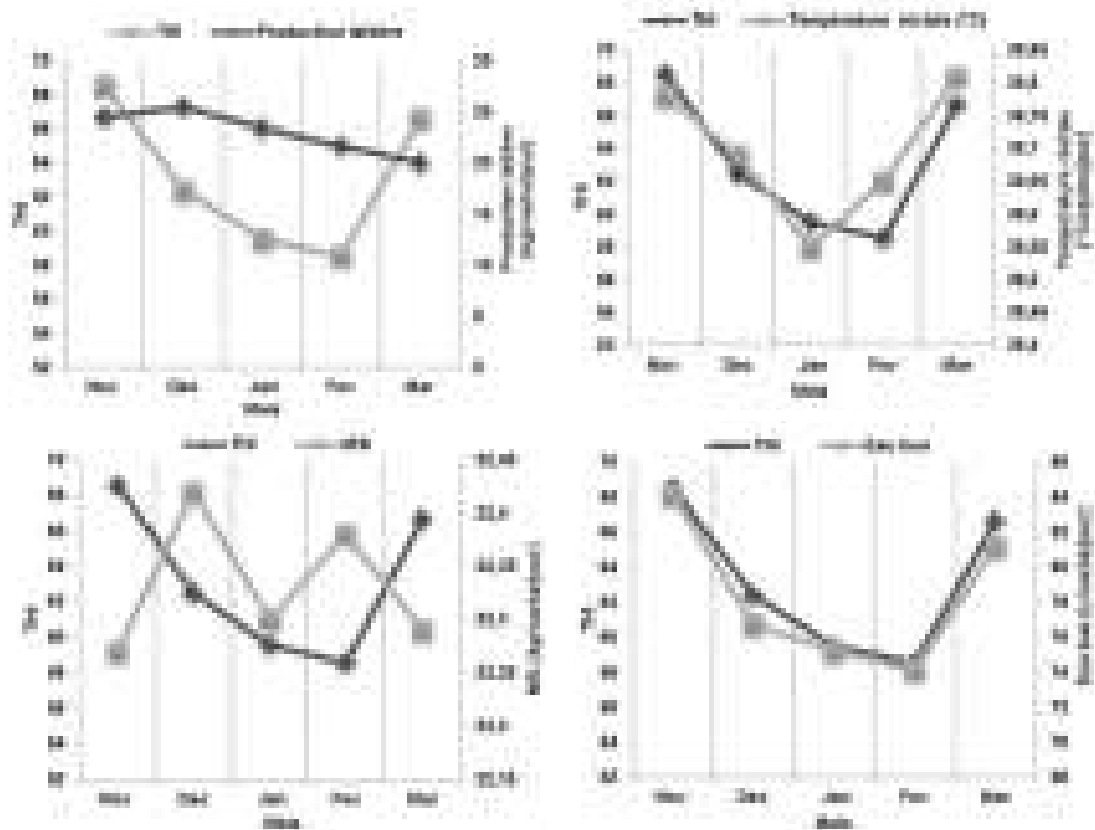


Figure 2 : Variation des paramètres étudiés (PL, T°R, MSI et Eau bue) en fonction de THI en P1

Groupe 2

Pendant la période 2 entre le mois de juillet et Août (08 semaines), les valeurs moyennes de THI sont de l'ordre de $87,85 \pm 1,89$, ce qui dépasse le seuil critique (stress thermique sévère) selon la classification de [9].

A cet effet, on a enregistré les données de rendement laitier avec une moyenne de $18,36 \pm 0,96$ kg, de MSI de $22,21 \pm 0,33$ kg, des quantités l'eau bue de $184,45 \pm 4,92$ l et des valeurs de T° rectale de $39,87 \pm 0,38$ C° (figure 3).

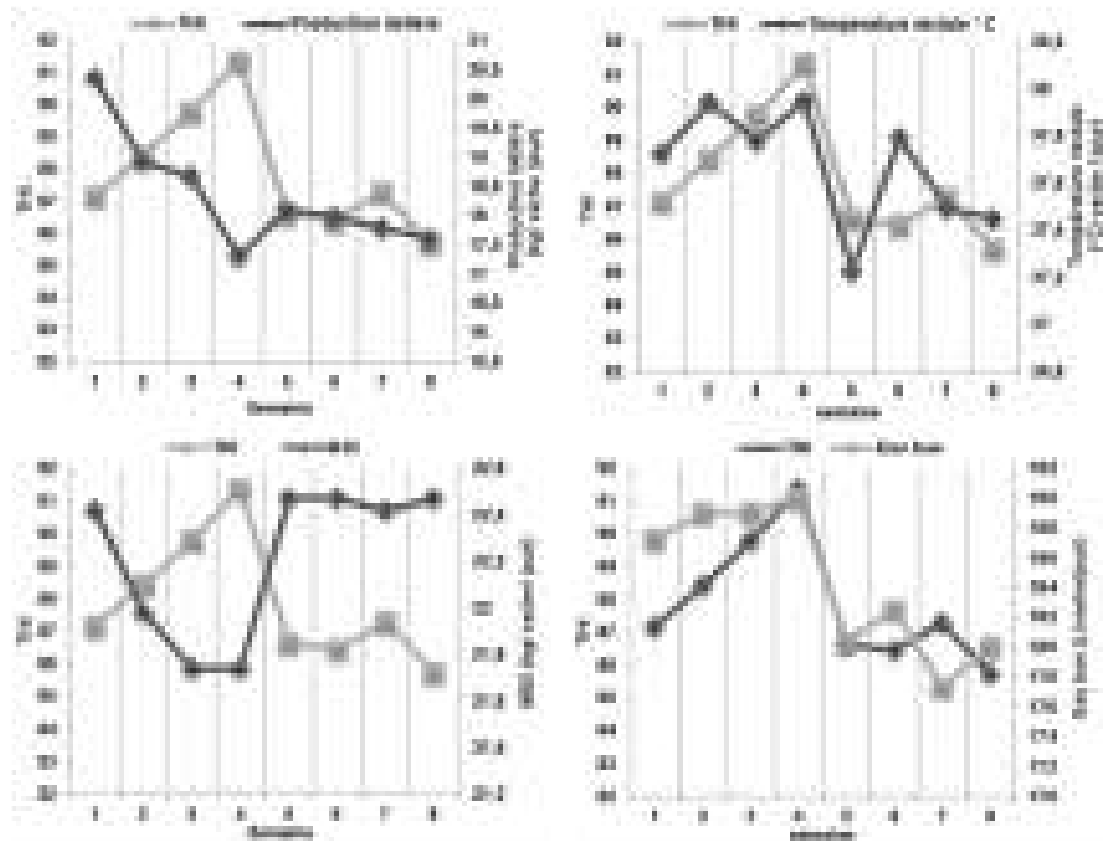


Figure 3: Variation des paramètres étudiés (PL, T°R, MSI et Eau bue) en fonction de THI enP2

3. Discussion

3.1. Quantité de matière sèche ingérée

La ration journalière distribuée par l'éleveur durant les 2 périodes de suivi, reste déséquilibré sur le plan protéo-énergétique (suralimentation énergétique), et la part du concentré dépasse 64%. Ceci conduit à une baisse de la productivité des vaches laitières et augmente les coûts de production, et présente aussi un risque élevé de troubles métaboliques notamment une acidose latente ou sub-clinique [10].

A cet effet, les quantités moyennes de matière sèche ingérées pendant les périodes 1 et 2, sont corrélés négativement avec l'indice climatique (THI), $r = -0,57$ et $r = -0,94$ respectivement. Et d'un autre côté, lorsque la valeur de THI en P2 varie entre 87,17 à 91,35, cela engendre une baisse

d'ingestion de quantité de MS de l'ordre de 0,68 kg soit une dépression de 3,03%. Cela est confirmé par [11] et [12], qui montrent que la température ambiante élevée engendre la diminution de la consommation de la matière sèche par la réduction de la motilité intestinale, de la rumination, des contractions du rumen et déprime l'appétit.

Donc, cette faible dépression de MSI total de la ration, malgré l'intensité du stress thermique sévère, est due au fait que les vaches reçoivent le grossier pendant la nuit et l'aliment concentré dans la salle de traite, qui est consommé en totalité. Cela est rapporté par [13] et [14], qui ont constaté que pendant la chaleur, les vaches ont changées leur comportement alimentaire. Dont l'ingestion s'accroît de plus de 12% au cours de la nuit, lorsque les

températures sont moins que le jour. Alors, ce comportement est considéré comme une réponse adaptative pour réduire la production de chaleur à partir de la fermentation dans le rumen[15]. Et Sous conditions de stress thermique, le bovins réduit la consommation de fourrages grossiers par rapport aux aliments concentrés [16]; [17]; [18]; [19].

3.2. Production laitière

On remarque une diminution de la production laitière moyenne pendant la période 2 ($18,36 \pm 0,96$ kg) par rapport la période 1 ($23,02 \pm 2,19$ kg). A cet effet, pendant la période du stress thermique sévère, on enregistre une baisse moyenne du rendement laitier de 4,66 kg de lait, soit une réduction d'ordre 20,24% et de 0,19 kg /degré de THI.

L'effet des conditions climatiques (THI) sur le rendement laitier des vaches Holstein a été étudié dans différents sites géographiques.

En effet, [20], en Serbie, ont rapporté que lorsque le THI atteint 72, la diminution du rendement de lait de l'ordre est de 0,2 kg par jour et par vache. Aux Etats Unies, [8] a montré que la production laitière journalière de la race Holstein diminue en moyenne de l'ordre de 0,88 kg par unité de THI. Et selon [21], la perte quotidienne la plus élevée de la production de lait de 0,9 kg / unité THI, a été déterminée chez les primipares.

Zimbelmanet al., [22], ont montré que la production de lait diminué d'environ 2,2 kg / jour pour les valeurs de THI allant de 65 et 73. Selon [23], dans les conditions méditerranéennes, lorsque l'indice de THI augmente de 68 à 78, la baisse de la production laitière s'élève à 4 kg, et pour chaque augmentation d'une unité THI, au-dessus de 69, la production de lait par jour et par vache régresse de 0,41 kg. Au

centre de la Tunisie, pendant la période allant du mois de juin jusqu'au mois de septembre, avec des valeurs de THI variant de 75 à 79, une diminution de la production laitière journalière par vache en lactation de l'ordre de 28 % a été enregistrée entre mars et août [24].

Ravagnolo et mistral [7] a déterminé que, lorsqu'on dépasse le seuil de confort thermique de 72, la production laitière recule de l'ordre de 0,2 kg par augmentation d'une unité de THI. Falta et al., [25], ont également constatés que si les valeurs de THI sont supérieures à 72, la production de lait baisse de 4 kg.

3.3. Quantité d'eau bue

La quantité moyenne d'eau bue connaît une plage de variation assez importante entre les 2 périodes de l'ordre de 106,24 l, soit une augmentation de consommation de 57,57%. Cependant, [26] ont trouvés que les vaches acclimatés à 21.1°C puis exposés à 32,2°C pendant 2 semaines ont augmenté la consommation d'eau de 110%. Sachant que la température moyenne de l'eau bue durant notre expérimentation est de 39 °C, ceci confirme que la consommation d'eau est corrélée positivement avec la température de l'eau bue [27]. En plus, les vaches laitières consomment moins d'eau froide que d'eau tiède, ou chauffée à la température corporelle, quelle que soit la température ambiante [28]; [27].

Nous avons enregistré que l'eau consommée par les vaches laitières est corrélée positivement avec le (THI) dont ($r= 0,76$), (MSI) ($r= 0,47$) et la production laitière ($r= 0,39$), respectivement. Alors, d'après [29], qui 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

la production laitière et la température du milieu. [30] a observé que, par temps chaud, les vaches peuvent boire 80% de plus de leurs besoins selon la température ambiante, et avec des rations à base de fourrages conservés, l'eau bue représente jusqu'à 78-90% de la quantité totale d'eau entrant dans le bilan d'eau des vaches laitières [31]; [32].

3.4. Température rectale

En condition de stress thermique sévère (P2), on a enregistré une augmentation de 1,18°C de la T° rectale, quand le THI varie entre (63,14± 4,36) et (87,85± 1,89). Ceci peut s'expliquer par la corrélation positive existant entre le THI et la température rectale ($r = 0,66$). En effet, plus il fait chaud, plus la température rectale des vaches laitières augmente. Dans le même contexte, [33] a rapporté que la production de lait diminue lorsque la température rectale dépasse 38,9 ° C. Pour chaque augmentation de 0,55 °C, les performances laitières et l'ingestion de la matière sèche baissent de 1,8 kg et 1,4 kg, respectivement.

Conclusion

Notre étude réalisée dans les conditions sahariennes, en utilisant l'indice température-humidité (THI) montre l'existence du stress thermique sévère notamment pendant les mois d'été, conduisant à une dépression remarquable des performances de production laitière de la race Holstein importée de l'Europe . En plus, les variations climatiques influent directement sur l'ingestion de la matière sèche, de l'eau bue, de la température corporelle et du confort de l'animal en générale. Afin de réduire l'effet des contraintes environnementales dans les régions sahariennes sur les vaches laitières

modernes, il faut adopter des stratégies d'adaptation, qui doivent être mises en œuvre, touchant la conduite d'élevage et le contrôle de l'environnement thermique des bovins laitiers. Pour cela, on peut recommander :

- L'ajustement des besoins réels des bovins (énergie et protéines) et l'amélioration d'apport des nutriments nécessaires par l'addition des corps gras protégés, levures, antioxydants, complément minéro-vitaminique et la distribution des repas pendant les périodes fraîches de la journée.
- L'installation des bâtiments d'élevage modernes pour la protection physique contre les conditions climatiques sahariennes (ombrage naturel ou artificiel, ventilation et refroidissement évaporatif par la brumisation d'eau) dans le but de l'optimisation des potentialités laitières.
- Le contrôle permanent d'accès libre des bovins laitiers à l'eau fraîche potable et sa disponibilité en quantité suffisante.
- L'amélioration de la conduite de la reproduction (induction en chaleurs, traitement hormonal,...) afin d'éviter les mis-bas et la monte naturel en périodes de stress thermique.
- L'adoption d'un programme de sélection et d'amélioration génétique de races tolérant la chaleur pour obtenir des animaux bien adaptés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] - Sharma A.K., Rodriguez L.A., Wilcox C.J., Collier R.J., Bachman K.C., and Martin F.G., 1988, Interaction of Climatic Factors Affecting Milk Yield and Composition. *J. Dairy Sci.*, 71(3), 819-825.
- [2] - Mandonnet N., Tillard E., Faye B., Collin A., Gourdine J.L., Naves M., Bastianelli D., Tixier-Boichard M., Renaudeau D., 2011, Adaptation des animaux d'élevage aux multiples contraintes des régions chaudes. *INRA Prod. Anim.*, 2011, 24 (1), 41-64.
- [3] - I.P.C.C., 2007, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. In: Summary for Policy Makers. Intergovernmental Panel on Climate Change, ISSN 0971-2062, Available from <http://www.ipcc.cg/SPM13apr07.pdf>
- [4] - Ouarfli L., and Chehema 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.
- [5] - I.N.R.A., 1988, Tables de valeurs nutritionnelles des aliments. Alimentation du bovin, ovin et caprin. PP153-170. Paris. France.
- [6] - N.R.C., 1971, A Guide to Environmental Research on Animals. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- [7] - Ravagnolo O., and Misztal I., 2000, Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation, *J. Dairy Sci.* 83, 2126 – 2130.
- [8] - West J.W., 2003, Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86:2131-2144.
- [9] - Armstrong D.V., 1994, Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *J. Dairy Sci.*, 77(7), 2044-2050.
- [10] - Peyraud J.L., and Apper-Bossard E., 2006, L'acidose latente chez la vache laitière. *INRA Production Animale.*, 19, 79-92.
- [11] - Chaiyabutr N., Chanpongsang S., and Suadsong S., 2008, Effects of Evaporative Cooling on the Regulation of Body Water and Milk Production in Crossbred Holstein Cattle in a Tropical Environment. *International Journal of Biometeorology*, Vol. 52, No. 7, (September 2008), pp. 575-585, ISSN 0020-7128.
- [12] - Kadzere C.T., Murphy M.R., Silanikove N., And Maltz E., 2002, Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 77 :59-91.
- [13] - Schneider P.L., Beede D.K., and Wilcox C.J., 1988, Nycterohemeral patterns of acid/base status, mineral concentrations and digestive function of lactating cows in natural or chamber stress environments. *J Anim Sci.* 66:112–125.
- [14] - 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.
- [15] - Beede D.K., and Shearer J.K., 1991, Nutritional management of dairy cattle during hot weather. *Agri-Practice.* 12:5–13.
- [16] - Collier R.J., Beede D.K., Thatcher W.W., Israel L.A., and Wilcox C.J., 1982, Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J Dairy Sci.* 65:2213–2227.

- [17] - Coppock C.E., and West J.W., 1986, Nutritional adjustments to reduce heat stress in lactating dairy cows. In: Proc Georgia NutrConf Feed Industry, Atlanta. Univ. Georgia, GA USA. p.19–26.
- [18] - Cunningham M.D., Martz F.A., And Merilan C.P., 1964, Effect of drinking water temperature upon ruminant digestion, intramural temperature, and water consumption of non-lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 47:382-385.
- [19] - Bernabucci U., Bani P., Ronchi B., Lacetera N., and Nardone A., 1999, Influence of short- and long-term exposure to hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. *J Dairy Sci.* 82:967–973.
- [20] - Cincović M.R., and Belić B., 2009, Influence of thermal stress to milk production and quality in dairy cows. *Vet J Republic of Srpska* 9 (1), 53-56.
- [21] - Gantner R., 2011, Temperature-humidity index values and their significance on the daily production of dairy cattle. *Mljekarstvo* 61 (1), 56-63.
- [22] - 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.
- [23] - Bouraoui R., Lahmar M., Majdoub M., Djemali M., Belyea R., 2002, The relationship of temperature – humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate, *Anim. Res.* 51, 479 – 491.
- [24]- Ben Salem M., et Bouraoui R., 2009, Heat stress in Tunisia: Effect on dairy cows and potential means of alleviating it. *South African Journal of Animal Science* 39 (supplement1):256-259.
- [25] - Falta D., Walterova L., Skypala M., and Ghladek G., 2008, Effect of stable microclimate on milk production of Holstein cows on the 2nd and 3rd lactation, *AWETH*, vol 4. issue 2, 104-110.
- [26]-McDowell R.E., and Weldy J.R., 1960, Water exchange of cattle under heat stress. Proc Third Intl Biometerological Cong, London. Pergamon Press, New York. p.414–424.
- [27]-Wilks D.L., Coppock C.E., Lanham J.K., Brooks K.N., Baker C.C., Bryson W.L., Elmore R.G., and Stermer R.A., 1990, Responses of Lactating Holstein Cows to Chilled Drinking Water in High Ambient Temperatures. *J. Dairy Sci.* 73:1091-1099.
- [28]-Lanham J.K., Coppock C.E., Milam K.Z., Labore J.M., Nave D.H., Stermer R.A., and Brasington C.F., 1986, Effects of drinking water temperature on physiological responses of lactating Holstein cows in summer. *J. Dairy Sci.* 69:1004 - 1012.
- [29]-Meyer C., Denis J.P., 1999, Élevage de la vache laitière en zone tropicale. Ed : Cirad, 314 P.
- [30]-Craplet C., Thibier M., Et Duplan J.M., 1973, La vache laitière. Edition Vigot frère. Paris. 726p.
- [31]-Holter J.B., and Urban W., 1992, Water partitioning and intake

prediction in dry and lactating Holstein cows. *J. DairySci.* 75:1472-1479.

[32]-Cardot, V., Le Roux Y., And JurjanS., 2008, Drinking behavior of lactating dairy cows and prediction of their water intake. *J. Dairy Sci.* 91:2257-2264.

[33]-West J.W., 1999, Nutritional strategies for managing the heat – stressed dairy cow, *J. Anim. Sci.* 77 (Suppl. 2) 21–35.