

Original article

Agronomy

Influence des facteurs climatiques sur les zébus laitiers de race Azawak et Peul soudanien en élevage périurbain à Ouagadougou (Burkina Faso)

Adama KABORE^{1*}, Hamidou H. TAMBOURA¹, Siaka DIARRA², Balé BAYALA¹, Amadou TRAORE¹, Gaston A. M. BELEM³

¹Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA) /Département Productions Animales (DPA), 04 BP 8645 Ouagadougou/Burkina Faso, E-mail: inera.direction@fasonet.bf

²Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherches Agricoles (IPR/IFRA) de Katibougou (Annexe de Bamako), Université du Mali BP 224 Bamako/République du Mali.

³Institut du Développement Rural (IDR)/Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, 01 BP 3770 Ouagadougou 01, Burkina Faso

*Auteur pour correspondance : DPA-Kamboinsé/INERA 01 BP 476 Ouagadougou 01/Burkina Faso, Tél : (226)31.92.29 Fax : (226)31 92 30 E-mail : ade1_bf@yahoo.fr

RESUME

Les degrés d'adaptation du zébu Azawak et du zébu Peul Soudanien ont été évalués en condition d'élevage semi-intensif périurbain de la ville de Ouagadougou (Burkina Faso) au cours de l'année 2002. Les observations ont été faites en avril (saison sèche) et en août (saison pluvieuse). Elles ont porté sur les paramètres physiologiques liés à l'animal (température rectale, fréquence respiratoire, taux d'hématocrite) en fonction de la température et de l'humidité ambiante pour tester l'effet de la race et de la saison, et les corrélations existantes entre ces paramètres et la durée de la lactation. En août, la température rectale des zébus Azawak est significativement plus basse ($P < 0,05$) que celle des zébus Peul local. En avril, elle présente une corrélation très significative et positive ($r = 0,532$) avec la durée de la lactation chez les zébus Azawak uniquement. La fréquence respiratoire, plus sensible aux variations climatiques, ne présente un effet race très significatif ($P < 0,01$) qu'en saison sèche où les rythmes respiratoires des zébus Azawak sont plus élevés. D'avril en août, ces rythmes baissent et présentent un effet saison significatif chez les zébus Azawak ($P < 0,001$) et les zébus Peul local ($P < 0,01$). En avril, ce paramètre présente une corrélation significative et positive ($r = 0,467$) avec la durée de la lactation des zébus Peul. Le taux d'hématocrite ne présente aucune variation significative ($P > 0,05$) quelle que soit la race, la saison ou la durée de la lactation. Pour assurer leur confort thermique en fonction des saisons, les zébus Azawak régulent très bien leurs mécanismes de déperdition de chaleur par évaporation à partir des fréquences respiratoires qui croissent pour s'adapter au stress thermique.

Mots clés: Adaptation, zébu Azawak, zébu Peul Soudanien, saisons, élevages semi-intensifs, Ouagadougou.

ABSTRACT

The Azawak Zebu and Sudanian Fulani Zebu adaptation level was assessed in semi-intensive breeding study in peri-urban conditions of Ouagadougou (Burkina Faso). The follow-up was made during two periods: the dry season (April) and the rainy season (August). The adaptation was related to the physiological parameters variations of these breeds (body temperature, respiratory frequency and packed cell volume rate) according to the ambient temperature and moisture. In August, the body temperature of Azawak Zebu is significantly lower ($P < 0,05$) than the Sudanian Fulani Zebu. In April, this parameter is positively and significantly correlated ($r = 0,532$) to the length of lactation with the Azawak Zebu. The respiratory frequency, more sensitive to the climatic variations shows a very significant ($P < 0,01$) race effect only in the dry season where the respiratory frequencies of Azawak Zebu are higher. In this period, this parameter is positively and significantly correlated ($r = 0,467$) to the length of lactation with Sudanian Fulani Zebu. From April to August, this parameter lowers and shows a significant season effect on Azawak Zebu ($P < 0,001$) and Sudanian Fulani Zebu ($P < 0,01$). The packed cell volume rate does not show any significant variation ($P > 0,05$) whatever the race and the season, nor on the length of lactation. To assure thermal suitability due to seasons, Azawak zebu fairly regulates heat loss mechanism by evaporation from increasing breath frequencies for thermal stress adaptation.

Keywords: Adaptation, Azawak zebu, Sudanian Fulani Zebu, seasons, semi-intensive livestock, Ouagadougou.

INTRODUCTION

Dans le processus d'intensification de la production laitière périurbaine de Ouagadougou au Burkina Faso, les géotypes importés occupent une place prépondérante pour pallier aux faibles potentialités laitières des races locales [13, 20, 21]. A cet effet, le zébu de race Azawak, originaire du Niger (notamment de Toukounouss en zone sahélo-saharienne), est beaucoup utilisé par les producteurs, non seulement pour la production laitière mais également comme support de croisement avec des races européennes [9].

Mais, nonobstant l'importance de cette race dans l'amélioration de la productivité animale et son utilisation répandue, relativement peu d'études ont été menées au Burkina Faso sur ses capacités réelles d'adaptation aux conditions locales dans la zone périurbaine de Ouagadougou [5].

Aussi, la présente étude vise-t-elle comme objectif principal d'évaluer l'adaptation physiologique de la race aux conditions éco-climatiques et techniques des élevages périurbains de Ouagadougou, en comparaison avec le zébu Peul Soudanien. Pour cela, quelques paramètres physiologiques fondamentaux (température rectale, fréquences respiratoires et taux d'hématocrite) [3, 14, 16] sont déterminés pour étudier le comportement des zébus de race Azawak et Peul Soudanien dans le milieu périurbain de Ouagadougou.

MATERIEL ET METHODES

La zone d'étude

Les limites géographiques de la zone d'étude forment un bassin laitier d'un rayon de 50 km (altitude 320 m à l'extrême nord, latitude nord 11°55' - 12°50' et longitude ouest 1°04' - 2°) autour de la ville de Ouagadougou. Le climat est du type nord soudanien caractérisé par l'alternance d'une saison sèche longue (novembre à mai) et d'une saison des pluies courte (juin à octobre). La pluviométrie, mal répartie dans le temps et dans l'espace, présente une moyenne annuelle qui varie entre 600 à 800 mm. Les

températures oscillent entre 16 à 17°C en décembre pour les minima et 34 à 42°C en avril-mai pour les maxima. L'humidité relative de l'air est élevée (75% en moyenne) en saison pluvieuse et faible (30% en moyenne) en saison sèche.

La végétation est une savane arborée à arbustive composée d'essences ligneuses utilitaires telles que *Parkia biglobosa*, *Butyospermum parkii*, et des herbacées, notamment *Andropogon pseudapricus*, *Diheteropogon hagerupii* et *Pennisetum pedicelatum*.

Animaux d'expérience

Des vaches lactantes de races zébus Azawak et Peul Soudanien de stades de lactation différents ont été retenues pour l'expérimentation.

En saison sèche, trente (30) vaches zébus Azawak et vingt trois (23) vaches zébus Peul et en saison pluvieuse, respectivement vingt (20) et dix sept (17) vaches des mêmes races ont été suivies. L'alimentation était à base de pâturages naturels constitués (7 heures/jour) et de foins complétés de concentrés et de sels minéraux sous forme de pierres à lécher. Les animaux étaient vaccinés contre la pasteurellose, la péripneumonie et le charbon symptomatique, et étaient régulièrement suivis et traités.

Les caractéristiques des animaux étudiés au cours de chaque période d'étude sont présentées dans les tableaux 1 et 2.

Les paramètres physiologiques étudiés

Il s'agit de la température rectale, de la fréquence respiratoire et du taux d'hématocrite, lesquels ont été mesurés durant l'étude au cours de l'année 2002.

Les données des facteurs climatiques considérés sont la température ambiante et l'hygrométrie, valeurs obtenues auprès de la Direction de la Météorologie Nationale [7]. Elles ont permis de déterminer deux saisons avec pour périodes de pics les mois d'avril et d'août respectivement pour la saison sèche et la saison pluvieuse. C'est durant ces pics que les mesures ont été effectuées.

Tableau 1 : Effectifs des vaches lactantes par race et par saison en fonction des classes d'âges

Classe d'âge (ans)	Zébu Peul		Zébu Azawak	
	Saison sèche	Saison pluvieuse	Saison sèche	Saison pluvieuse
]2 - 4]	2	1	2	2
]4 - 6]	12	10	12	6
]6 - 8]	2	3	6	4
]8 - 10]	5	3	2	1
> 10	2	0	8	7
Total	23	17	30	20

Tableau 2 : Effectifs des vaches lactantes par saison et par race en fonction de la durée de la lactation

durée de la lactation (mois)	Saison sèche (avril)		Saison pluvieuse (août)	
	Zébu Azawak	Zébu peul	Zébu Azawak	Zébu peul
[1-2]	8	1	5	3
[3-4]	4	2	3	7
[5-7]	10	9	7	3
[8-12]	8	11	5	4
Total	30	23	20	17

Méthodes de mesure et le suivi

Durant chaque période de pic de saison (avril et août), la température rectale (TR) et la fréquence respiratoire (FR) ont été mesurées entre 12 h et 14 h (période de forte insolation) et sous abri de toiture en tôles galvanisés, une fois par semaine durant quatre semaines. A chaque mesure, la température rectale a été prise au moyen d'un thermomètre clinique sur une durée d'une minute tandis que la fréquence respiratoire est obtenue par le comptage des battements du flanc pendant une minute. Deux prélèvements de sang ont été réalisés à la veine jugulaire deux fois par période de pic à quinze jours d'intervalle pour la détermination du taux d'hématocrite (He). Celle ci a été réalisée à l'aide d'une centrifugeuse à micro-hématocrite (HETTICH D-78532 Tuttingen) à 3000 tours par minute pendant 15 minutes.

Tous ces paramètres ont été considérés pris à chaque pic de saison (sèche et pluvieuse) à une durée précise de la lactation (temps écoulé entre la mise bas et le moment de mesures des paramètres physiologiques) des vaches suivies.

Analyse et expression statistiques des résultats

L'analyse statistique des données a été effectuée à l'aide du logiciel SPSS, version 11.5.11, en utilisant la procédure GLM (Général Linéaire Models) pour discriminer l'influence de la saison et de la race sur les paramètres biologiques des animaux. Le test de Student a permis la comparaison des moyennes des résultats paramétriques présentés sous la forme de moyenne \pm écart type. Une étude de corrélation simple a été réalisée pour évaluer les relations entre les paramètres physiologiques aux différents pics de saison et entre chacun de ces paramètres et la durée de la lactation. Les effets de signification ont été considérés au seuil de 5% [19].

RESULTATS

Variables climatiques

Les moyennes des paramètres climatiques utilisées pour cette étude sont consignées dans le tableau 3. La moyenne des températures ambiantes a très significativement baissé ($P < 0,001$) d'avril à août tandis que celle de l'humidité relative de l'air a présenté une augmentation très significative ($P < 0,001$). En valeur absolue, les différences de température

ambiante et d'humidité relative ont été entre les deux périodes. respectivement de $6,6 \pm 0,4$ °C et de 36 ± 5 %

Tableau 3 : Valeurs moyennes des variables climatiques du milieu ambiant de la zone d'étude en fonction des pics de saisons.

Variables climatiques	Avril (saison sèche)		Août (saison pluvieuse)	
	Extrêmes	Moyennes	Extrêmes	Moyennes
Ta (°C)	[23,5 - 42,8]	$34,0 \pm 1,5^a$	[21,0 - 35,7]	$27,4 \pm 1,9^b$
Hr (%)	[9-88]	40 ± 10^a	[44 - 99]	76 ± 6^b

Les moyennes accompagnées de lettres différentes sur la même ligne sont différentes ($P < 0,001$) Ta : Température ambiante ; Hr : Humidité relative

Paramètres physiologiques

Les tableaux 4, 5 et 6 présentent respectivement les valeurs moyennes relatives de la température rectale, de la fréquence respiratoire et du taux d'hématocrite des deux races aux pics de saison sèche (avril) et pluvieuse (août).

En avril, la température rectale ne présente pas d'effet race significatif ($P > 0,05$) entre les zébus Azawak et les zébus Peul. Pour la même race, ce paramètre ne présente pas non plus de variation significative ($P > 0,05$) entre avril et août. Par contre en août, les zébus Azawak ont une température rectale significativement plus basse ($P < 0,05$) que celle des zébus Peul.

Tableau 4 : Valeurs moyennes de la température rectale des zébus de race Azawak et Peul Soudanien aux pics des différentes saisons de l'étude

	Température rectale (°C)		
	Zébu Azawak	Zébu Soudanien	Peul
Avril (saison sèche)	$38,7 \pm 0,2^{ab}$	$38,7 \pm 0,3^{ab}$	
Août (saison pluvieuse)	$38,6 \pm 0,4^{bc}$	$38,9 \pm 0,2^{bd}$	

Les moyennes présentant la même lettre sur la même ligne ne sont pas différentes ($P > 0,05$); Les moyennes présentant la même lettre sur la même colonne ne sont pas différentes ($P > 0,05$)

Tableau 5 : Valeurs moyennes de la fréquence respiratoire des zébus de race Azawak et Peul Soudanien aux pics des différentes saisons de l'étude

Pics de saisons	Fréquence respiratoire (battements /minute)	
	Zébu Azawak	Zébu Peul Soudanien
	Avril (saison sèche)	$33,2 \pm 2,6^{ac}$
Août (saison pluvieuse)	$28,1 \pm 2,1^{dc}$	$28,7 \pm 2,4^{db}$

Les moyennes affectées de la même lettre sur la même ligne sont différentes ($P < 0,01$); Les moyennes affectées de la même lettre sur la même colonne sont différentes ($P < 0,01$)

Tableau 6 : Valeurs moyennes du taux d'hématocrite des zébus de race Azawak et Peul Soudanien aux pics des différentes saisons de l'étude

Pics de saisons	Taux d'hématocrite (%)	
	Zébu Azawak	Zébu Soudanien
	Peul	
Avril (saison sèche)	$32,1 \pm 4,3^a$	$34,0 \pm 4,8^a$
Août (saison pluvieuse)	$31,6 \pm 3,9^a$	$33,4 \pm 6,3^a$

Les moyennes affectées de la même lettre sur la même ligne ne sont pas différentes ($P > 0,05$); Les moyennes affectées de la même lettre sur la même colonne ne sont pas différentes ($P > 0,05$)

En saison sèche, la fréquence respiratoire des zébu Peul est très significativement ($P < 0,01$) inférieure à celle des zébus Azawak. Ceci contrairement à la période pluvieuse (août) où la différence entre les fréquences respiratoires est non significative ($P > 0,05$) pour les deux races. D'avril à août, on observe un effet saison quel que soit la race, caractérisé par une baisse très significative de la fréquence respiratoire pour les zébus Azawak ($P < 0,001$) et les zébus Peul Soudanien ($P < 0,01$).

Les valeurs moyennes des taux d'hématocrite ne présentent pas de différence significative ($P > 0,05$) selon la saison ou la race. Cependant, on observe que le taux d'hématocrite en période sèche (avril) est légèrement supérieur à celui de la saison pluvieuse (août). De même, les zébus Peul présentent généralement les taux globalement plus élevés que les zébus Azawak.

Des résultats de l'analyse de variance exposés dans le tableau 7, l'interaction entre la race et la saison révèle que la fréquence respiratoire présente l'effet significatif le plus important ($P < 0,01$).

Le tableau 8 présente les résultats de l'analyse des relations existantes entre les paramètres physiologiques aux pics des différentes saisons. En avril (saison sèche), les paramètres physiologiques mesurés au niveau des zébus Peul sont statiquement positifs et significativement liés entre eux. La liaison entre la température rectale et la fréquence respiratoire est beaucoup plus forte en avril ($P < 0,01$) qu'en août ($P < 0,05$). Chez les zébus Azawak, la fréquence respiratoire et le taux d'hématocrite sont significativement liés ($P < 0,05$) entre eux en avril.

Tableau 7: Résultats de l'analyse de variance des paramètres physiologiques présentant les effets de la race et de la saison

Sources de variation	Degré de liberté	Somme des carrés		
		TR	FR	He
Race	1	0,504 *	16,455	76,376
Saison	1	0,059	292,904 ***	7,868
Race x Saison	1	0,164	47,182**	0,108
Erreur résiduelle	86	8,781	507,022	2010,21

$P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$; TR=température rectale ;
FR=fréquence respiratoire ; He=taux d'hématocrite

Le tableau 9 présente les valeurs des coefficients de corrélation des paramètres physiologiques des animaux avec la durée de la lactation des races étudiées dans notre étude selon les pics des saisons (sèche et pluvieuse).

En août (saison pluvieuse), aucune des variables physiologiques considérés ne présente de corrélation importante avec la durée de la lactation. Par contre en avril (saison sèche), le paramètre température rectale de l'ensemble des animaux présente une corrélation positive et significative ($P < 0,05$) avec la durée de la lactation;

cette corrélation est plus nette au niveau des zébus Azawak ($P < 0,01$) alors qu'elle ne l'est pas avec les zébus Peul ($P > 0,05$). Quant à la fréquence respiratoire, elle est positivement et significativement ($P < 0,05$) liée à la durée de la lactation chez le zébus Peul. Au niveau du taux d'hématocrite, quelle que soit la race, ce paramètre ne révèle aucune corrélation significative bien que l'on ait observé des valeurs divergentes en fin de lactation avec des extrêmes comprises entre 45 et 17.

Tableau 8 : Estimation des coefficients de corrélation de Pearson entre les paramètres physiologiques aux différents pics des saisons de l'étude par race.

les paramètres physiologiques	Saison sèche		Saison pluvieuse	
	Zébu Azawak (n=30)	Zébu Peul (n=23)	Zébu Azawak (n=20)	Zébu Peul (n=17)
TR X FR	0,044	0,694 **	0,186	0,523 *
TR X He	-0,188	0,446 *	0,137	-0,086
FR X He	0,451*	0,478 *	0,301	0,127

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; TR=température rectale ;
FR=fréquence respiratoire ; He=taux d'hématocrite

Tableau 9: Estimation des coefficients de corrélation de Pearson des paramètres physiologiques avec la durée de la lactation des races étudiées selon les pics des saisons.

Races	Avril (saison sèche)			Août (saison pluvieuse)		
	TR	FR	He	TR	FR	He
Zébu Azawak	0,532 **	0,073	0,151	0,097	-0,095	0,051
Zébu Peul	0,018	0,467 *	0,367	-0,093	-0,225	0,078

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; TR=température rectale ;
FR=fréquence respiratoire ; He = taux d'hématocrite

DISCUSSION

Les moyennes des températures aux périodes d'avril et d'août, respectivement $34,0 \pm 1,5$ °C et $27,4 \pm 1,9$ °C, caractérisent les régions chaudes de type tropical sec où l'une des principales contraintes de l'élevage est l'eau, notamment d'abreuvement. Dans ces milieux, l'expression des potentialités zootechniques des animaux domestiques, notamment des bovins laitiers, passe par des efforts soutenus de maintien de l'homéothermie par le biais de la thermorégulation [12, 15, 17]. Or, la qualité de ce processus physiologique est fortement influencée par la quantité d'eau corporelle disponible utilisable par l'animal pour assurer l'homéothermie [11]. En effet, lorsque la température ambiante est élevée, l'organisme a tendance à réaliser une lyse énergétique et à mobiliser l'eau corporelle. Il apparaît ainsi une compétition entre l'homéothermie et la lactation vis à vis de la réserve hydrique. Cette compétition est en général au détriment de la production laitière [15]. Selon Morand-Fehr et Doreau, il y a en outre une diminution de l'appétit lors de fortes chaleurs,

réduisant d'autant les performances zootechniques [15].

Dans notre contexte, la saison sèche se présente comme la période la plus critique à la production laitière car les vaches laitières doivent s'adapter à des conditions climatiques extrêmement drastiques. Outre les problèmes d'abreuvement et d'alimentation, ce fait est renforcé par les faibles teneurs en eau et la qualité des fourrages naturels qui composent l'essentiel des pâturages pendant cette période.

En saison pluvieuse, les températures nocturnes sont plus fraîches que celles de la saison sèche. Aussi, comme l'a montré Berbigier [3], elles permettent aux vaches laitières de mieux supporter les fortes chaleurs ambiantes de la journée et exprimer une bonne production. La disponibilité en eau tant pour l'abreuvement que dans les fourrages verts en cette période améliorent le confort biologique des animaux.

Au regard des valeurs des différentes variables physiologiques au cours des deux saisons, on peut dire qu'aucune des deux races n'est véritablement sujette à un quelconque stress thermique dans cette zone. En effet, les valeurs moyennes obtenues pour les paramètres

physiologiques aux différentes périodes (avril et août) restent dans les limites indiquées par Pagot [17] pour les bovins « *Bos indicus* » en climat tropical. Les différences observées dans les limites normatives au niveau des deux races étudiées confirment la variabilité d'adaptation évoquée par Yassen [22] entre les différents types de zébus.

Les valeurs de la température rectale des zébus de race Azawak et Peul Soudanien de notre étude sont en accord avec celles rapportées par Berbigier [2] avec des taurillons créoles (en Guadeloupe). De même, elles corroborent celles de Morais et Espinosa [14] sur des vaches zébus gestantes de quatre mois et non lactantes au pâturage à Cuba, mais différent des valeurs obtenues par Okantah *et al.* [16] sur les zébus Goudali en zone tropicale humide du Ghana. En revanche, pour le paramètre fréquence respiratoire, les valeurs sont différentes de celles obtenues par les mêmes auteurs.

Quant aux valeurs des taux d'hématocrite que nous avons obtenus, elles sont proches de celles de Hoste *et al.* [8] sur des vaches adultes de races taurines en Côte d'Ivoire : N'dama ($37,6 \pm 3,9$) et Baoulé ($34,0 \pm 3,9$). Par contre à la station de Sotuba au Mali, Keilar [10] a trouvé des valeurs moyennes nettement supérieures aux nôtres sur des zébus maure ($53,0 \pm 2,0$) et des N'dama ($52,0 \pm 2,0$).

De notre étude, les effets saison et race sont marqués sur le paramètre fréquence respiratoire. Ce paramètre, très sensible aux variations climatiques, notamment en saison sèche, présente une différence très significative entre les deux races. Toutefois, cette différence, de l'ordre de 2,3 battements respiratoires par minute n'est pas assimilable à une différence de l'adaptation face au stress thermique. Pour notre part, il s'agit simplement du fait que les zébus Azawak éliminent un peu plus de chaleur métabolique que les zébus Peul, compte tenu de l'importance relative de leur production laitière déjà soulignée par Belemshaga [1] et Boly *et al.* [5, 6]. Cette hypothèse pourrait également expliquer l'effet de la durée de la lactation sur la température rectale durant cette saison sèche.

Les valeurs extrêmes observées du taux d'hématocrite traduisent l'existence d'une légère anémie, qui résulte probablement de problèmes nutritionnels consécutifs à des pratiques d'alimentation inadaptées à la saison et aux différents stades de la lactation. Ce constat appelle des corrections adaptées aux exigences physiologiques de la production laitière des vaches.

En saison pluvieuse, il existe un effet race significatif sur le paramètre température rectale. Mais ce fait serait lié, selon nous, au nombre plus élevé des vaches de plus de dix ans des zébus de race Azawak que de race Peul Soudanien. En effet, les élevages visités se caractérisent en général par une longue exploitation de la carrière reproductive des bonnes laitières de race Azawak. De plus, à cette période, les variations de ce paramètre au niveau des zébus Azawak peuvent être imputable à la baisse naturelle du métabolisme avec l'âge [12, 17, 18].

Cette étude a permis d'évaluer les comportements physiologiques des zébus de races Azawak et Peul Soudanien soumis aux mêmes conditions climatiques du périurbain de Ouagadougou. Les résultats obtenus révèlent qu'en période de forte chaleur les vaches laitières de race Azawak éliminent beaucoup plus de chaleurs par évaporation probablement [3] pour mieux équilibrer leur bilan thermique sans exprimer l'effet quelconque d'un stress thermique. Ainsi, à l'instar des vaches laitières de race Peul Soudanien, elles développent assez bien une bonne adaptation physiologique au contexte local de l'élevage périurbain de Ouagadougou. En conséquence, leur utilisation pour la production directe est tout à fait indiquée dans les conditions de l'étude. Cependant des travaux doivent être entrepris sur les matériaux de construction et des plans des locaux et autres infrastructures d'élevage pour améliorer davantage le confort des animaux, condition indispensable à une meilleure expression de la productivité des animaux..

REMERCIEMENTS : les auteurs tiennent à remercier le Projet de Soutien à la Diffusion du Zébu Azawak (PSDZA) du Ministère des

Ressources Animales (MRA) pour le soutien financier apporté à la réalisation de l'étude.

BIBLIOGRAPHIE

1. Belemshaga D. M. A., 1993. Contribution à l'étude de la biologie et de la productivité du zébu (*Bos indicus*) Azawak en exploitation semi-intensive au Burkina Faso. Thèse Méd.Vét. Dakar, 105 pages.
2. Berbigier P., 1983. Effet du climat tropical humide sur la température rectale et les fréquences respiratoires et cardiaques des taurillons Créoles en Guadeloupe (Antilles françaises). *Ann. Zootech.*, 32 (4), 483-496
3. Berbigier P., 1987. Bioclimatologie animale : considérations sur les estimateurs de la thermotolérance. In : système d'élevage herbager en milieu équatorial. Actes du séminaire de Cayenne, 9-10/12/85, INRA, 257-273.
4. Berbigier P., 1990. Tolérance à la chaleur des taurillons en Guadeloupe. Conséquences sur la croissance et la production viande. Thèse de Doctorat, USTL, Montpellier, 168 pages.
5. Boly H., Somé S.S., Musabyimana J., Sawadogo L., Leroy P.L., 1999. Comparaison de la production laitière des zébus Azawak et leurs produits de croisement avec les taurins européens (Burkina Faso). In : Les enjeux de l'amélioration génétique sur la santé animale en Afrique subsaharienne. Séminaire CIUF/UO/SPA de Ouagadougou, 8-10/09/99, pages : 90-102.
6. Boly H., Somé S.S., Sawadogo L., Leroy P.L., 2000. Reproduction et croissance du zébu Azawak en zone Soudano-sahélienne (Station de Loumbila au Burkina Faso). *Ann. Univ.*, Ouagadougou, 8 (série), 85-98
7. Direction de la Météorologie Nationale (DMN), 2002. Données de quelques paramètres météorologiques, Ouagadougou, 4 pages.
8. Hoste C., Deslandes P., Havet A., 1982. Etude des hématocrites dans deux populations taurines de Côte d'Ivoire (Note technique). CRZ Bouaké-Minankro, n°12, Zoot., 33 pages.
9. Kaboré A, 2002. Adaptation physiologique des bovins Azawak aux conditions éco-climatiques et techniques des élevages périurbains de Ouagadougou (Burkina Faso). Mémoire de fin de cycle IPR/IFRA de Katibougou, Université du Mali , 52 pages.
10. Keilar T., 2001. Contribution à l'étude du profil sanguin du zébu Maure, de la N'dama et de leur métis avec la Rouge des steppes à la station de recherche agronomique de Sotuba. Mémoire IPR/IFRA de Katibougou, Université du Mali, 24 pages.
11. King J. M., 1989. Influence du climat et de l'alimentation sur les besoins en eau du bétail en Afrique tropicale. *CIPEA*, n°17, 94 pages.
12. Kolb E., 1975. L'équilibre thermique. In : Physiologie des animaux domestiques. Eds. VIGOT FRERES, Paris VI^e, p : 601-618.
13. Ministère des Ressources Animales (MRA), 1998 – Rapport général de l'atelier national sur la politique laitière- Bobo-Dioulasso, 111 pages.-
14. Morais Y., Espinosa J., 1979. Efecto de la temperatura ambiental y la humedad relativa sobre la temperatura rectal y la frecuencia respiratoria en vacas cebu no lactantes. *Rev. Salud Animal*, vol.1, n°1, 83-88.
15. Morand-Fehr P., Doreau M., 2001. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis à un stress de chaleur. *INRA Prod. Anim.*, 14, 15-27.
16. Okantah S.A., Aggrey S.E., Amoako K.J., 1992. The effect of diurnal changes in ambient temperature on heat tolerance in some cattle breeds and crossbreeds in a tropical environment, *Bull. Anim. Prod. Afr.*, 41, 33-38.
17. Pagot J., 1985. L'élevage en pays tropicaux. *Tech. Agri. Prod. Trop.*, 526 pages.
18. Ruckebusch Y., 1981. Homéothermie et bioénergétique. In : Physiologie, Pharmacologie, Thérapeutique animales. Eds. MALOINE S.A., 2^e édition, Paris, 181-198.

19. Snedecor G.W., Cochran W., 1971. Méthodes statistiques. *Association technique agricole*, Paris (édition française), 649 p
20. Tamboura H.H., Kaboré H., BORO I., Maiga A., Neya S., Koanda S., Ima S., 1999. Etude bilan de la filière lait au Burkina Faso. INERA, Ouagadougou, 68 pages.
21. Tamboura H.H., Nianogo A.J., Somé A., Zitkoum A., 1996. Etude de la production laitière dans la province du Soum– INERA, Ouagadougou, 49 pages.
22. Yassen A.M., 1977. Respiratory responses of N'dama and Boran cattle to climatic condition in Nigeria. *World Rev. Anim. Production*, 13, 2, 33.