



Influence de l'indice de température et d'humidité relative de l'air sur la fécondité de la vache Borgou élevée selon deux modes d'élevage au Bénin

G.B. KOUTINHOIN¹, A.K.I. YOUSSAO^{1*}, P. TOBADA¹, T.M. KPODEKON¹,
et V. ADIMATIN¹

*Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Production et Santé Animales,
01 BP 2009 Cotonou, Bénin.*

** Auteur correspondant, E-mail : issaka.youssao@epac.uac.bj, Fax : 00 229 21 36 01 99,
Tél : 00 229 95 28 59 88 / 97 91 20 74.*

RESUME

L'effet de l'indice de température et d'humidité relative de l'air (ITH) sur la fécondité des vaches Borgou a été évalué à la Ferme d'Élevage de l'Okpara (FEO) et dans 25 élevages traditionnels périurbains de Parakou. Au total, 383 vêlages ont été enregistrés à la FEO et 326 vêlages ont été obtenus dans les élevages traditionnels. Les taux de fécondité ont été comparés par le test de Z. Le taux de fécondité a été de 76,6% et de 65,2%, respectivement à l'Okpara et en élevage traditionnel. De janvier à mai et d'octobre à décembre (saison sèche), les valeurs d'ITH étaient élevées tandis que les taux de vêlage étaient relativement faibles dans les deux systèmes d'élevage. Par contre, de juin à septembre (saison pluvieuse), les ITH ont été faibles alors que les différents taux de vêlages ont été plus élevés (pic de vêlage) à la FEO comme en milieu traditionnel. L'ITH mensuel est négativement associé aux taux de vêlage à la FEO ($r = -0,31$, $P < 0,01$) et en élevages traditionnels ($r = -0,29$, $P < 0,01$). La fécondité des vaches et le taux de vêlage sont donc affectés par le stress thermique.

© 2009 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Bovin, vêlages, reproduction, saison, Bénin.

INTRODUCTION

Le stress est défini comme un facteur qui porte atteinte à la physiologie de l'animal et par voie de conséquence à l'état d'équilibre de l'individu. Ainsi, un organisme tente de restaurer son équilibre interne par la mise en jeu d'une réponse rapide lors d'un danger immédiat ou de variations de fortes amplitudes thermiques qui font intervenir les réflexes de type orthosympathique. Face à un stress beaucoup moins brutal qui met l'animal dans une situation de malaise, l'axe hypothalamo-hypophysaire intervient en libérant d'ACTH puis de glucocorticoïdes (Koutinhoun, 2004). Le stress peut être dû

aux facteurs thermique, nutritionnel, social, ou provenir de désordres physiologiques, pathogènes ou toxiques (Besnard, 1985; Rensis et Scaramuzzi, 2003).

Lorsque par exemple la température ambiante est telle que les possibilités adaptatives de la thermorégulation sont dépassées, l'animal se trouve dans un état de stress thermique. Le stress de la chaleur est un des facteurs limitant des performances de production et de reproduction sous climat chaud. L'organisme d'un animal stressé tend à rétablir au mieux l'équilibre thermique mais toujours au détriment de sa capacité productive et reproductive (Besnard, 1994 ;

© 2009 International Formulae Group. All rights reserved.

Rensis et Scaramuzzi, 2003). Le stress de chaleur est responsable d'importantes pertes économiques dans l'industrie laitière (Ravagnolo et Misztal, 2002). A thermoneutralité, la vache peut maintenir son homéostasie sans usage excessif d'énergie pour la thermorégulation ; l'énergie est alors disponible pour maintenir les conditions optimales de bonne santé et de bonnes performances de reproduction (Youssef, 1985 ; Orihuela, 2000). Quand il fait chaud, l'animal utilise l'énergie directe, provenant des réserves corporelles, pour éliminer l'excès de chaleur et maintenir l'équilibre de la balance thermique interne. Ceci n'est toujours pas suffisant, par conséquent, la température du corps augmente et affecte plusieurs de ses fonctions. Ainsi, la viabilité des ovules et des spermatozoïdes baisse considérablement lorsque les températures du corps sont plus élevées que la normale, entraînant ainsi de bas taux de fertilité et de fécondité (Stott et Williams, 1969 ; Rensis et Scaramuzzi, 2003). Les températures élevées affectent le développement des jeunes embryons qui sont très vulnérables dans les premiers jours de vie (Rensis et Scaramuzzi, 2003). Le stress thermique dû à la chaleur implique essentiellement des températures externes très élevées. Il est accentué par des rayonnements solaires directs ou indirects, des mouvements d'air réduits et une humidité relative élevée (Alba *et al.*, 1999). Bien que la température ambiante soit la composante principale du stress thermique, la part de l'humidité ambiante n'est pas négligeable. Pour cette raison, l'indice de température et d'humidité relative de l'air (ITH) est utilisé pour mieux estimer l'effet synergique de ces deux variables climatiques sur la reproduction des animaux (Bouraoui *et al.*, 2002).

Le but de cette étude est de contribuer à une meilleure caractérisation des performances de reproduction de la race Borgou à travers l'évaluation des effets de l'ITH relative de l'air sur la fécondité des vaches Borgou de la Ferme d'Élevage de

l'Okpara (FEO) et des élevages périurbains de Parakou. Pour y parvenir, il s'agira de déterminer de manière spécifique, les taux de vêlage mensuels et de fécondité annuels respectivement au niveau de la ferme de l'Okpara et des élevages périurbains de Parakou et ensuite d'évaluer l'influence de l'ITH sur la fécondité des vaches Borgou dans les deux modes d'élevages.

MATERIEL ET METHODES

Cadre d'étude

Les données collectées et analysées proviennent de la FEO située dans la Commune de Tchaourou et à 15 km de la ville de Parakou et des élevages traditionnels situés dans la zone périurbaine de la ville de Parakou, dans un rayon de 15 à 20 km (Figure 1). Situées dans le Département du Borgou, les Communes de Parakou et de Tchaourou bénéficient d'un climat de type soudanien caractérisé par la succession d'une saison pluvieuse (mai à octobre) et d'une saison sèche (novembre à avril) (Adam et Boko, 1983). La pluviométrie annuelle est de 1100 mm environ avec une hauteur maximale de pluies en juillet et en août. Les moyennes de températures annuelles varient entre 26 °C et 28 °C avec les maxima qui oscillent entre 35 °C et 38 °C (mars à avril) et les minima entre 18 °C et 21 °C pendant la période d'harmattan (décembre à janvier). Les valeurs moyennes de l'humidité relative de l'air varient de 22 à 84% avec des maxima oscillant entre 90 à 96% (mai à octobre) et des minima de 11 à 25% (novembre à avril) (ASECNA, 2007).

Mode d'élevage à la ferme d'élevage de l'Okpara

Le mode d'élevage est de type semi amélioré. Les animaux adultes passent la journée au pâturage entre 9 h et 17 h et les veaux sont gardés dans les parcs. Tous les animaux passent la nuit dans un parc. En général, l'alimentation est basée sur l'exploitation du pâturage naturel et des prairies artificielles. La composition et la

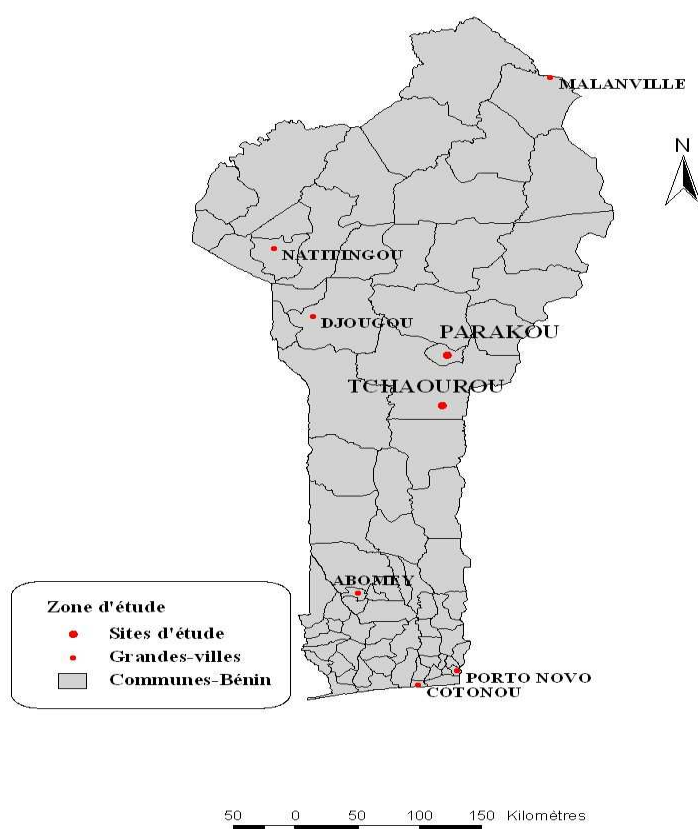


Figure 1 : Milieu d'étude.

valeur nutritive de ces pâturages varient en fonction de la pluviosité. Pendant la saison pluvieuse, de mai à octobre, les parcours naturels repoussent et le pâturage est abondant et riche. Les graminées dominent dans la strate herbacée dont les espèces sont consommées à divers stades de développement. Les genres de graminées les plus consommées sont *Andropogon*, *Hyparrhenia*, *Pennisetum*, *Setaria*. La fin de la période de croissance végétative (novembre et décembre) coïncide souvent avec l'avènement des feux de brousse annuels. Les parcours naturels restent nus pendant les quatre premiers mois de l'année et le pâturage est essentiellement à base de fourrages ligneux pendant cette période, seuls les bas-

fonds et les abords des cours d'eaux de l'Okpara et de ses affluents offrent des graminées vertes. Les animaux bénéficient également des résidus de récolte issus de diverses cultures telles que le mil, le coton, le manioc, etc. Les prairies artificielles sont constituées de *Brachiaria ruziziensis*, de *Stylosanthes sp.* et *d'Andropogon gayanus*, utilisés sous forme d'ensilage. Une complémentation en ensilages, tourteau de coton, sel de cuisine, pierre à lécher est assurée aux animaux de la ferme en fonction des disponibilités pendant la période de transition entre la saison sèche et la saison des pluies.

Le suivi sanitaire des animaux est basé sur les traitements préventifs réalisés selon un

calendrier préalablement mis au point. Il concerne des vitamino-préventions et l'administration d'oligo-éléments, des traitements préventifs contre la trypanosomose, les parasitoses gastro-intestinales, les tiques et autres arthropodes. Le programme national de prophylaxie contre les grandes épizooties prend en compte les vaccinations contre la pasteurellose, la péripneumonie contagieuse bovine (PPCB). Les maladies occasionnelles sont traitées spécifiquement en fonction des cas cliniques.

La reproduction est basée sur la monte naturelle. Un programme de gestion de la reproduction a été conçu et mis en application en octobre 1994, mettant ainsi fin à la monte libre. Chaque année, deux montes sont organisées, l'une en janvier et février et l'autre d'août à octobre. Les naissances sont enregistrées entre octobre et novembre et entre juin et juillet.

Mode d'élevage en milieu traditionnel

Dans le système traditionnel, les bovins pâturent en moyenne 8h par jour dont la majeure partie de ce temps est consacrée au déplacement. En saison sèche, les animaux se déplacent après la traite matinale vers 8-9 heures et reviennent vers 18-19 heures. Compte tenu de la rareté du pâturage pendant cette période, les animaux parcourent de très longues distances à la recherche du fourrage et des résidus de récolte. Ils s'abreuvent entre 12 et 13 heures. En saison des pluies, les travaux agricoles nécessitent tous les bras valides, par conséquent, les animaux ne sont libérés qu'après les travaux champêtres. La durée de pâturage diminue fortement, les bovins sortent vers 10-11 heures et reviennent plus tôt, vers 16-17 heures.

Le suivi sanitaire est assuré par les agents d'élevage installés dans la ville de Parakou et les villages environnants et à la demande de l'éleveur. La reproduction dans les élevages traditionnels est également basée sur la monte libre et les naissances sont enregistrées tout au long de l'année.

Collecte des données

Les données se rapportent à 383 vêlages enregistrés sur les 500 vaches Borgou identifiées au début des travaux à la ferme de l'Okpara et à 326 vêlages obtenus à partir de 500 vaches Borgou choisies dans 25 élevages traditionnels situés dans la zone d'étude. La collecte des données de température et de l'humidité relative de l'air a été faite à la station météorologique de l'ASECNA de la ville de Parakou. Ces données ont permis de calculer l'Indice de Température et d'Humidité (ITH) relative de l'air.

Calcul des ITH et détermination des mois des saillies fécondantes correspondant

La température et l'humidité mensuelles ont été enregistrées de 2005 à 2006. L'effectif des troupeaux, le nombre de vaches et de veaux nés ont été enregistrés par mois à la FEO et dans les élevages traditionnels. La température et l'humidité des mois de saillie ont été identifiées à partir des dates de mise-bas.

En l'absence de diagnostic précoce de gestation, l'estimation des mois de saillies fécondantes a été faite à partir des mois de vêlage ; la durée de la gestation étant en moyenne de 9 mois chez les bovins. En considérant comme point de repère les mois de vêlage, les mois de saillies fécondantes ont été estimés en comptant dans le sens inverse des mouvements des aiguilles d'une montre 9 mois à partir du mois de vêlage.

Après avoir identifié les mois de saillies fécondantes, l'ITH a été ensuite calculé selon la formule suivante décrite par Bouraoui et al. (2002) :

$$ITH = 1,8 \times T - (1 - HR) \times (T - 14,3) + 32$$

Où **T** est la moyenne mensuelle des températures minimales et maximales en degrés Celsius (°C) et **HR** est la moyenne mensuelle des humidités relatives maximales

et minimales (exprimé comme une fraction de l'unité).

Estimation des taux de fécondité et de vêlage

Les taux de fécondité annuelle ont été aussi calculés à la FEO et dans les élevages traditionnels. Le taux de fécondité est obtenu en faisant le rapport entre le nombre de naissances annuelles et le nombre de vaches mises en reproduction. Quant au taux de vêlage mensuel, il est obtenu par le rapport entre le nombre de vêlages mensuels et le nombre de vêlages annuels.

Analyses statistiques

La comparaison entre les différents taux de fécondité des modes d'élevage a été faite par le test bilatéral de Z du logiciel Statistica (2003). La corrélation entre l'ITH et respectivement les taux de fécondité des vaches dans les modes d'élevage traditionnel et semi-amélioré ont été calculés par le même logiciel.

RESULTATS

Température, Humidité et ITH

Les températures moyennes mensuelles ont variées de 25,2 à 30,8 °C. La valeur minimale (25,2 °C) a été obtenue en août et la maximale (30,8 °C) en mars. En ce qui concerne l'humidité relative de l'air, les moyennes ont varié de 32,1 à 81,6%. La valeur maximale (81,6%) a été enregistrée en août et la minimale (32,1%) en janvier.

La valeur d'ITH la plus élevée (80,0) a été obtenue en avril et la plus faible (72,3) en janvier. L'évolution de la température, de l'humidité et de l'ITH au cours de l'année est représentée dans la figure 2. L'ITH mensuel a été positivement corrélé aux températures mensuelles ($r = 0,52$, $P < 0,001$) et à l'humidité relative mensuelle ($r = 0,37$, $P < 0,001$).

Taux de fécondité

Les taux de fécondité annuelle ont été de 76,6% et de 65,2%, respectivement à la

ferme de l'Okpara et dans le milieu traditionnel. Les vaches ont été significativement plus fécondes à l'Okpara ($P < 0,001$) par rapport à celles élevées dans le milieu villageois.

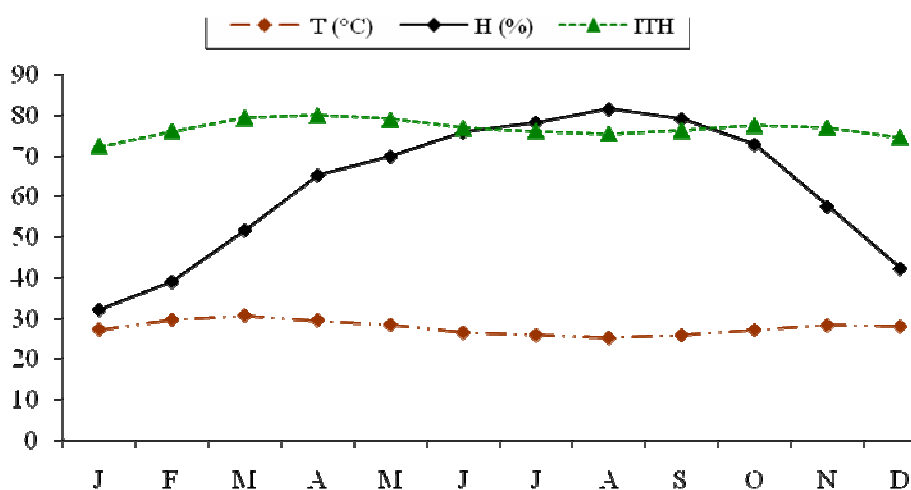
Relation entre ITH et taux de vêlage

La figure 3 présente la relation entre l'ITH et le taux de vêlage. L'évolution du taux de vêlage a été identique dans les deux systèmes d'élevage. Au cours des périodes sèches, de janvier à mai et d'octobre à décembre, les taux de vêlage ont été faibles quelque soit le mode d'élevage. Cependant, au cours des mêmes périodes, les valeurs d'ITH étaient élevées tandis que les taux de vêlage étaient relativement faibles dans les deux systèmes d'élevage. La saison pluvieuse (juin à septembre) est marquée par des taux élevés et atteignent leurs pics en août. Les valeurs obtenues sont de 27,94% et 20,25%, respectivement à l'Okpara et en élevages traditionnels. Au cours de la même saison (saison pluvieuse), les ITH ont été faibles alors que les différents taux de vêlages ont été plus élevés (pic de vêlage) à l'Okpara comme en milieu traditionnel. Ainsi, la valeur d'ITH la plus élevée (80,0) est associée aux faibles taux de vêlage avec des taux de 6,3 et 5,2%, respectivement à l'Okpara et en milieu traditionnel et, la faible valeur d'ITH (72,3) correspond à des taux de vêlage les plus élevés à la FEO (7,3%) et dans les élevages traditionnels (7,7%). L'ITH mensuel est négativement associé aux taux de vêlage à la FEO ($r = - 0,31$, $P < 0,01$) et en élevages traditionnels ($r = - 0,29$, $P < 0,01$).

DISCUSSION

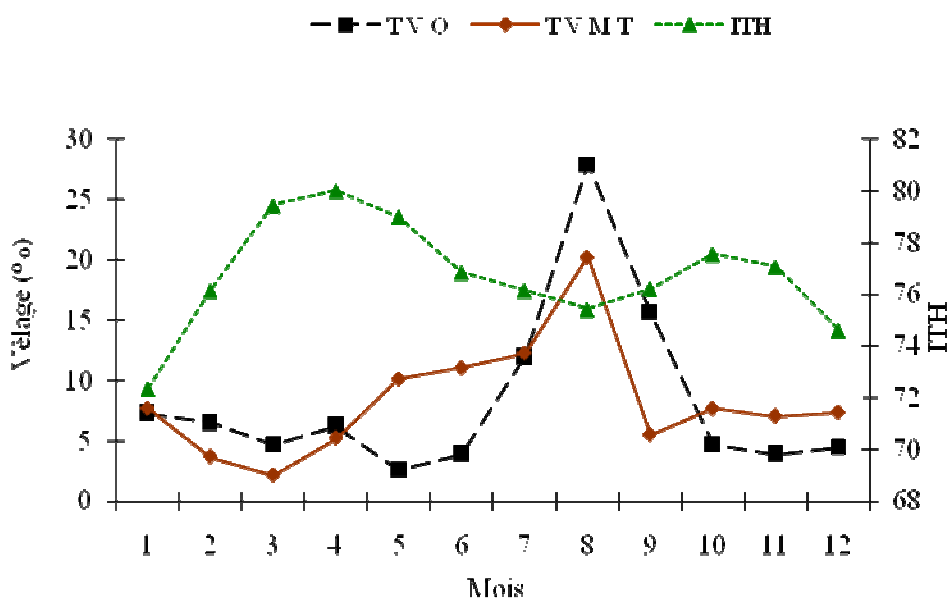
Température, Humidité et ITH

La figure 2 fait état d'une variation de l'ITH en fonction de la température ambiante et de l'humidité relative au cours de l'année. Ainsi, de janvier à mai et d'octobre à décembre (saison sèche), les moyennes de température ambiante mensuelle sont élevées et celles de l'humidité relative de l'air sont



T : Température ; H : Humidité ; ITH : Indice de Température et d'Humidité ;

Figure 2: Température, Humidité et ITH.



TV O : Taux de Vêlage à l'Okpara TVET : Taux de Vêlage en Elevage Traditionnel
ITH : Indice de Température et d'Humidité

Figure 3: Relation entre ITH et taux de vêlage.

faibles. Les valeurs de la température ambiante et celles d'ITH expriment toutes la même tendance. A l'opposé, pendant les mois de mai à septembre (saison pluvieuse) où les moyennes de température sont faibles et celles de l'humidité de l'air sont élevées, les valeurs d'ITH sont faibles. Ainsi, pendant la saison sèche où les températures ambiantes sont très élevées et les taux d'humidité faibles, les ITH sont élevés. Le phénomène contraire est observé au cours de la saison des pluies où les températures sont faibles et les taux d'humidité élevés. Cette variation de l'indice de température et d'humidité en fonction des saisons est observée sous d'autres climats. Ainsi, au cours d'une étude menée sous un climat méditerranéen, Bouraoui *et al.* (2002) ont enregistré une valeur d'ITH faible pendant le printemps ($68 \pm 3,8$) avec la moyenne des températures ambiantes faibles ($21,6 \text{ }^\circ\text{C}$) et celle d'humidité relative élevées (55,7%). Pendant l'été où les moyennes de température sont élevées ($29,8 \text{ }^\circ\text{C}$) et celles d'humidité sont faibles (45,9%), avec une valeur d'ITH élevée ($78 \pm 3,23$) (Bouraoui *et al.*, 2002). Les résultats de la présente étude sont en accord avec ceux de Bouraoui *et al.* (2002).

Taux de fécondité

La valeur de 76,6% obtenue dans la présente étude à l'Okpara est faible par rapport à celle obtenue en 2005 par Adjou (2006) ($81,55 \pm 2,85\%$) dans le même centre d'élevage. Cependant, ce taux est très proche de celui obtenu par Youssao *et al.* (2000), qui est de $78 \pm 8,4\%$ et plus élevé que ceux obtenus en milieu traditionnel par Déhoux et Hounsou-vê (1993), soit 64,4% et 66,9%, respectivement dans les élevages sédentaires et transhumants. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que les animaux de la ferme jouissent d'une bonne alimentation grâce à l'apport des compléments alimentaires.

Quant aux élevages traditionnels, le taux obtenu est identique à ceux rapportés par

Adamou-N'diaye (2002) dans les élevages traditionnels, par Déhoux et Hounsou-Vê (1993) en élevage traditionnel sédentaire et en élevage traditionnel transhumant dans le même Département. Ce taux est plus faible en élevage traditionnel qu'à la FEO. Les conditions d'élevage à la FEO (suivi sanitaire, alimentation, abreuvement et autres) stimuleraient la fécondité des vaches. Les faibles valeurs de fécondité enregistrées en milieu traditionnel seraient dues à la sous-alimentation observée pendant la saison sèche (Déhoux et Hounsou-Vê, 1993) qui retarde la maturité sexuelle et inhibe l'activité ovarienne. En effet, à la différence des animaux des élevages traditionnels, ceux de la ferme de l'Okpara reçoivent des compléments alimentaires (tourteau de coton, foin, pierres à lécher, etc.) pendant la saison sèche. Ils reçoivent également un suivi sanitaire permanent leur permettant de traverser cette période rude dans de bonnes conditions (Youssao *et al.*, 2001). Par ailleurs, le choix des reproducteurs, trop jeunes et peu nombreux (environ 45% des troupeaux n'ont qu'un seul taurillon comme géniteur), et une trop grande proportion de vieilles femelles improductives, révèlent des lacunes dans la gestion du troupeau des élevages traditionnels (Déhoux et Hounsou-Vê, 1993). Il est aisé de constater que la bonne nutrition et le bon suivi sanitaire constituent des atouts pour l'expression d'une bonne fécondité chez la vache Borgou. Par contre, la sous-alimentation liée à la carence en minéraux, en oligo-éléments et en vitamines compromet les chances de bonne fécondité.

Relation entre ITH et taux de vêlage

Au cours des mois les plus chauds de l'année, c'est-à-dire de janvier à mai et d'octobre à décembre, les saillies réalisées ont engendré de faibles taux de vêlage. Cette période correspond aux fortes chaleurs et à la sécheresse. Cette situation traduit dans les élevages le visage réel de la physiologie de la

reproduction et met en évidence l'influence aussi bien de l'alimentation que de la chaleur sur la fertilisation des gamètes et des embryons. Par contre, les ITH des mois de juin à septembre sont faibles et ont induit des taux de vêlage les plus élevés dans les deux modes d'élevage. Ces mois correspondent à la saison des pluies qui favorisent la disponibilité d'eau et de fourrage et assurent un environnement relativement plus confortable aux animaux. De ce fait, les valeurs d'ITH de cette période ont induit un environnement favorable au processus d'ovulation encore plus à celui de la fécondation.

Les résultats obtenus sont similaires à ceux de Alba *et al.* (1994). Ces auteurs ont mis en évidence l'effet de la température et de l'humidité sur la fertilité et la fécondité des vaches laitières. Ils ont révélé que les fortes températures d'été, associées à une élévation de l'humidité relative de l'air produisent un effet défavorable sur le taux de fertilité et de fécondité des vaches laitières à Cuba. Les résultats obtenus par Chemineau (1994) ont révélé que la température, surtout les hautes températures, affectent la reproduction, tant chez le mâle que chez la femelle, et cela pour toutes les espèces. Ingraham *et al.* (1974) ont observé une chute du taux de gestation de 55 à 10% au fur et à mesure que l'indice de température et d'humidité relative augmente de 70 à 84. Koutinhouin (1994) rapporte que les vaches inséminées au cours des périodes les plus froides de l'année ont présenté un taux moyen de fertilité plus élevé que celles inséminées au cours des périodes de chaleur. Ainsi, la température de la période de saillie joue un rôle déterminant dans la fécondité des vaches. Ceci justifie les faibles taux de fécondité obtenus pendant les mois de janvier à mai et d'octobre à décembre au cours de notre étude. Agabriel et Doreau (2003) révèlent que les chaleurs excessives entraînent une perturbation de l'organisme animal en ce sens que l'animal n'est plus capable de réguler sa température corporelle qui augmente. Ils

ajoutent que l'animal se trouvant en situation d'inconfort thermique mange moins et que l'augmentation de température de 25 à 40 °C peut réduire la consommation d'aliments de 40 à 60%.

Par ailleurs, la variation du taux de fécondité en fonction de l'ITH observée au cours de cette étude corrobore celles obtenues par Ingraham *et al.* (1974). Les résultats de leur étude sur des vaches Holstein rapportent que les taux de gestation des vaches inséminées le même jour sous différentes conditions d'indices de chaleur, 66 et 76 sont respectivement de 67% et de 21%. Koutinhouin (2004) indique par ailleurs l'importance d'une alimentation adéquate et suffisante au cours des premières semaines de gestation qui diminue le taux de mortalité embryonnaire chez la vache. Il ressort de l'étude de Wattiaux (2003) sur la reproduction et la nutrition, que la déficience en énergie ou l'équilibre énergétique négatif représente l'une des causes les plus connues d'infertilité due au déséquilibre nutritionnel. En effet, il fait remarquer que le taux de conception est bas pour les vaches inséminées pendant la phase de perte de poids vif. Cependant, le taux de conception s'améliore nettement chez les vaches dont l'équilibre énergétique redevient positif (vaches qui prennent du poids). De même, les carences en protéines sont tenues pour responsables de l'infertilité. Les bovins soumis à une petite carence en vitamine A ont un taux de fécondation médiocre.

Contrairement aux résultats de la présente étude, l'ITH n'a pas eu d'effet sur la fécondité et la fertilité chez les lapines élevées en station (Houénon, 2005). Cette différence pourrait être due au fait que les animaux soient soumis à de bonnes conditions d'élevage (alimentation, suivi sanitaire, etc.).

Conclusions

L'effet de l'indice de température et d'humidité relative de l'air sur la fécondité de la vache Borgou a été réalisé dans deux modes d'élevage différents. Il

ressort de cette étude que l'amélioration du mode d'élevage est proportionnelle à l'augmentation du taux de la fécondité. La fécondité et la variabilité du taux mensuel de vêlage des vaches Borgou ont été également affectées entre autres par l'indice de température et d'humidité relative de l'air, surtout de janvier à mai et d'octobre à décembre. Les mois de confort thermique et au cours desquels ont été associés les taux de vêlages les plus élevés correspondent à ceux de juin à septembre. La fécondité des vaches ou le taux de vêlage sont donc affectés par le stress thermique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adam KS, Boko M. 1983. *Le Bénin*. Edicef : Paris.
- Adamou-N'diaye M, Gbangboche AB, Ogodja OJ, Hanzen C. 2002. Fécondité de la vache Borgou au Bénin : effet de l'âge au premier vêlage sur l'intervalle entre vêlages. *Revue Élev. Méd. vét. Pays Trop.*, **55**(2): 159-163.
- Adjou Moumouni PF. 2006. Evaluation des performances zootechniques des bovins de race Borgou en sélection à la ferme d'élevage de l'Okpara, Bénin. Thèse de Doctorat en médecine vétérinaire. Ecole Inter-Etats des Sciences et Médecine Vétérinaire de Dakar (*E.I.S.M.V.*), Dakar, N° 20, p. 121.
- Agabriel J, Doreau M. 2003. Conséquences sur les performances ; cas des troupeaux allaitants. Unité de Recherche sur les Herbivores, INRA, 5p.
- Alba GOL, Koutinhouin GB, Torres RL. 1999. Le dysfonctionnement du « corpus luteum » comme cause possible de repeat-breeding des vaches Holstein. *Arch. Reprod. Anim.*, **8**: 40-45.
- ASECNA. 2007. Rapport annuel d'activité, Cotonou, p. 154.
- Besnard C. 1985. Météorologie et reproduction dans l'espèce bovine. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil, France, p. 161.
- Bouraoui R, Mondher L, Abdesslem M, M'nouer D, Ronald B. 2002. The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Anim. Res.*, **51**: 479-491.
- Chemineau P. 1994. Influence du climat sur l'élevage. *Revue Mond. Zootech.*, **5**: 49.
- Dehoux JP, Hounsou-Ve G. 1993: Productivité de la race bovine Borgou selon les systèmes d'élevage traditionnels au Nord-Est du Bénin. *Revue Mond. Zootech.*, **74/75**(1/2): 36-48.
- Houenon R. 2005. Effet des saisons de l'année et de l'indice-température-humidité sur la prolificité, la fertilité et la fécondité des lapines au Centre Cunicole de Recherche et d'Information. Mémoire d'Ingénieur des Travaux d'Elevage, Université d'Abomey-Calavi, Abomey Calavi, Bénin, 68p.
- Ingraham RH, Gillette DD, Wagner WD. 1974. Relationship of temperature and humidity to conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *J. Dairy Sci.*, **57**: 476-481.
- Koutinhouin GB. 1994. Le dysfonctionnement du corpus lutéum associé à quelques facteurs climatiques dans le syndrome "REPEAT-BREEDING" chez des vaches Holstein de Cuba. Thèse de Doctorat, Université Centrale de Las Villas, Las Villas, p.240.
- Koutinhouin GB. 2004. Syllabus de Biotechnologie de la reproduction. Université d'Abomey-Calavi, Ecole Polytechnique d'Abomey-Calavi, Département de Production et Santé Animales, Abomey-Calavi, 134p.
- Orihuela A. 2000. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. *App. Anim. Behav. Sci.*, **70**(1): 1-16.
- Ravagnolo OI, Miszta L. 2002. Effect of Heat Stress on Nonreturn Rate in Holsteins: Fixed-Model Analyses. *J. Dairy Sci.*, **85**, **11**: 3101-3106.

- Rensis FD, Scaramuzzi RJ. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow: a review. *Theriogenology*, **60**(6): 1139
- Statistica 2003. Statistica, version monoposte 6.0.
- Stott GH, Williams RJ. 1969. Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures. *J. Dairy Sci.*, **45**: 1369.
- Wattiaux AM. 2003. Reproduction et Sélection Génétique : Gestation et vêlage. Institut Babcock. Adresse : <http://babcock.cals.wisc.edu/about/term.en.html> Consulté le 10/11/2006.
- Youssao AKI, Ahissou A, Idrissou N-D, Toure Z, Leroy PL. 2001. Viabilité des bovins de race Borgou à la Ferme d'élevage de l'Okpara. *Tropicultura*, **19**(2): 65-69.
- Youssao AKI, Ahissou A, Toure Z, Leroy PL. 2000. Productivité de la race Borgou à la ferme d'élevage de l'Okpara au Bénin. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop.*, **53**(1): 67-74.
- Youssef MK. 1985. Thermoneutral zone. In: *Stress Physiology in Livestock* (Vol. 1). CRC Press: Boca Raton, FL; 47-54.