



Cirad
Campus de Baillarguet

34 398 MONTPELLIER Cedex 5
France

Le pic de LH et l'ovulation chez les bovins

Note bibliographique

Par ***Moussa Zongo¹, Christian Meyer² et Laya Sawadogo¹***

1. UFR/SVT, Université de Ouagadougou, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.
2. UR18 Systèmes d'élevage et produits animaux, Dep. Environnement et Société, TA C18/A, BP 5035, 34 398 Montpellier Cedex 5, France

Juillet 2009

Résumé

Le moment pour inséminer les vaches sur chaleurs naturelles est lié au moment de l'ovulation, lui-même lié au moment du pic de LH. Les chaleurs des zébus (*Bos indicus*) sont plus courtes que celles des taurins (*Bos taurus*). Le pic de LH est précoce chez les zébus et variable chez les taurins. Le moment de l'ovulation est souvent plus précoce chez les zébus (de 18,5 h à 30 h après le début des chaleurs observées) que chez les taurins (entre 29 et 38,5 h) et il en résulte que le bon moment pour inséminer est plus précoce chez les zébus (5-9 h en Afrique de l'Est, 12-13 h en Afrique de l'Ouest) que chez les taurins (16-18 h après le début des chaleurs). Ces moments devraient donc être étudiés en un lieu donné pour chaque race et éventuellement chaque technique de synchronisation/induction des chaleurs.

Mots-clés : Zébu – Reproduction – Pic de LH – Ovulation – Moment de l'insémination artificielle

Abstracts

The time to inseminate cows during natural oestrus is linked to the time of ovulation which is linked to the time of LH peak. Oestrus duration in zebu cattle (*Bos indicus*) is shorter than in taurine cattle (*Bos taurus*). The LH peak is early in zebus and variable in taurines. The ovulation time is often earlier in zebus (18.5 to 30 h after heat is detected) than in taurines (29 to 38.5 h), therefore the better time to inseminate is earlier in zebus (5-9 h in East Africa, 12-13 h in West Africa) than in taurines (16-18 h after oestrus onset). These times should be studied in a given area for each breed and if necessary for each synchronisation/induction of heats technique.

Key-words : Zebu – Reproduction – LH peak – Ovulation – Time of artificial insemination

Introduction

Le moment de l'insémination artificielle par rapport aux chaleurs naturelles ou synchronisées est un facteur important de la réussite de l'insémination. Le moment optimum varie avec les races de bovins, l'état physiologique (vaches ou génisses) et le pays. Le moment optimum dépend étroitement du moment de l'ovulation. Les spermatozoïdes de taurins survivent environ 24 heures dans les voies génitales de la femelle et mettent 5 heures pour remonter jusqu'à l'oviducte. Les ovules peuvent survivre et sont fécondables pendant 5 heures en moyenne après l'ovulation. Chez les taurins (*Bos taurus*) en Europe les chaleurs durent 18 heures en moyenne (de 16 à 20 heures) et l'ovulation a lieu environ 13 heures (de 12 à 14 heures) après la fin des chaleurs. Il en résulte que les inséminations faites entre 7 heures et 36 heures après le début des chaleurs peuvent donner de bons résultats avec un optimum 16 heures après le début des chaleurs, soit 2 heures avant la fin des chaleurs (Craplet et Thibier, 1973, p. 68). La connaissance du moment de l'ovulation permet de comprendre à quels moments inséminer pour une bonne fertilité.

Le but de cette note est de rassembler des données sur le pic de LH et l'ovulation chez les bovins domestiques qui pourraient expliquer les différences dans les moments optimaux pour inséminer selon la race de bovin et les méthodes de synchronisation/induction des chaleurs et de compléter ainsi les données de nos propres travaux.

En 2001, nous avons trouvé $40,5 \pm 1,87$ heures après l'arrêt du traitement des pics de LH de $25,28 \pm 6,03$ ng/ml durant $7,5 \pm 2,1$ heures en moyenne chez 5 taurins Gourunsi après induction de l'oestrus avec des implants de progestagènes combinés à de la prostaglandine et de la PMSG. Sur 5 zébus Azawak soumis au même protocole, la même technique de dosage n'a pas bien détecté les pics de LH, mais une augmentation moyenne du taux de LH pendant l'oestrus ($2,00 \pm 0,30$ ng/ml) et la phase lutéale ($2,18 \pm 0,18$ ng/ml) des vaches en activité lutéale par rapport au taux de base de $1,76 \pm 0,32$ ng/ml (Zongo *et al.*, 2001b). Par ailleurs, chez 8 vaches Goudali, les ovulations ont été observées par échographie transrectale entre 22 et 26 heures après le début des chaleurs (Pitala *et al.*, 2004).

Rappels sur le pic de LH et l'ovulation chez les bovins

La LH ou lutropine est une hormone gonadotrope sécrétée par l'antéhypophyse et dont la décharge cyclique inhibe la production d'oestrogènes, provoque la maturation du follicule de De Graaf sur l'ovaire, entraîne l'ovulation et favorise la croissance du corps jaune chez la vache. La LH est sécrétée le plus souvent par pulses c'est-à-dire de manière discontinue, par saccades brèves et répétées. Le pic de LH ou décharge ovulante est l'élévation brusque de son taux dans le sang, forte et passagère. Il est consécutif à la sécrétion d'hormones oestrogènes par le follicule et il se produit au cours des chaleurs chez les bovins.

L'ovulation est la libération de l'ovocyte I par le follicule mûr ou follicule de De Graaf de l'ovaire. Cet ovocyte est recueilli par le pavillon de l'oviducte où la fécondation peut se produire. Le follicule se transforme en corps jaune qui sécrète de la progestérone. Chez les bovins, l'ovulation est spontanée, déclenchée par le pic de LH (Meyer, 2009).

Durées des chaleurs

Tout d'abord, la durée des chaleurs varie entre taurins (*Bos taurus*) et zébus (*Bos indicus*) et selon le milieu. Chez les taurins des pays tempérés vivant en zones tempérées, la durée des chaleurs est de 17-18 heures en moyenne chez les vaches, et de 14 heures chez les génisses (Craplet et Thibier, 1973 ; Schams *et al.*, 1977 ; Dieleman *et al.*, 1986 ; Drost et Thatcher, 1987). Les taurins Créole ont des chaleurs de 14 heures en moyenne en Guadeloupe (Gauthier, 1986). Les taurins des zones tempérés en cas de stress thermique en Louisiane ont des chaleurs de 12-13 heures seulement (Drost *et al.*, 1987). Chez les taurins trypanotolérants Baoulé et N'Dama en Afrique de l'Ouest (Côte d'Ivoire et Burkina Faso), la durée des chaleurs est très courte, voisine de 10 à 11 heures en moyenne (Ralambofiringa, 1978 ; Chicoteau *et al.*, 1990). Chez les taurins Gourounsi au Burkina Faso, elle est de $6,1 \pm 1,4$ heures (Zongo *et al.*, 2001a). Chez les zébus, elle est voisine de 7 heures (Mattoni *et al.*, 1988 ; Plasse *et al.*, 1970) ou 10 à 13 heures en moyenne (Paparella, 1974 ; Mukasa-Mugerwa, 1989 ; Pitala *et al.*, 2005 ; Zongo *et al.*, 2009), exceptionnellement 15,3 heures en utilisant 2 taureaux boute-en-train au Mexique (Vaca *et al.*, 2007).

Par contre, il n'y a pas de différence de variation de la durée et de l'intensité entre des chaleurs naturelles et synchronisées chez les zébus (Galina, 1987). En effet, les zébus et les taurins présentent une réponse adéquate aux traitements de synchronisation de l'oestrus. Toutefois, les délais d'apparition de l'oestrus varient selon le génotype. L'apparition de l'oestrus est plus précoce chez les zébus quelque soit le traitement (Implant de progestagène ou prostaglandine), (Mattoni et Ouedraogo, 2000 ; Zongo *et al.*, 2001b ; 2009)

En Afrique de l'Est, une grande majorité des manifestations de chaleur des zébus commencent le jour (64 % Mattoni *et al.*, 1988) et leur durée plus longue en saison sèche. Les chevauchements sont pratiqués pour la plupart le jour (59 % vs 41 %, $P < 0,05$ Mattoni *et al.*, 1988) au début et à la fin de l'oestrus avec des écoulements de glaire (64 % des cas Mattoni *et al.*, 1988).

Localisation du pic de LH

Le tableau I montre que le moment du début du pic de LH varie beaucoup. Chez les taurins, il varie de 0 heures après le début des chaleurs à 7,38 voire 14-15 heures, en étant souvent proche de 5 à 6 heures. Chez les zébus Brahman, Randel (1984) rapporte une valeur faible : 0,4 heure après le début des chaleurs. L'apparition du pic de LH a en outre été appréciée par suivi de la température vaginale et de la conductivité du mucus vaginal. Fisher *et al.* (2008) ont rapporté que le pic de LH apparaît entre 4 heures et 6 heures après le début de l'oestrus. Le meilleur moment pour inséminer est ainsi environ 10 heures après le pic LH chez les taurins.

Le tableau I montre une meilleure homogénéité pour la durée qui sépare le pic LH de l'ovulation : autour de 24 heures (23 à 29,4 heures) chez les taurins et les animaux croisés et seulement 18,5 heures chez les zébus Brahman (Randel, 1984). Saumande et Humblot (2005) ont constaté en France sur des taurins Holstein que la variation de l'intervalle entre l'oestrus et le pic de LH expliquait 80,6 % de la variation

de l'intervalle entre l'œstrus et l'ovulation. Cela signifie que la connaissance du moment du pic de LH (très variable) pourrait permettre d'estimer le moment de l'ovulation et donc aussi les moments pour inséminer avec une bonne fertilité. Par ailleurs, la variation de cet intervalle peut expliquer les faibles taux de fertilité constatés lorsqu'on insémine à heure fixe.

La durée moyenne du pic de LH est proche de 8 à 10 heures. Elle varie de 5 heures (Karg, 1972) à 14 heures (dont 4 heures de montée) chez des zébus Pakistanais au Sénégal (Denis, 1981).

Moment de l'ovulation

Randel (1984) a constaté que l'ovulation des zébus est beaucoup plus précoce que celles des taurins par rapport au début des chaleurs. Le moment de l'ovulation est souvent plus précoce chez les zébus (de 18,5 h à 30 h après le début des chaleurs observées) que chez les taurins (entre 29 et 38,5 h).

De même, les travaux de Galina *et al.* (1987), rapportent que l'ovulation paraît plus précoce chez les femelles zébus synchronisées que chez celles naturellement cyclées (25,8 heures contre 30,1 heures respectivement pour les femelles synchronisées et celles naturellement cyclées). La différence de variation n'est cependant pas significative.

En outre, Saumande et Humblot (2005) ont rapporté que l'ovulation est plus précoce chez les vaches que chez les génisses. La grande différence de variation de la durée de l'intervalle entre œstrus et ovulation chez les vaches et les génisses est une cause des faibles taux de fertilité et devrait être considérée dans l'analyse des performances de reproduction.

Moment optimum de l'insémination artificielle

En Afrique du centre, Lhoste et Pierson (1975) ont suggéré des inséminations tardives environ 12 heures après observation des chaleurs chez les zébus. La fécondité dans ce cas est de l'ordre de 51 % et la pratique d'une deuxième insémination améliore la fertilité.

Des observations de Meyer *et al.* 1978, les inséminations ont donné de meilleurs résultats entre 6 et 10 heures chez les zébus Ethiopiens et entre 3 et 9 heures pour les femelles croisées.

Chez les zébus Boran traités à la prostaglandine (PGF₂α), la fertilité est variable selon le moment de l'insémination. Les proportions de gestation sont relativement élevées (56 %) pour les inséminations pratiquées environ 6 heures après le début de l'œstrus (Mukasa-Mugerwa, 1989).

Le meilleur moment pour inséminer les zébus par rapport au début des chaleurs observées (acceptation de la monte) est plus précoce chez les zébus que chez les taurins : 6 h ou 5 à 9 heures en Afrique de l'Est et 12 ou 13 heures en Afrique de l'Ouest (au lieu de 16 à 18 heures chez les taurins), soit vers le début du pic de LH (Tableau II et Figure 2).

Des inséminations artificielles ont été réalisées sur 66 femelles zébus Azawak et 20 taurins Gourounsi après pose d'implants pendant 10 jours. Les chaleurs sont apparues $24 \pm 9,4$ heures et 15 ± 3 heures après retrait des implants respectivement chez les taurins 'Gourounsi' et les zébus 'Azawak'. Lorsque les inséminations avec la semence congelée ont été pratiquées 36 à 48 heures après le retrait de l'implant, les taux de fertilité ont été faibles (0 et 12,5 %, respectivement). En revanche, lorsque les inséminations ont été réalisées 24 à 36 heures après le retrait de l'implant, les taux de fertilité ont été respectivement de 50 % et 42,3 % (Zongo *et al.*, 2001). Ainsi, pour les zébus Azawak, les résultats sont meilleurs pour des inséminations pratiquées 9 à 21 heures après le début des chaleurs que 21 à 33 heures après. Il conviendrait de faire d'autres essais avec des intervalles plus étroits entre 6 et 18 heures après le début des chaleurs pour affiner ces résultats

Conclusion

Etant donné les variations du moment du pic de LH et du moment de l'ovulation, il est nécessaire de les étudier en un lieu donné pour chaque race de bovin, pour les vaches et les génisses, en chaleurs naturelles et pour chaque méthode de synchronisation/induction des chaleurs si on désire utiliser ces méthodes.

La détermination du pic de LH par dosages de cette hormone est très contraignante. Elle demande de faire de nombreux prélèvements pour dosages à des temps très rapprochés pendant une durée assez longue, et ces prélèvements doivent éviter de stresser les animaux.

La mesure de la conductivité du mucus vaginal accompagnée de celle de la température du vagin peut permettre d'estimer le moment du pic de LH chez la vache (Fisher *et al.*, 2008). Il serait souhaitable de bien mettre au point de telles méthodes pour qu'elles soient fiables afin de pouvoir éviter les contraintes liées au dosage de l'hormone LH.

BIBLIOGRAPHIE

1. Beckers J. F., Ectors F., 1978. Dosages radioimmunologiques: applications en médecine vétérinaire. (N'oubliez pas le nom de la revue SVP) 103-115
2. Beckers J. F., Wouters-Ballman P., Ectors F., Derivaux J., 1978. Induction de l'oestrus chez les génisses en anoestrus fonctionnel. *Ann. Méd. Vét.*, **122**: 597-605.
3. Chicoteau P., Humblot P., Cloé C., Bassinga A., Thibier M., 1989. Physiological and pathological plasma profiles of progesterone and LH in indigenous West African Shorthorn cows (*Bos taurus taurus*). *Zuchthyg.*, (24): 193-200.
4. Chicoteau P., Coulibaly M., Bassinga A., Cloé C., 1990. Variations saisonnières de la fonction sexuelle des vaches Baoulé au Burkina Faso. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **43** (3): 387-393.
5. Christensen D. S., Hopwood M. L., Wiltbank J. N., 1974. Level of hormones in the serum of cycling beef cows. *J. of Anim. Sci.*, **38** (3): 577-583.
6. Craplet C., Thibier M., 1973. La vache laitière. Reproduction, génétique, alimentation, habitat, grandes maladies. [The dairy cow. Reproduction, genetics, nutrition, housing, principal diseases]. Frères Ed. Vigot, Traité d'élevage moderne, tome V, Paris, 2e ed., 1 vol., 726 p.
7. Denis J. P., 1981. Etude des niveaux hormonaux chez les zébus au Sénégal. Dakar, ISRA, LNERV, nov. 1981 117/Zoot. 4 p.
8. Dieleman S. J., Bevers M. M., Van Tol H. T. M., Willemse A. H., 1986. Peripheral plasma concentrations of oestradiol, progesterone, cortisol, LH and prolactin during the oestrous cycle in the cow, with emphasis on the peri-oestrous period. *Anim. Prod. Sci.*, **10**: 275-292.
9. Drost M., Thatcher W. W., 1987. Heat stress in dairy cows. Its effects on reproduction. *Food animal practice*, **3** (3): 609-618.
10. Fernandez O., Castellanos R., Faure R., Solano Y., 1984. Efectos estacionales del clima subtropical sobre el pico preovulatorio de LH y la secrecion de progesterona en vacas de diferentes razas. [Seasonal effects on the preovulatory LH peak and progesterone secretion in cows of different breeds in a subtropical climate]. In: Reproduction des ruminants en zone tropicale. Colloques de l'INRA n° 20, 8-10 juin 1983, Pointe-à-Pitre, p. 497.
11. Fisher A. D., Morton R., Dempsey J. M. A., Henshall J. M., Hill J. R., 2008. Evaluation of a new approach for the estimation of the time of the LH surge in dairy cows using vaginal temperature and electrodeless conductivity measurements. *Theriogenology*, **70** (7): 1065-1074.
12. Galina C. S., Orihuela A., Duchateau A., 1987. Reproductive physiology in zebu cattle. Unique reproductive aspects that affect their performance. *Food Animal Practice*, **3** (3): 619-632.
13. Gauthier D., Thimonier J., 1984. Variations saisonnières des performances de reproduction des vaches créoles. In: Reproduction des ruminants en zone tropicale. Colloques de l'INRA n° 20, 8-10 juin 1983, Pointe-à-Pitre., 301-313 p.
14. Gauthier D., 1986. The influence of season and shade on oestrus behaviour, timing of preovulatory LH surge and the pattern of progesterone secretion in FFPN and creole heifers

in tropical climate. [Influence de la saison et de l'exposition au soleil sur le comportement d'oestrus, le moment du pic préovulatoire de LH et l'évolution de la progestérone plasmatique chez des génisses FFPN et Créoles en climat tropical]. *Reprod. Nutr. Develop.*, **26** (3): 767-775.

15. Henricks D. N., Dickey J. F., Niswender G. D., 1970. Serum luteinizing hormone and plasma progesterone levels during the estrous cycle and early pregnancy in cows. *Biol. of reprod.*, (2): 346-351.

16. Karg J., 1972. Recent results concerning cyclic effects of pituitary gonadotropins. *In: Vlle congrès de Reprod. anim. et IA, Munich, 6-9 juin 1972*, 46-52 p.

17. Lhoste P., Pierson J., 1975. Essais d'insémination artificielle au Cameroun à l'aide de semence congelée importée. I. Insémination artificielle de femelles zébus en chaleurs naturellement. *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **28** (4): 513-522.

18. Mattoni M., Mukasa-Mugerwa E., Cecchini G., Sovani S., 1988. The reproductive performance of East African (*Bos indicus*) Zebu cattle in Ethiopia. 1. Estrous cycle length, duration, behavior and ovulation time. *Theriogenology*, **30** (5): 961-971.

19. Mattoni M., Ouedraogo A., 2000. A comparative study on the oestrous response to PGF2 alpha analogue treatment, and conception rates according to time of artificial insemination, in Zebu (*Bos indicus*) and Baoule (*Bos taurus*) cattle. *Tropical animal health and production*, **32** (2): 127-134.

20. Meyer C., ed. scientifique, 2009. Dictionnaire des sciences animales [On line]. URL : <http://dico-sciences-animales.cirad.fr>. France Montpellier, Cirad ed., 29 461 articles

21. Meyer C., Wolde ab Wolde Mariam, 1978. The time for artificial insemination or natural mating after heat is detected in Ethiopian Zebu and crossbred cattle. Addis-Ababa (ETH), IAR (Institute of Agricultural Research) n° 5, 1978/10. Rapport 14 p.

22. Meyer C., Yesso P., 1995. Etude des chaleurs des vaches trypanotolérantes N'Dama et Baoulé en Côte d'Ivoire. II. Composante hormonale (LH). *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop. (FRA)*, **48** (1): 95-99.

23. Mikeska J. C., Williams G. L., 1988. Timing of preovulatory endocrine events, estrus and ovulation in Brahman x Herford females synchronized with Norgestomet and estradiol valerate. *J. Anim. Sci.*, **60**: 939-946.

24. Mukasa-Mugerwa E., 1989. A review of a reproductive performance of female *Bos indicus* (zebu) cattle. 6 ILCA monographie n°, Addis-Ababa, ed., 1 vol., 134 p.

25. Mukasa-Mugerwa E., Agage Tegegne, Warnick A. C., 1989. Time of artificial insemination and pregnancy rates in Boran (*Bos indicus*) cattle. *Trop. Agric. (Trinidad)*, **66** (3): 230-232.

26. Paparella G., 1974. Physiologie et pathologie de la reproduction chez le zébu. Mémoire pour le titre Maître es Sciences Vétérinaires, ENVA, pathologie de la reproduction, 216 + 23 p.

27. Pitala W., Boly H., Zongo M., Coulibaly I., Sousa N. M., Sawadogo L., Leroy P., Beckers J. F., 2004. Application de l'échographie à l'étude de la dynamique folliculaire à l'oestrus induit chez les femelles zébu 'Goudali'. *Tropicultura*, **22** (3): 110-115.

- 28- Pitala W., Zongo M., Boly H., Coulibaly I., Ba Y., Sousa N. M., Leroy P., Beckers J.F. et Sawadogo L., 2005 : Induction des chaleurs chez le zébu Goudali : observation de l'oestrus et insémination artificielle. *Annales de l'université de Ouagadougou, Nouvelle série, volume 003. Série C : Science de la vie et de la matière.*
29. Plasse D., Warnick A. C., Koger M., 1970. Reproductive behavior of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrus cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival. *J. Anim. Sci.*, **30** (1): 63-72.
30. Ralambofinringa A., 1978. Note sur les manifestations du cycle oestral et sur la reproduction des femelles N'Dama. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, **31** (1): 91-96.
31. Randel D. R., 1984. Reproductive endocrinology of Brahman cattle. *In: Reproduction des ruminants en zone tropicale. Les colloques de l'INRA n° 20. INRA editeur., Pointe à Pitre (FWI), 1983, 8-10 juin, p. 159-188.*
32. Saumande J., 1980. Concentrations of luteinizing hormone, oestradiol-17beta and progesterone in the plasma of heifers treated to induce superovulation. *J. Endocr.*, **84**: 425-437.
33. Saumande J., Humblot P., 2005. The variability in the interval between estrus and ovulation in cattle and its determinants. *Animal Reproduction Science*, **85** (3-4): 171 - 182.
34. Schams D., Schallenberger R., Hoffmann B., Karg H., 1977. The oestrous cycle of the cow: hormonal parameters and time relationships concerning oestrus, ovulation, and electrical resistance of the vaginal mucus. *Acta Endocrinologica*, **86**: 180-192.
35. Vaca L. A., Galina C. S., Fernandez-Baca S., Escobar F. J., Ramirez B., 2007. Oestrous cycles, oestrus and ovulation of the zebu in the Mexican tropics. *Vet. Record*, **117** (17): 434-437.
36. Walton J. S., Veenhuizen L. P., King G. J., 1987. Relationships between time of day, estrous behaviour, and the preovulatory LH surge in Holstein after treatment with cloprostenol. *J. Dairy Sci.*, **70**: 1652-1663.
- 37- Zongo M., Boly H., Sawadogo L., Pitala W., Sousa N.M., Beckers J.F., Leroy P.: Insémination artificielle des vaches zébu Azawak et taurin Gourunsi au Burkina Faso. *Tropicultura*, 2001a, 19, 2, 75-78.
38. Zongo M., Pitala W., Boly H., Leroy P., Sousa N. M., Beckers J. F., Sawadogo L., 2001b. Profils de la LH à l'oestrus induit des taurin Gourunsi et zébu Azawak. *Annales de l'Université de Ouagadougou, série B*, **IX**: 163-179.
- 39-. Zongo M., Pitala W, Sawadogo L., Boly H., DE Sousa N. M., Sulon J., Beckers J. F., 2009. Induction of estrus, plasma luteinizing hormone and progesterone concentrations in Azawak zebu cows submitted to different synchronization protocols. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, soumis

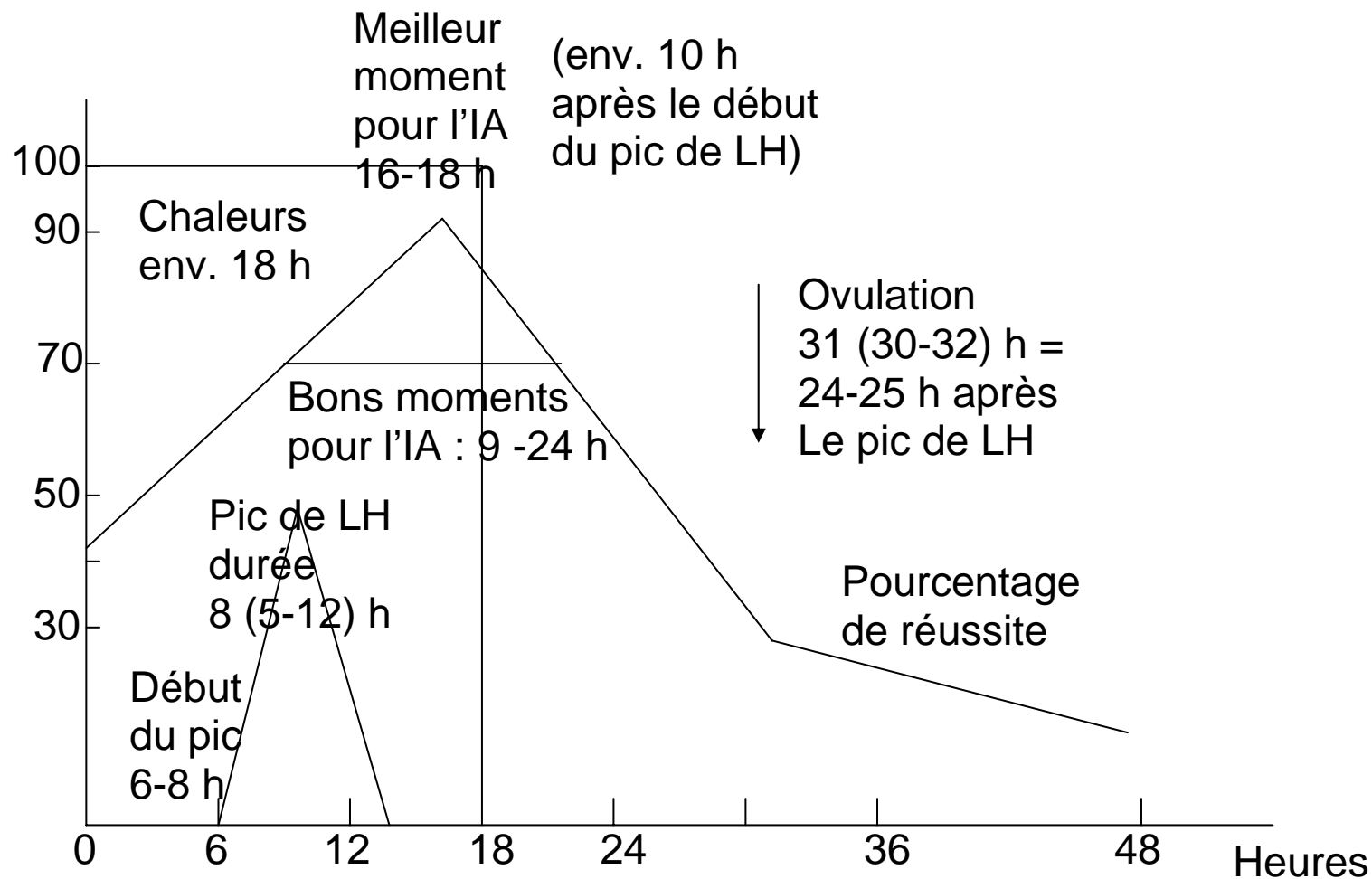


Figure 1 : Les moments du pic de LH, de l'ovulation et les bons moments pour l'insémination artificielle de la vache en Europe (d'après Craplet et Thibier, 1973, p. 68, complété)

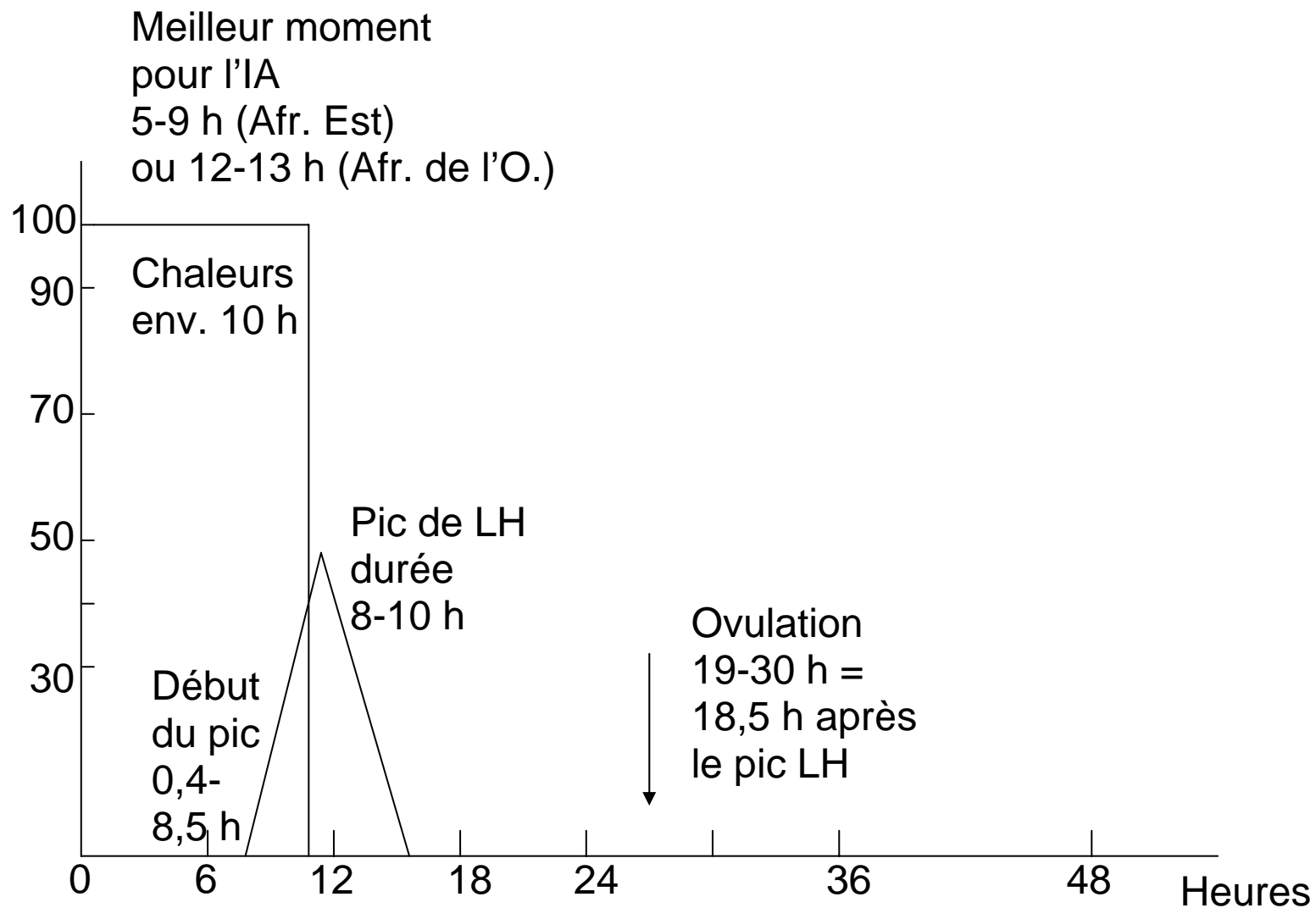


Figure 2 : Les moments du pic de LH, de l'ovulation et les bons moment pour l'insémination artificielle de la vache zébu

Tableau I : Pic de LH et ovulation chez les bovins

Auteurs	Année	Cont.	Pays	Esp. *	Races	Durée chal. (h)	LH				Durée pic- ovulation (h)	Début chal. - ovulation (h)	Rem.
							Début pic (h)	Durée pic (h)	Niveau pic (ng/ml)	Niveau base (ng/ml)			
Chicoteau <i>et al.</i> Zongo <i>et al.</i>	1989 2001	Afr. Afr.	Burkina Burkina	T T	Baoulé Gourounsi	10,7 ± 5		6 7,5 ± 2,1	100 25,3 ± 6,0	1,48 ± 0,5 1,2 ± 0,5			Implants 10 j. Inj. luprostiol (PgF)
Meyer, Yesso	1992	Afr.	d'Ivoire	T	Baoulé		9,9 ± 0,5	8,6 ± 1,9	39 ± 21	1,2 ± 0,1			
Meyer, Yesso	1995	Afr.	d'Ivoire	T	N'Dama		5,4	6-7	60				
Meyer, Yesso	1992	Afr.	d'Ivoire	T	N'Dama		6,3 ± 2,5	6,0 ± 1,6	37 ± 32	1,5 ± 0,5			
Walton <i>et al.</i>	1987	Am.	Canada	T	Holstein		1-2						Inj. cloprostenol (PgF) en janvier en juillet en janvier en juillet
Christensen <i>et al.</i>	1974	Am.	Colorado	T	Angus	23,2 ± 6,2	7,38 ± 5,15	12,4 ± 5,15		< 1,8	24,1 ± 2,5		
Gauthier	1986	Am.	Guadeloupe	T	Créoles et T	14	1,6						
Gauthier	1986	Am.	Guadeloupe	T	Créoles et T	14	6						
Gauthier <i>et al.</i>	1984	Am.	Guadeloupe	T	Créoles	10,5	0	8	12,3				
Gauthier <i>et al.</i>	1984	Am.	Guadeloupe	T	Créoles	12,1	5,3	8	13,9				
Randel	1984	Am.	Texas	T	Hereford		5,3 ± 1,3				23,3 ± 2,1	28,6 ± 1;5	
Henricks <i>et al.</i>	1970	Am.	USA	T	Holstein		3-6 h	8-10	7-100	< 1	22-26		
Schams <i>et al.</i>	1977	Eur.	Allemagne	T	Taurins PB Hte et Moy.	16,9 ± 4,9	6,4 ± 3,0	7,4 ± 2,6			25,7 ± 6,9		
Beckers <i>et al.</i>	1978	Eur.	Belgique	T	Divers			6-8	>15-20 15-40	1,2-2 0,5-1,5			Induction, génisses Les vaches Très variable Superovulation
Beckers et Ectors	1978	Eur.	Belgique	T	Holstein		9,1 ± 2,0				29,4 ± 1,5	38,5 ± 3,0	
Saumande, Humblot	2005	Eur.	France	T				12 ± 1,1		3,5			
Saumande	1980	Eur.	France	T									
Dieleman <i>et al.</i>	1986	Eur.	Hollande	T	Dutch Friesian Dutch				45 ± 4				Taur. Génisses
Dieleman <i>et al.</i>	1986	Eur.	Hollande	T	Friesian	18	4,6 ± 0,5	8,0 ± 0,2	30 ± 4				Taur. Vaches
Karg	1972	Eur.		T	Taurins	16,5	6,5 ± 2,5	5 ± 1,3			23 ± 3,7	29,5	
Mikeska, Williams	1988	Am.	Texas	X	X Brahman						23,1 ± 1,6	23,3 ± 1,4	

Pitala <i>et al.</i>	2004	Afr.	Burkina	Z	Goudali						22-26	Synchro. Crestar	
Zongo <i>et al.</i>	2009	Afr.	Burkina	Z	Azawak				22,4 ± 17,2	3,3 ± 1,3		Inj. cloprostenol (PgF)	
Zongo <i>et al.</i>	2009	Afr.	Burkina	Z	Azawak				31,5 ± 16,2	3,5 ± 1		Implants 10 j.	
Mattoni <i>et al.</i>	1988	Afr.	Ethiopie	Z	Afr. Est	7,66 ± 4,68					25,8 ± 5,3		
Carr	1972	Afr.		Z	Angoni		8-10	20-120		2			
Denis	1981	Afr.	Sénégal	Z	Pakistanais		14	50		2			
Monteiro <i>et al.</i>	2009	Am.	Brésil ?	Z	Nelore						24,9	Synchro.	
Fernandez <i>et al.</i>	1984	Am.	Cuba	T	T, Z et X	2-5 h (print.) 14-15 h (hiver)							
Fernandez <i>et al.</i>	1984	Am.	Cuba	T	T, Z et X								
Galina <i>et al.</i>	1987	Am.	Mexique	Z	Local						25,8	Synchro.	
Galina <i>et al.</i>	1987	Am.	Mexique	Z	Local						30,1	Chal. naturelles	
Maquivar	2007	Am.	Mexique	Z	Divers	8,4 ± 7,7							
Lamothe-Zavaleta <i>et al.</i>	1991	Am.	Mexique	Z		6,7					21,3		
Vaca <i>et al.</i>	2007	Am.	Mexique	Z	Local	15,3 ± 6					18,5 ± 3,1	28,2 ± 5,0	Synchro. PgF
Randel	1984	Am.	Texas	Z	Brahman		0,4 ± 3,4					18,9 ± 2,2	Ovule tôt
Plasse <i>et al.</i>	1970	Am.	USA	Z	Brahman	6,7 ± 0,8						25,6 ± 0,9	
Bo <i>et al.</i>	2003	Trop.	Divers	Z	Divers	10						27	

* Espèces

T = taurins (*Bos taurus*)

X = croisement taurins x zébus

Z = zébus (*Bos indicus*)

Tableau II : Bon moment de l'insémination artificielle chez le zébu sur chaleurs observées

Auteurs	Année	Pays	Race	moment (h)	Remarques
Mattoni et Ouedraogo	2000	Burkina	Zébu local	13	18 h pour les les taurins Baoulé
Lhoste et Pierson	1975	Cameroun	Zébu local	12 env.	
Meyer et Wolde Ab	1978	Ethiopie	Boran, Horro, Barca	5 à 9	Chaleurs naturelles
Mukasa-Mugerwa <i>et al.</i>	1989	Ethiopie	Boran	6	Mieux que 12 et 18 h
Randel	1984		Brahman	8 à 12	Après synchronisation