

Institut d'Elevage et de Médecine
Vétérinaire des Pays Tropicaux
10, rue Pierre Curie
94704 MAISONS-ALFORT Cedex



Ecole Nationale Vétérinaire
d'Alfort
7, avenue du Général-de-Gaulle
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique
Paris-Grignon
16, rue Claude Bernard
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle
57, rue Cuvier
75005 PARIS

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

EFFET DU STRESS THERMIQUE SUR L'ALIMENTATION
DES VACHES LAITIERES EN ZONES CHAUDES

par

Brahim HAMEURLAINE



année universitaire 1988-1989



Titre : Effet du stress thermique sur l'alimentation des vaches laitières en zones chaudes.

Résumé : Le stress thermique dans les pays chauds pose souvent un problème technique et économique pour l'élevage des animaux domestiques et en particulier des bovins.

Durant la majeure partie de la journée, la température ambiante dans ces pays excède le seuil critique de tolérance de l'animal. Cette situation est vécue pendant plusieurs mois.

L'effet de l'environnement est très important sur l'ensemble des performances des animaux. L'accroissement de la température et de l'humidité au dessus du seuil de neutralité thermique provoque une série de modifications chez la vache laitière qui sont passées en revue.

Trois types d'orientations sont proposées pour remédier à ce handicap :

- la protection physique de l'animal ,
- l'amélioration génétique pour dégager les sujets les plus résistants à la chaleur,
- le planning nutritionnel pour planifier les apports alimentaires en fonction des saisons.

Mots-clés : stress thermique, environnement, performances zootechniques, bovins régions chaudes.

- SOMMAIRE -



I/ Introduction

- 11. La Régulation thermique.
- 12. Effet de variation de la Température et de l'humidité sur les mécanismes de la thermoregulation.

II/ Conséquences physiologiques d'une élévation de la Température et de l'humidité au dessus de la neutralité.

- 21. Effet de la Température sur la dissipation de chaleur.
- 22. variation de la Température corporelle et du rythme respiratoire
- 23. variation de la composition du sang
- 24. les pertes en eau
- 25. L'ingestion d'eau.
- 26. La rétention d'eau.
- 27. métabolisme
- 28. L'absorption intestinale

III/ Conséquences Zootechniques :

- 31. Matière pèche ingérée.
- 32. Digestion et digestibilité
- 33. interaction Fourrage - concentré
- 34. Besoins spécifique.
- 35. Production laitière et composition du lait
- 36. Reproduction

IV/ Techniques d'élevage en conditions de stress thermique :

- 41. Agencement des aires
- 42. Entretien des sols
- 43. maintenance des déflections
- 44. ombrages des aires.
- 45. Refroidissement artificiel

V/ Conclusion générale

Références bibliographiques.

1/ Introduction :

Le stress thermique dans les pays chauds pose un sérieux problème Technique et économique pour l'élevage de animaux domestiques ; entre autre celui des bovins.

L'élévation de la Température provoque un accroissement des besoins d'entretien, perturbe la vitesse de croissance des jeunes diminue la production laitière et les performances de reproduction.

Dans les zones, la Température ambiante excède le seuil critique de Tolérance de l'animal durant la majeure partie de la journée, cette situation est vécue durant plusieurs mois (période sèche).

Les effets du stress thermique sont plus aigus pour les animaux qui ne sont pas adaptés physiologiquement à ces conditions (Animaux importés).

11 / la régulation thermique :

L'hypothalamus est une structure située à la base du cerveau, il règle la Température d'un grand nombre d'espèces animales et la maintient à un niveau optimal en agissant sur les mécanismes de thermorégulation.

On distingue généralement deux grands groupes de vertébrés : ceux à "sang chaud" et ceux à "sang froid". Les biologistes désignent les animaux de ces mêmes groupes respectivement par "endothermes" et "ectothermes" par référence à leur principale source de chaleur.

Les vertébrés ectothermes (poissons, amphibiens et reptiles) ont une isolation thermique médiocre et une production de chaleur métabolique faible. A l'inverse les ectothermes (oiseaux et mammifères) sont en général isolés par leur fourrure, leur plumage ou leur graisse. Dans un environnement froid, les endothermes augmentent leur thermogénèse métabolique et maintiennent ainsi leur Température interne à une valeur optimale. En raison de leur forte activité métabolique, les endothermes doivent produire une grande quantité de chaleur pour que leur Température interne s'élève peu. Outre un métabolisme variable, les endothermes ont au cours de l'évolution, développés des mécanismes de régulation de leur Température corporelle : les mécanismes contrôlent la vitesse à laquelle les animaux échangent de la chaleur avec leur environnement. Le pouvoir isolant de la fourrure ou du plumage peut varier grâce à des muscles qui en contrôlent la disposition ; de plus le pouvoir isolant de la peau est variable, le sang transporte rapidement la chaleur des parties profondes de l'organisme vers la peau : cette chaleur se dissipe alors dans le milieu ambiant ; la vitesse de cette élimination de chaleur dépend de la constriction ou de la dilatation des artérioles cutanées. La perte de chaleur peut être également due à l'évaporation d'eau par les surfaces cutanées et respiratoires, chez de nombreuses espèces, ce type de perte est accru par la sudation et le halètement. L'intensité de la perte de chaleur par évaporation est comme la perte par rayonnement, fonction de la circulation sanguine périphérique ou pulmonaire.

L'hypothalamus est sensible à la Température, quand la Température de l'hypothalamus d'un endotherme augmente, l'animal réagit en dissipant de la chaleur : par transpiration, par halètement ou par dilatation périphérique des vaisseaux sanguins ; à l'inverse, quand la Température diminue, l'animal produit de la chaleur en frissonnant, en dressant le poil et en resserrant ses vaisseaux périphériques.

En résumé, l'hypothalamus, thermostat central des vertébrés, obtient des informations sur la température ambiante grâce à des thermorécepteurs périphériques situés à la surface du corps; les informations ainsi fournies modifient alors les caractéristiques du thermostat de telle sorte qu'une réponse thermorégulatrice adaptée puisse maintenir la température hypothalamique.

12/ Effet des variations de la Température et de l'humidité sur le mécanisme de la Thermo-régulation:

121/ Effet de variation de la Température:

Quand la Température ambiante s'élève au dessus de la thermoneutralité (27°C pour les bovins) la majeure partie de la chaleur produite par l'organisme est éliminée par radiation et conduction. Si la Température ambiante devient supérieure à la Température critique (33°C), l'efficacité des phénomènes de conduction et de radiation diminue de plus en plus et la déperdition calorifique se fait essentiellement par sudation. Dans le cas où la Température ambiante devient supérieure à la Température corporelle, les phénomènes de conduction ont alors tendance à apporter de la chaleur du milieu extérieur à l'organisme dont la Température risque de s'élever; dans ces conditions, les animaux vont maintenir leur Température constante par le seul mécanisme d'évaporation de l'eau (sudation - polydypnoe).

122/ Effet de variation de l'humidité:

L'air ambiant étant presque saturé en humidité, la ventilation pulmonaire devient alors difficile et divers troubles apparaissent en particulier de l'anxiété et de la polypnée. On peut penser que cet accroissement de la ventilation pulmonaire qui oblige l'animal à dépenser beaucoup d'énergie est à l'origine de l'augmentation de l'hyperthermie.

II/ Conséquences physiologiques d'une élévation de la Température et de l'humidité au dessus de la neutralité :

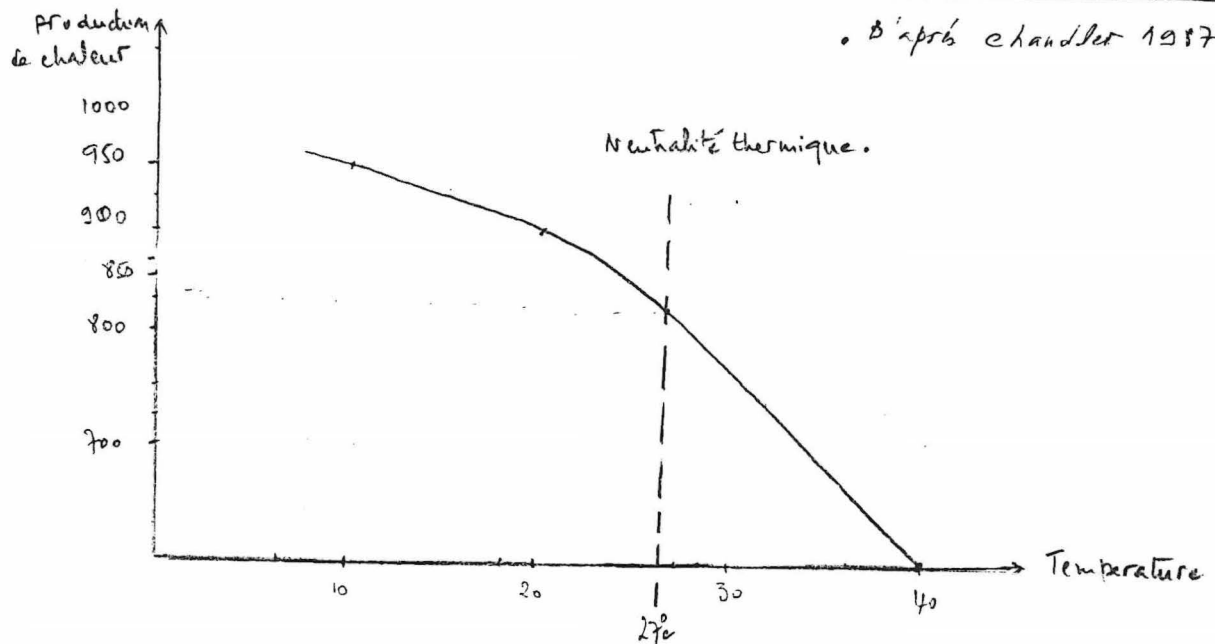
21/ Effet de la Température sur la dissipation de chaleur :

Le problème majeur des bovins soumis à un stress thermique est le maintien de leur équilibre thermique entre la production de chaleur et sa dissipation. L'animal produit constamment de la chaleur qui résulte essentiellement des processus métabolique d'entretien et de production. La production et la dissipation de chaleur sont influencées par plusieurs facteurs : L'animal, l'alimentation et l'environnement. La production de chaleur est fonction de la Température ambiante (TAB 1). Dans la zone de neutralité thermique (27°C pour les vaches), la chaleur de base produite est aux environs de 825 kcal/h (Chandler 1987). Au delà de 27°C la production de chaleur diminue approximativement du tiers. La première cause est la réduction de l'activité de l'animal et par conséquent diminution de la quantité ingérée.

TAB 1

<u>Production de chaleur basale, en fonction de la Température.</u>	
<u>Température (°C)</u>	<u>Production de chaleur (kcal/h)</u>
10	950
20	900
27	825
30	625
40	600

• D'après Chandler 1987



Courbe de production de chaleur en fonction de la Température

Les variations de la Température induisent deux processus de dissipation de chaleur en général (TAB2)

- * Processus non évaporatif (Convection - radiation - Conduction)
- * processus évaporatif (sudation - respiration).

TAB2

<u>Dissipation de chaleur par processus évaporatif et non évaporatif en fonction de la Température ambiante.</u>				
<u>Température (°C)</u>	<u>non évaporatif %</u>	<u>EVAPORATIF %</u>		<u>TOTAL</u>
		<u>SURFACE</u>	<u>Respiration</u>	
0	78	14	8	22
10	72	18	10	28
20	58	30	12	42
30	25	57	18	75
38	3	75	22	97

• d'après Chandler 1987

De 0 à 10°C les bovins perdent 75% de la chaleur corporelle par processus non évaporatif et 25% seulement par processus évaporatif. Quand la Température augmente au dessus de 30°C, les fèces par surface corporelle représente 75% (Chandler 1987). Sous les conditions de haute Température, le seul moyen de survie des animaux reste la dissipation de chaleur par évaporation de surface.

22/ Variation de la Température corporelle et du rythme respiratoire.

Sous les conditions de stress, où la Température ambiante devient supérieure à la Température corporelle, les animaux voient leur activité respiratoire, rythme cardiaque s'élever de façon à apporter à l'organisme plus d'oxygène et favoriser les échanges thermiques.

Sous une expérience menée sans cette optique, des vaches laitières ont été soumises à des traitements climatiques successifs de Température et d'humidité variable.

TAB 3.

Traitement	Température ambiante	humidité relative	Durée du traitement
1	14-21°C	60-70%	3 semaines
2	33°C	80%	7h/Jour le reste du temps retour aux conditions normales (1) et (3)
3	14-21°C	60-70%	3 semaines.

Les résultats des traitements sont donnés dans le Tableau suivant.

VARIATION DES MOYENNES JOURNALIÈRES DE T° RECTALE, RYTHME RESPIRATOIRE ET CARDIAQUE DES VACHES FRISELONNES EXPOSÉES PENDANT 3 SEMAINES À DES CONDITIONS DE THERMONÉUTRALITÉ (1 et 3) et de STRESS THERMIQUE (2)

TABLE 4

Mean ($\pm$ s.d.) daily "pm" rectal temperature (T_r), respiration rate (R_r) and pulse (H_r) in Friesian cows exposed to three-week periods under thermoneutral conditions (1 and 3) and high daytime temperatures (2)

Cow	T_r (°C)			R_r (/min)			H_r (/min)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Y46	38.1 ± 0.27	39.8 ± 0.40	38.2 ± 0.19	21 ± 3.5	140 ± 13.0	26 ± 4.2	52 ± 4.3	65 ± 5.6	56 ± 5.0
Z64	38.3 ± 0.37	40.0 ± 0.44	38.5 ± 0.27	22 ± 3.4	148 ± 18.7	24 ± 3.7	60 ± 5.1	70 ± 5.2	64 ± 4.6
Z60	38.2 ± 0.30	40.7 ± 0.51	38.5 ± 0.31	24 ± 4.6	172 ± 20.2	30 ± 5.3	69 ± 5.3	76 ± 6.0	64 ± 6.6
Y41	38.4 ± 0.09	39.3 ± 0.25	38.4 ± 0.15	21 ± 3.6	140 ± 12.1	24 ± 3.2	69 ± 2.5	80 ± 5.0	68 ± 3.4
Mean	38.3 ¹	40.0 ²	38.4 ¹	22 ¹	150 ²	26 ¹	63 ¹	73 ²	63 ¹
s.e. diff.		0.25			5.4			1.7	
c.v. %		2.1			91.0			11.3	

^{1,2} For each clinical parameter the treatment means with different superscripts are significantly different from each other ($P < 0.05$ or better); those with the same superscripts are not significantly different from each other.

s.e. diff., Standard error of the difference.

c.v., Percentage coefficient of variation.

Tableau extrait de l'étude faite
par J. I. RICHARD 1985

À travers ces chiffres, on remarque que lorsqu'on passe de la Température de 14-21°C à 33°C, la Température corporelle s'élève de 1,7°C, le rythme cardiaque de 10 bat./min et le rythme respiratoire de 128 cycles/min. Ces résultats (s'approches) sont aux associés à d'autres symptômes, tel que la sudation et l'essoufflement que subit le vache au moment du stress thermique.

L'augmentation de la Température corporelle provoque un accélération des rythmes cardiaque et respiratoire, se traduisant par une réduction de la fermentation ruminale et une variation du métabolisme du corps. Le transit intestinal est ralenti, par conséquent la quantité de matière sèche ingérée est réduite.

EFFET DE LA TEMPERATURE ÉLEVÉES SUR :

LA TEMPERATURE RECTALE, RYTHME CARDIAQUE
ET RESPIRATOIRE

748A

Variation de la t_{re}		Température Rectale	Rythme Cardiaque	Rythme Respiratoire	Auteurs.
de 14-21°C avec une H.R. de 60-70%	à 38°C avec une H.R. de 80%	↗ 1,7°C	↗ 10 battements/min	↗ 128 cycles à la minute.	J. Richard 1985
de 15°C à 30°C		↗ 0,98 - 1,28°C	—	↗ 60-70 cycle par minute	BANDARANAYAKA 1976
de 20°C à 38°C		↗ 0,9 - 1,7°C	—	↗ 43-58 cycle par minute	R. C. Kellaway 1975
de 16-19°C	Ration contenant 28% fibres Alimentaires	↗ 0,1°C	↗ 12 bat./min	↗ 65 cycle/min	Bhattacharya and
19-32°C	Ration contenant 7% de fibres Alimentaires	↗ 0,3°C	↗ 14 bat. min	↗ 68 cycle/min	HUSEIN 1970

- d'alimentation à base de fourrage grossier (75%) provoque une élévation de l'activité respiratoire de 68 souffles/min, de rythme cardiaque de 14 battement/min (Battacharya et Hussein 1974). Ceci est dû principalement aux quantités élevées de chaleur de fermentation. Inversement l'augmentation de la part des aliments concentrés tend à diminuer les effets du stress thermique.
- le type d'hébergement peut aussi avoir des effets sur la variation de ces paramètres, mais d'après les résultats contenus dans le Tableau 5, on remarque que la Température corporelle ne varie pas significativement.

REACTION PHYSIOLOGIQUE DES BUFFLES, INFLUENCÉES par deux types d'hébergement (Précaire et conventionnel) et deux types de rapport Fourrage / concentré

Table 5. Average values of physiological reactions of Milch buffaloes influenced by two types of housing and two roughage-concentrate

Attributes	Respiration rate/min		Pulse rate/min		Rectal temperature of	
	Morning	Evening	Morning	Evening	Morning	Evening
Loose housing	22.20 ^a	30.69	61.35 ^a	64.57 ^a	100.70 ^a	102.04
	±0.37	±0.86	±5.77	±0.65	±0.05	±0.07
Conventional barn	24.26 ^b	31.27	64.69 ^a	67.21 ^b	101.33 ^b	101.97
	±0.54	±1.00	±0.53	±0.54	±0.09	±0.10
Roughage concentrate ratio						
80 : 20	23.60	31.85 ^a	63.72 ^a	66.20	101.04	101.93
	±0.60	±1.01	±0.67	±0.69	±0.10	±0.09
60 : 40	22.85	30.10 ^b	62.31 ^b	65.58	101.00	102.08
	±0.38	±0.86	±0.59	±0.62	±0.09	±0.08

D'après : YADAV and J.R GUPTA 1985

On remarque d'après l'étude de Hanan et Roussel (1975), que l'augmentation du niveau de protéine dans la ration en période de stress thermique résulte en une diminution de la moyenne du Taux respiratoire de 75 à 73 bat/min et la température rectale de 0,13°C

23/ Variation de la Composition du sang :

L'élimination de la chaleur due au stress thermique de l'animal dépend de la dilatation des artères cutanées. Le stress thermique peut aussi causer des variations dans la composition du sang de l'animal.

Une expérience fut menée dans ce sens, afin d'observer la variation de la composition du sang sous l'effet du stress thermique chez les bovins (Bos indicus et leur croisement avec Bos Taurus). Les bovins recevaient une alimentation constituée d'un mélange de concentré, de foin vert et de paille de blé; ils étaient abreuvés matin et soir durant une 1/2 heure et étaient

fournis à des variations de Températures allant jusqu'à 42°C.
Le Tableau 6 nous résume les résultats obtenus lors de cette expérience.

VALEUR MOYENNE DES CONSTITUANTS DU SANG à 18,5°C et durant
UNE PERIODE DE STRESS (42°C) chez des bovins HARIANA ET LEURS CROISEMENTS
EXOTIQUES.

Table 6
Mean values ($\pm$ SE) of some blood constituents at reference temperature and during
hyperthermia in Hariana cattle and their exotic crosses

Constituents	Rectal temperature	Genetic group				Effet génétique	Effet Températ.
		42°C Hariana	Jersey X Hariana	Brown Swiss X Hariana	Holstein Friesian X Hariana		
Haemoglobin g/100 ml	Normal	10.00 ^{abx} ± 0.313	9.50 ^{ax} ± 0.291	9.50 ^{ax} ± 0.50	10.65 ^{bx} ± 0.457	S	S
	High	8.53 ^{ay} ± 0.254	8.30 ^{ay} ± 0.308	8.08 ^{ay} ± 0.282	8.45 ^{ay} ± 0.370		
Glucose mg/100 ml	Normal	67.08 ^{ax} ± 2.497	66.63 ^{ax} ± 2.453	72.20 ^{ax} ± 3.060	65.85 ^{ax} ± 1.249	NS	S
	High	79.48 ^{ay} ± 1.319	81.85 ^{ay} ± 0.773	85.58 ^{ay} ± 3.988	85.08 ^{ay} ± 3.395		
Inorganic phosphorus mg/100 ml	Normal	5.00 ^{abx} ± 0.279	5.73 ^{bx} ± 0.314	5.58 ^{bx} ± 0.400	4.30 ^{ax} ± 0.141	S	S
	High	5.60 ^{aby} ± 0.361	6.53 ^{ay} ± 0.109	6.30 ^{ay} ± 0.495	5.20 ^{ay} ± 0.161		
Calcium mg/100 ml	Normal	10.55 ^{ax} ± 0.536	12.03 ^{ax} ± 0.415	11.48 ^{ax} ± 0.600	11.50 ^{ax} ± 0.374	NS	S
	High	10.03 ^{ay} ± 0.229	10.48 ^{ay} ± 0.180	10.58 ^{ay} ± 0.370	11.20 ^{ay} ± 0.363		

a,b,c, Mean values in same row with common superscript letters were not significantly different; other values were significantly different ($p < 0.05$).

x,y, Mean values with common superscript letters in same column for each constituent were not significantly different; other values were significantly different ($p < 0.05$).

D'Après: KHUB SINGH et
BHATTACHARYA 1986

Le stress thermique à l'origine d'une élévation du Taux de glucose sanguin, ceci est dû à la stimulation du système adréno sympathique qui est sensible au delà d'une Température de 40,5°C chez le Bos Taurus (Khub Singh 1986).

On constate aussi une augmentation du Taux de Phosphore inorganique dans le sang avec une baisse de l'calcium et de l'hémoglobine.

On remarque que les changements de constituants du sang, dus aux hautes Températures sont similaires chez les deux espèces bovines.

Une autre étude montre que l'augmentation du niveau de protéine dans la ration entraîne une élévation de la proportion de l'hémoglobine et de l'oxy hémoglobine dans le sang (Hanan et Roussel 1975).

24/ LES Pertes en eau :

L'organisme élimine de façon continue l'eau, soit sous forme de vapeur par l'intermédiaire des poumons, soit liquide par différentes voies (reinales, cutanées, fécales et sécrétoire).

241/ Les pertes par voie rénale : c'est par cette voie que se réalise la régulation de la Teneur en eau et en électrolytes (principalement Cl, Na et K) de l'organisme. Les pertes par l'urine sont influencées par l'environnement (Température - hygrométrie), par le genre de vie (activité - travail musculaire), et par le régime alimentaire (Teneur en Azote et en minéraux).

242/ les pertes par surfaces corporelles : (cutanées et pulmonaires) varient encore davantage que l'élimination rénale, elle constituent le principal facteur de la régulation de la Température corporelle et de l'équilibre thermique, et sont donc étroitement liés aux conditions du milieu extérieur (Température, humidité ambiante) on distingue donc deux pertes :

2421/ les pertes relativement constante : Quantité d'eau nécessaire pour saturer l'air des alvéoles pulmonaires comme la Température de l'air des poumons est constante et voisine de celle du corps, la quantité ainsi éliminée est fonction de l'humidité de l'air inspirée, de sa Température et de sa ventilation pulmonaire.

* La perspiration résulte de la diffusion de l'eau à travers la peau et non d'une sécrétion des glandes sudoripares. Elle augmente quand la Température extérieure s'élève et quand le degré hygrométrique s'abaisse.

2422/ Les pertes variables : dépendent de la quantité d'eau utilisée pour assurer la régulation de la Température en dehors de la zone de neutralité thermique, et varient donc en fonction des conditions extérieures. Les pertes par sudation et évaporation cutanée sont plus élevées chez les bovins que les pertes par voies respiratoires.

243/ les pertes par voie digestive : cette perte d'eau par les fèces dépend de la quantité de matière fécale émise et de la Teneur en eau des fèces et elle même fonction de l'alimentation.

La Teneur en eau de la matière fécale est conditionnée par le degré d'absorption de l'eau au niveau du côlon.

L'expérience suivante nous montre l'importance des pertes d'eau chez des vaches Friesiennes exposées à des traitements permanents de Température et d'humidité (voir TAB.3).

- EVALUATION DE LA QUANTITE' DE SUEUR SUR DES VACHES LAITIÈRES FRISENNES EXPOSEES PENDANT 3 SEMAINES à 26 CONDITIONS DE THERMONEUTRALITE' (1 et 3) et de STRESS THERMIQUE (2)

TABLE 7

Rate of sweating (l/h) in Friesian cows assessed during three-day collection trials pursued during exposure to thermoneutral conditions (1 and 3) and high daytime temperatures (2)

Cow	Surface area (m ²)		Basal T _a °C 14-21	Duration of exposure to high T _a (h)							Total sweat loss (l/day)
				1	2	3	4	5	6	7	
Y46	5.4	1	0.34	0.36	0.46	0.44	0.38	0.44	0.40	0.42	8.80
		2	0.37	0.40	1.92	1.74	0.92	1.14	0.99	1.11	14.40
		3	0.37	0.36	0.50	0.48	0.40	0.40	0.57	0.50	9.50
Z64	5.6	1	0.36	0.45	0.51	0.57	0.63	0.47	0.51	0.62	9.88
		2	0.34	0.43	1.07	1.07	0.88	1.24	1.15	1.03	12.65
		3	0.36	0.39	0.49	0.60	0.65	0.60	0.40	0.45	9.70
Z60	5.5	1	0.42	0.51	0.72	0.95	0.86	0.76	0.90	0.85	12.69
		2	0.38	0.52	1.25	1.79	1.46	1.46	1.38	1.17	15.49
		3	0.39	0.46	0.80	0.90	1.01	0.90	0.96	1.05	12.70
Y41	5.4	1	0.34	0.37	0.41	0.40	0.36	0.26	0.39	0.43	8.40
		2	0.42	0.62	1.01	1.51	1.55	1.46	1.07	1.43	9.07
		3	0.30	0.36	0.45	0.40	0.45	0.40	0.40	0.44	8.00

D'après les résultats de J.I. Richard 1985

Durant l'exposition des vaches à des Températures dépassant 37°C, l'importance de l'élimination d'eau par transpiration augmente d'une manière épisodique durant la jour, atteignant un pic de 370 g/m²/h (ou 1.92 l/h). Cette valeur peut être comparée à 900 g/m²/h (m²: surface corporelle de l'animal) chez les jumeaux soumis à un stress thermique (Kec. 1981). Les pertes en eau par transpiration sont associées à d'autres pertes telle que: urine, feces, lait et salive représentant respectivement 23,35%, 31,1%, 14,9% et 0,83% des pertes totales.

25/ L'ingestion d'eau:

Sous des conditions de hautes températures, les vaches laitières ont tendance à augmenter leurs consommations d'eau par rapport à leurs besoins habituels pour compenser les pertes en eau liées à la régulation thermique. L'expérience précédente (voir TAB.3) avec les mêmes traitements nous illustre l'effet de l'augmentation de la Température et de l'hygrométrie sur l'ingestion d'eau.

le Tableau 8 nous montre que dans les conditions de stress thermique, l'augmentation moyenne de l'ingestion d'eau représente 12%, alors que la consommation d'eau par unité métabolique s'est élevée à 10%.

Dans les mêmes conditions, la consommation par unité de lait (l/kg lait) a augmenté de 21%. D'une façon générale, la consommation d'eau tend à s'élever dès que la température excède 24-27°C.

CONFIRMATION MOYENNE D'EAU CHEZ DES VACHES LAITIÈRES FRISENNES
EXPOSÉES À DES CONDITIONS DE THERMONEUTRALITÉ (1 et 3) et de STRESS thermique (2)

TABLE 8

Mean water consumption in Friesian cows during exposure to three-week periods at thermoneutral (1) and high daytime (2) temperatures

Cow	Mean water consumption (l/day)		Total water intake (kg/day)		Consumption per unit metabolic weight (l/kg ^{0.75})		Consumption per kg VFI (l/kg DM)		Consumption per unit milk (l/kg milk)		Ratio of intake per hour per "day": intake per hour per "night"	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Y46	72.4	82.1	74.4 75.0	84.0	0.64	0.71	4.45	5.31	3.91	4.61	1.51	1.14
Z64	83.9	90.1	86.2 82.6	92.1	0.72	0.76	4.44	5.53	5.71	6.44	1.24	0.94
Z60	77.7	92.4	79.9 81.5	94.4	0.70	0.80	4.21	6.00	4.63	6.41	1.02	0.78
Y41	80.3	88.3	82.5 81.0	90.4	0.74	0.80	4.35	5.18	5.12	5.89	1.01	0.99
Mean	78.6	88.2 ²	80.8 80.0	90.2 ²	0.70	0.77 ²	4.36	5.51 ²	4.84	5.84 ¹	1.20	0.96 NS
s.e. diff.	0.87		0.91		0.007		0.088		0.184		0.084	
c.v. %	6.7		6.5		6.1		10.4		15.3		19.9	

Numbers in italics are water requirements (ARC, 1965).

^{1,2}Signify that for each parameter the treatment means are significantly different at $P < 0.05$ and < 0.01 respectively.

NS, Not significant.

26/ La Retention d'Eau:

Durant la même expérience, le lot de vache soumis au traitement élevé de température (stress thermique) voit sa consommation d'eau s'élever de 12%, ce qui se traduit par une augmentation concomitante de poids vif de 16,8 kg/Animal (J.I. Richard 1985), en dépit d'une diminution de 9,1 % de matière sèche ingérée pendant le même traitement, confirmant ainsi les résultats de la rétention d'eau (Fig 2).

De retour aux conditions de thermoneutralité, les vaches ont marquées une perte de poids et une augmentation significative de l'excrétion d'eau urinaire, ce qui signifie qu'une grande proportion d'eau retenue était d'origine extracellulaire.

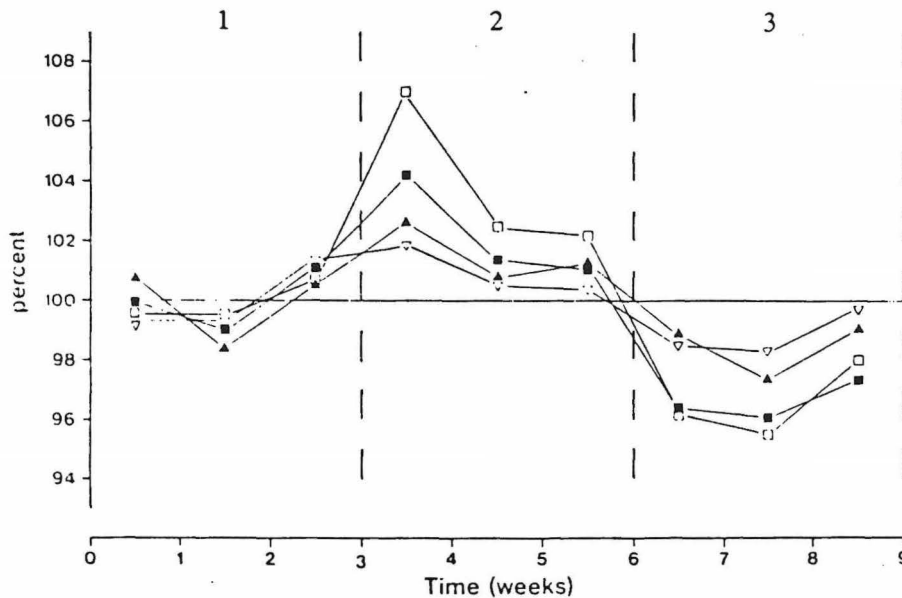


FIG. 1. Mean weekly liveweights in four Friesian cows exposed to thermoneutral (1 and 3) and high daytime temperatures (2), expressed as a percentage of the mean liveweight during 1. Cow: ▲ Y46, ■ Z64, □ Z60, ▽ Y41.

MOYENNES HEBDOMADAIRES DES POIDS VIFS
DES VACHES LAITIÈRES FRISENNES EXPOSÉES AU TRAITEMENT 1 et 2
et traitement (3).

27/ Métabolisme :

chez les bovins, la majorité de l'énergie métabolique disponible provient des acides gras volatils, produits de la fermentation ruminale. Le stress thermique réduit cette quantité d'acide gras volatils produite dans le rumen qui est la conséquence de la baisse de la matière sèche ingérée. La réduction des acides gras volatils atteint surtout l'acide acétique et propionique, le rendement d'utilisation de l'énergie est diminué quoique la digestibilité du régime augmente, ceci est le résultat de l'augmentation des besoins d'entretien de l'animal pour stress thermique, qui résulte de l'élévation du métabolisme corporel et de l'activité contribuant à la déperdition de l'excès de chaleur accumulé. L'accélération de l'époufflement peut augmenter les besoins d'entretien de 7-25% en fonction de l'intensité (Mc Dowell 1987).

28/ L'absorption intestinale :

L'absorption des nutriments le long du tube digestif est une phase critique d'acquisition par l'animal. Le processus est affecté durant la période de stress thermique, provoquant une vasodilatation périphérique résultant de l'augmentation des pertes de chaleur par convection et évaporation, réduisant ainsi le flux sanguin dans les organes intestinaux ; en outre l'élévation de la Température conduit à une diminution de l'activité thyroïdienne provoquant une baisse de l'absorption intestinale et de la vitesse de passage des ingesta (D.K Beed 1986).

EFFET DU STRESS THERMIQUE SUR LA
CONSUMATION ET LA PERTE EN EAU

T48: B

Température Normale (°C)	Température élevée (°C)	Quantité d'eau bue (litre)	PERTE EN EAU (%)						AUTEURS
			URINE	FEES	EVAPORAT.	LAIT	SAIIVE	SUEUR	
20°C	—	0,086 l/kg PV/j	31	20	49	—	—	—	R.C KELLAW 1975
—	38°C	0,256 l/kg PV/j	63	2	35	—	—	—	
14-21°C	—	80,8 l/j	28,9	40,5	—	17,2	0,3	12,1	J.J Richard (1985)
—	38°C	90,2 l/j	23,35	33,1	—	14,9	0,83	14,25	
?	30°C	↗ 29%	↗ 15	↘ 33	↗ 52	—	—	—	B.EED D.K (1980)
16-19°C régime avec 25% R brs Alimentaire	—	↗ 56%	65	—	—	—	—	—	BATTACHARJEE (1976)
	21-32°C régime avec 75% de R brs Alimentaires	↗ 55%	41	—	—	—	—	—	

III / CONSEQUENCES ZOOTECHNIQUES.

- 31/ Matière sèche ingérée : La quantité de matière sèche ingérée décrit quand la Température excède 25-27°C (Mc Dowall 1985) Cependant d'autres facteurs de l'environnement (la vitesse de vent, l'humidité et les radiations solaires etc --) ont des effets directs sur l'homéothermie pour les conditions naturelles, Ainsi il existe une corrélation entre la Température ambiante et la capacité d'ingestion de matière sèche.

TAB: 9 Effet de la Température sur la quantité ingérée et la digestibilité d'une ration distribuée à des vaches Friesanes.

$t^{\circ}C$	20°C	30°C	38°C
quantité ingérée (g/100 kg PV/J)	287	234	187
digestibilité %	79,7	82,2	83,6

D'après: KELLAWAY 1975

La matière sèche ingérée est aussi fonction du rapport

Fourrage / concentré : Plus la ration est riche en fibre alimentaire moins elle est consommée. (voir TAB 10)

Parmi les réponses physiologiques dues au stress thermique, l'animal réduit sa quantité de matière sèche ingérée, provoquant ainsi une diminution de la fermentation ruminale et du métabolisme corporel afin d'assurer le maintien de sa balance thermique. En outre l'accroissement de la température ambiante, augmente le rythme respiratoire et les besoins en eau de l'animal, tout en réduisant par absorption intestinale et de rumination.

32/ Digestion et digestibilité :

Le changement de la Température a des effets sur les caractéristiques dynamiques de la digestion et de la digestibilité (due aux facteurs neuroendocriniens).

L'augmentation de la Température ambiante et de l'humidité induisent une élévation de la digestibilité due à la rétention ruminale plus longue entraînant un volume ruminal important. La vitesse de passage des ingesta est ralentie, ce qui se traduit par une meilleure digestibilité (TAB: 10). Chez les vaches on remarque que la digestibilité diminue (Bhattacherjee 1977). Cette différence n'est pas due en grande partie par l'effet de la Température ambiante (Lippke 1975) plutôt qu'elle est fondée de la composition de la ration, sa qualité et quantité, du passage des ingesta et du volume ruminal et post-ruminal.

EFFET DU STRESS THERMIQUE SUR :
MSI - digestibilité ET BMS.

Tab. C

variation de Température	Aliments	Diminution / matière sèche ingérée	digestibilité	BMS	Auteur
15°C à 30°C	herbe peche à 14,9% MAT	11-21%	-	-	BANARAYAN 1976
5°C à 30°C	64% paille d'orge 18% de foin de soja	17%	↗ 3%	↘ 38%	Kellaway 1975
0°C à 38°C	15% Amino grain 3% complément minéral	38%	↗ 5%	↘ 76%	
1°C à 32°C	Régime avec 25% de fibres alimentaires	14%	↘ 5%	-	Bachery 1974
	Régime avec 7% de fibres alimentaire	49%	↘ 17%	-	Idem.

EFFET DU REFROIDISSEMENT ARTIFICIEL SUR LA
TEMPERATURE RECTALE ET LA PRODUCTION LAITIÈRE

	Température Rectale	Production lactière	AUTEURS.
Boûche de 20-30" Ventilation forcée 4-5' Fréquence de l'opération 5-6 fois / j	↘ 0,6 - 0,8°C	↗ 2,4 l / j	BERMAN
Boûche de 30" Ventilation forcée 4-5' Fréquence de l'opération 5 fois / j	↘ 0,5 - 0,9°C	↗ 2,6 l / j	EHLE - WOLFENSON 1988

33/ Interaction fourrage - concentré:

TAB 10: Effet des aliments premiers sur l'utilisation des nutriments sous stress thermique par des ovins.

	TEMPERATURE °C		HYGROMETRIE %	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
Condition Normale	16,8	19,6	49	74
STRESS thermique	21,5	32,0	55	88

TAB: 10

		25 % de Fibres alimentaires			75 % de Fibres alimentaires		
Nutriments	Température	Température Normale	Température élevée (stress thermique)	diminution / augmentation	Température Normale	Température élevée (stress thermique)	diminution / augmentation
Quantité ingérée (gr / j / animal)		753	652	-14 %	879	447	-49 %
EAU BUÉE (l / j / animal)		2,34	3,66	+56 %	2,05	3,18	+55 %
DIGESTIBILITÉ EN %	M.S *	80,2	76,6	-3,6 %	64,1	53,1	-11 %
	M.A.T *	80,3	80,0	-0,3 %	72,2	63,7	-8,5 %
	C.B *	52,1	54,3	+2,2 %	42,2	39,7	-2,5 %
Energie (ED) digestible kcal / kg ration		3440	3315	-3,6 %	7241	5519	-24 %
Energie (EM) métabolisable kcal / kg ration		3065	2923	-4,6 %	2443	1787	-27 %

- * MS: MATIÈRE SECHE
- * MAT: MATIÈRE AZOTÉE TOTALE
- * CB: CELLULOSE BRUTE.

D'après: BHATTACHARYA and FAHSEIN 1974

Le Tableau 10 est le résultat d'une expérience faite par des brebis alimentées avec trois types de rations contenant différents pourcentages de fibres alimentaires. Le rapport fourrage / concentré se présente comme suit: 25/75 - 50/50 et 75/25. Les aliments utilisés: Foin d'orge, grain d'orge - Tourteau de soja et de la mélasse.

A travers les chiffres du Tableau 10, on remarque que l'effet du stress thermique sur l'ingestion et la digestibilité des rations diminue, lorsque le pourcentage de concentré augmente.

La diminution de la quantité ingérée représente 49% dans le régime à 75% de fourrage.

La digestibilité de la matière pèche et de la matière sèche diminuent respectivement de 11% et 8,5% dans le régime à 25% de concentré, par contre dans le régime à 75% de concentré, ces deux paramètres diminuent respectivement de 3,6% et 0,3%.

Les énergies digestible et métabolisable de la ration riche en concentré (75%) accusent une légère diminution (cf Tableau 10), par contre dans l'autre régime pauvre en concentré, ces deux énergies voient leur diminution augmenter respectivement de 24% et 27%.

Dans les milieux chauds où les températures sont toujours au dessus de la thermoneutralité, il est conseillé de réduire la quantité de fourrage grossier dans la ration, et d'augmenter les apports de concentrés qui peuvent aller jusqu'à 80% de la ration totale (C.E. Coppock). Ces derniers sont mieux valorisés et ne demandent pas à l'animal un grand effort quand à leur utilisation. (chaleur métabolique faible).

Il est préconisé dans les régions enclavées où l'élevage est mené de façon purement traditionnelle, de procéder au hachage des aliments grossiers en éléments fins afin de faciliter à l'animal sa digestion et de diminuer les pertes de chaleur.

34/ Besoins spécifiques:

342/ Besoins en minéraux pour stress thermique:

Sous l'effet du stress thermique, l'attention est portée surtout sur les besoins en Potassium (K) et sodium (Na).

L'animal réduisant par ingestion pour le forte température, il semblerait logique que ses besoins en minéraux diminuent, et surtout en macroéléments. Or, une expérience conduite en chambre climatique, montre que l'augmentation de la sudation durant le stress thermique, entraîne une augmentation des pertes en potassium par excrétion, entraînant.

- cette caractéristique se trouve également sous les climats subtropicaux où l'augmentation des pertes par excrétion entérique du potassium a été mesurée sur des animaux sous abris et sans abris (Beed 1981) en plus (Yenkinson and Mason 1973) notent aussi l'augmentation des Taux de perte du sodium, magnésium, calcium et le chlore, mais ne remarque pas de variation du Taux de phosphore.

Pour les vaches laitières, il est recommandé de supplémenter la ration en Potassium et en sodium durant la période de stress thermique pouvant ainsi améliorer la production laitière de 3 à 5% (Beed 1985)

34.2/ Besoins en protéines:

en plus des pertes en minéraux, l'azote subit les mêmes effets sous les conditions de stress thermique.

Les vaches réagissent par l'augmentation des pertes azotées urinaires et par la diminution de la rétention de l'azote. Cette réduction est associée à une élévation du Taux d'excrétion de la créatinine qui se traduit par une augmentation du métabolisme tissulaire.

Le Tableau 11 nous résume l'ingestion et l'utilisation de l'azote pour l'effet de variation de la température ambiante sur des vaches Frisonnes et leurs produits (F₂). Durant cette période, le rapport $\frac{\text{Protéine}}{\text{AON}}$ des muscles

n'est pas affecté significativement en dépit d'une augmentation apparente du catabolisme des muscles. Le bilan Azoté reste positif. La concentration au ADN qui traduit l'intensité de synthèse protéique est réduite

Chez la vache Frisonne soumise au stress.

Il apparaît donc que la réduction de la proportion azotée retenue par un sujet stressé est due à l'augmentation du catabolisme des muscles et la réduction de la synthèse protéique (L.C. Kellaway 1975).

En conclusion, il est indéniable en période de stress thermique de supplémenter les rations de fibres alimentaires en azote et d'ajouter à apporter un fourrage de bonne qualité: Azote fermentescible (Mc. Dowell. 1985).

utilisation de l'azote pour l'effet des stress thermique

Table 41 Nitrogen intake and utilization by Friesian and Brahman × Friesian heifers subjected to heat stress

Differences greater than the critical range values are significant ($P < 0.05$). Critical range values in parenthesis apply only to transformed means also in parenthesis

Genotype: Temperature (°C):	Friesian			Brahman × Friesian			5% crit. range values	
	20°	30°	38°	20°	30°	38°	Within genotypes	Between genotypes
Nitrogen (N) intake (g/100 kg liveweight/day)	83.5	74.3	59.4	83.8	80.4	68.4	12.2	19.6
Apparent N digestibility (%)	88.1 (69.8)	89.8 (71.4)	90.6 (72.2)	87.0 (68.9)	88.8 (70.5)	88.4 (70.1)	(3.0)	(4.0)
Apparent N digestibility, adjusted ^a	88.9 (70.6)	88.0 (69.7)	86.9 (68.8)	88.6 (70.3)	88.4 (70.1)	87.6 (69.4)	(3.0)	(3.5)
Urine N (g/100 kg liveweight/day)	21.0	30.8	27.6	24.7	27.6	25.9	6.7	9.0
Faeces N (g/100 kg liveweight/day)	9.6	7.5	5.7	10.9	8.9	7.9	2.8	3.7
Retained N (g/100 kg liveweight/day)	52.9	36.0	26.1	48.2	43.9	34.6	11.3	18.0
N losses and retention (% of N intake):								
Urine	25.1 (30.1)	41.5 (40.1)	46.5 (43.0)	29.5 (32.9)	34.3 (35.9)	37.8 (37.9)	(7.0)	(9.5)
Faeces	11.5 (19.8)	10.0 (18.4)	9.6 (18.1)	13.0 (21.1)	11.1 (19.5)	11.6 (19.9)	(3.0)	(3.9)
Retained	63.4 (52.8)	48.5 (44.1)	43.9 (41.5)	57.5 (49.3)	54.6 (47.6)	50.6 (45.3)	(6.3)	(9.0)
Urine creatinine (g/100 kg liveweight/day)	2.35	3.33	3.87	2.71	3.11	3.61	0.90	1.15
Plasma creatinine (mg/100 ml)	1.20	1.38	1.68	1.21	1.79	1.95	0.26	0.46

^aAdjusted by covariance for differences in intake.

34,4 37,9 44,8 39,7 36,8 46,7 12,9 17,1

Rapport $\frac{\text{Protéine}}{\text{ADN}}$

d'après: R.C Kellaway and P.J Golditz
1975.

248/ Les besoins en vitamine :

L'effet des stress thermique, sur les besoins en vitamine n'ont pas été caractérisés cependant (Page and al 1959) notent qu'un temps court de stress cause une perte de 30% de vitamine A.

Cette réduction a des impacts négatifs sur les performances de reproduction, sur les fonctions de cellules épithéliales et sur la santé en général de l'animal dans les milieux chauds. Une supplémentation en vitamine s'avère donc nécessaire.

35/ Production laitière et composition du lait :

Les hautes températures causent une diminution de la quantité ingérée et par conséquent affectant la production laitière.

La diminution du niveau d'alimentation durant la lactation est usuellement associée à une augmentation de la matière grasse du lait et à une diminution des protéines. (Flux and Patchell 1954)

une expérience a été menée dans ce sens par deux paires de vaches laitières Jersey exposées à deux températures (15 - 30°C), recevant la même quantité d'herbe sèche. Les résultats concernant la variation de la production laitière et de la composition du lait sont résumés dans le Tableau suivant.

Variation de la production laitière et de la composition du lait, des vaches Jersey de 330-380kg soumise à une température élevée.

TABLEAU: 12

	N° Vache	Temps	Contrôle (15°C)	TRAITEMENT (30°C)
Quantité ingérée kg/j/anim.	1	-	11,9	10,6
	2	-	11,9	9,6
Production laitière l/j/anim.	1	-	12,2	10,2
	2	-	11,6	8,3
% MATIÈRE GRASSE	-	matin	4,84	4,53
	-	soir	7,47	6,51
% protéine	-	matin	3,77	3,41
	-	soir	3,85	3,53

d'après: BANDARAYAKA 1976

352/ variation de la production laitière :

on remarque à travers les chiffres du Tableau 12 que l'effet du stress thermique a causé :

- * augmentation de la Température rectale et du rythme cardiaque.
- * diminution de la quantité ingérée et de la production laitière de 11-21% et 16-28% respectivement.

352/ variation de la composition du lait :

La même expérience avait montré que le pourcentage de graisses dans le lait avait chuté durant l'exposition des vaches à la Température de 30°C. Le changement dans la composition du lait est lié à la réduction de la quantité de salive due à la haute Température (ruminations ralenties) aboutissant à une réduction concomitante du pH et de l'acide acétique (précurseur des matières grasses du lait) dans le rumen ; se traduisant ainsi par un faible pourcentage de graisse.

Le pourcentage de protéines du lait avait chuté également de 0,36 - 0,32%

le lactose était resté inchangé oscillant entre les valeurs de 5,32-5,48%.

La Température n'a pas d'effet sur la variation du lactose.

on peut conclure que les hautes Températures peuvent avoir des effets négatifs sur la production et la composition du lait, ceci est étroitement lié à la diminution de la quantité ingérée et à la réduction de l'activité du rumen sous stress thermique.

36/ Effet de la chaleur sur les performances de reproduction

L'expérience qui suit, a été menée sur des vaches Holsteins soumises à un rafraîchissement suivi d'une ventilation forcée (expérience résumée dans le Tableau 13). Les vaches sont rafraîchies dès la veille du jour où ^{devait} normalement intervenir l'œstrus jusqu'au 8^e jour post œstrus. Le procédé employé pour la synchronisation de chaleurs pendant le déroulement de l'expérience, est la pose de l'éponge vaginale (Progesterone releasing intra vaginal device)

TABLEAU 13

TABLEAU DES OPERATIONS

Temps \ opération	Rafraîchissement	Ventilation forcée
Durée	30 secondes	4,5 minutes
intervalle entre traitement	30 minutes	
Fréquence du traitement	9 fois par jour.	

les résultats issus de l'expérience (TAB 14) indiquent que le rafraîchissement des vaches laitières en période de ptiers thermique affecte le comportement de l'œstus et augmente sa fréquence en position debout.

(GARIB-WALZ 1965) montre dans une expérience que le ptiers thermique réduit la durée de l'œstus et augmente par intensité chez les génisses holsteines.

les ovulations précoces en période d'anœstus sont plus nombreuses chez les vaches non rafraîchies. (TAB 14)

TAB 14: apparition ou non de l'œstus chez les vaches rafraîchies ou non rafraîchies. (36^h à 6 jours après le retrait de l'éponge vaginale.

TABLE 14. Distribution of summer cooled and noncooled cows exhibiting or not exhibiting estrus from 36 h to 6 d after removal of the progesterone-releasing intravaginal device.

Group	No. cows	Cows showing estrous behavior		Anestrous cows		
		Standing	Mounting	Silent ovulation	No ovulation	Total
Cooled	33	23 ^a (70%)	6 (18%)	2	2	4 ^a (12%)
Noncooled	33	15 ^b (45%)	7 (21%)	6	5	11 ^b (33%)

a,b Means within column with differing superscripts differ ($P < .05$).

3^e APOU: E. HER and WOLFENSON. 1988.

les résultats du Tableau 15 montrent qu'il n'y a pas eu de différence entre les Taux de Conception chez les deux lots de vaches laitières, ce qui tendrait à dire que la fertilité n'est améliorée que si la période de rafraîchissement dure un peu plus que le Temps imparti à cette expérimentation (10 jours): (E. HER and WOLFENSON 1988).

TAB 15: Taux de fertilité, Taux de non retour en chaleur chez les vaches rafraîchies et non rafraîchies mesurant un comportement d'œstus.

TABLE 15 Conception rate¹ and nonreturn rate² of summer cooled and noncooled cows showing estrus behavior.

Group	No. cows	Nonreturn rate	Conception rate
Cooled	29	21 (72%)	9 (31%)
Noncooled	22	15 (68%)	8 (36%)

¹ Diagnosed pregnant by rectal palpation on d 45.

² Percent cows not showing estrus through d 28.

IV / TECHNIQUES D'ELEVAGES EN CONDITION DE STRESS THERMIQUE

Cette description de logement pour bovins laitiers a été mise au point au sud ouest des états unis, région dont le climat se rapproche de celui de beaucoup d'autres parties du monde (Afrique).

Les installations s'étant révélées satisfaisantes, elles pourraient servir de modèle dans d'autres régions ou se multiplier le grand élevage.

42 / Agencement des aires :

Les aires destinées aux vaches laitières possèdent un couloir 'bétonné' menant à la pelle de traite, les vaches devant y être amenées au moins deux fois par jour. (Fig 2). Sur le côté de l'aire opposé à ce couloir court, une mangeoire où les aliments sont apportés généralement très tôt le matin et sont disponibles de plus souvent en permanence ; grâce à un réservoir à flotteur, les bêtes disposent d'eau à boire à tout moment.

42 / Entretien des sols :

Le sol des aires de stabulation n'étant pas cimenté, il doit être en pente pour garantir un bon drainage et nettoyé deux fois par an au moins, parfois il peut être nécessaire d'enlever le fumier humide aux endroits ombragés et de le remplacer par un fumier sec prélevé en d'autres points de l'aire ; le fréquent ratissage de cette dernière pour remuer le fumier accumulé favorise le séchage et empêche la prolifération des moustiques et d'autres insectes. Les mangeoires doivent être racless deux fois par semaine.

L'abreuvoir repose également sur une dalle de béton, un ombrage au dessus de l'abreuvoir réduit au minimum la croissance des algues. Des parois lisses à fond arrondi facilitent le nettoyage, de sorte que l'eau propre est disponible à tout moment.

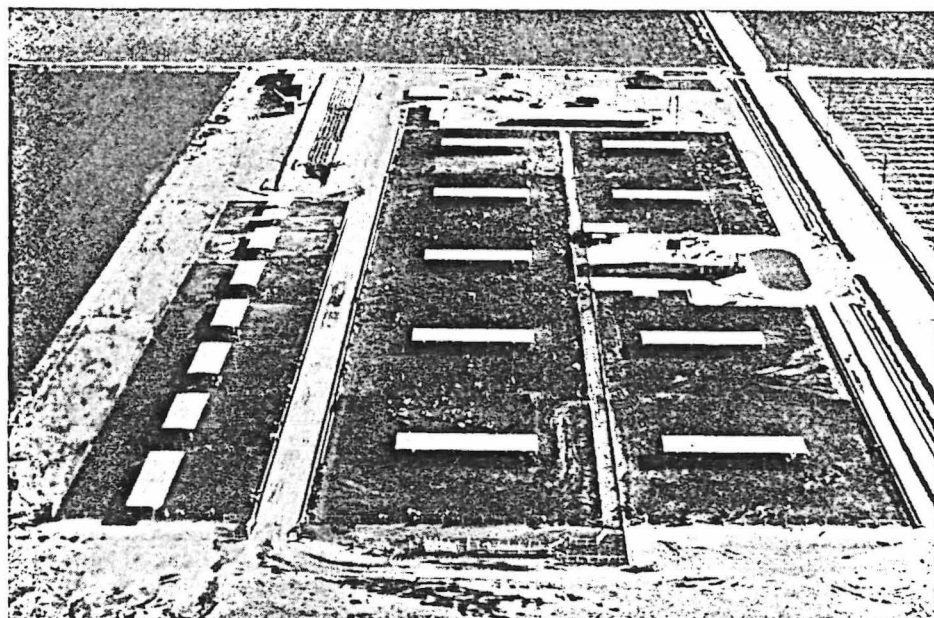
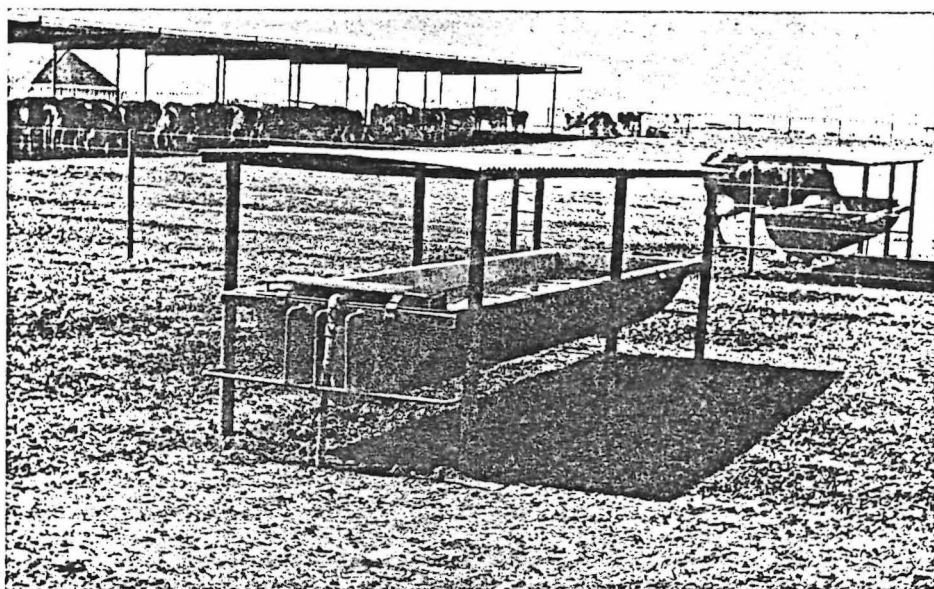


Figure 1. Ci-contre.
Plan pour 400 vaches
en lactation.

Figure 2. En dessous.
Avec un réservoir d'eau
à fond cylindrique
de fibre de verre,
ombragé, on peut en
permanence disposer
d'eau fraîche
et limpide.



TABEAU 16 Espace recommandé pour les aires de stabulation, d'alimentation et d'ombrage en conditions semi-arides (pluviométrie maximale de 60 mm en 24 heures)

Catégorie d'animal	Pour 100 vaches en lactation	Espace de l'aire de stabu- lation (m ² /vache)	Espace de l'aire d'alimen- tation (m ² /vache)	Aire ombragée (m ² /vache)
Vaches en lactation	100	50	0,75	4
Vaches tarées et en gestation	15	50	0,75	4
Génisses gravides (17-26 mois)	33	35	0,5	4
Génisses en croissance (6-16 mois)	37	30	0,4	2,5
Veaux en croissance (6 semaines-5 mois)	¹ 13	25	0,4	1,5
Jeunes veaux (1 jour à 6 semaines)	¹ 6	(Prévoir neuf cases individuelles pour veaux)		
Vaches venant de mettre bas ou vaches allaitantes	1	50	0,75	4
Vaches malades	2	50	0,75	4

¹ Ces chiffres excluent les veaux mâles.

43/ Manutention des déjections :

La manutention et l'exécution du liézier sont assez simples, etant donné le fort taux d'évaporation et l'absence de Températures basses prof dans les périmètres ombragés.

Le fumier, sèche rapidement et ne demande en général qu'à être enlever le fumier de l'aire d'attente et de la pelle de traite est évacué au jet d'eau après chaque traite et s'écoule par gravité dans un puitsard d'où l'eau et les solides en suspension sont amenés par pompage dans une décharge appropriée. Celle-ci consiste généralement en une fosse à parois inclinées, élevés au dessus du niveau du sol à l'aide de tige déblayées. Le liézier contient de précieux éléments fertilisants que peuvent aisément être incorporés dans un système d'irrigation et appliqués aux cultures.

44/ Ombre des aires :

un avant orienté nord-sud par sa longueur est aménagé près du Centre de chaque parcelle pour donner une ombre de 3 à 4 m de hauteur et de 5 à 8 m de largeur (Fig 3).

Les ombres orientés est et ouest donnent plus de fraîcheur ambiante mais une partie de la surface ombragée est peu ensoleillée et il faut alors davantage veiller à ce que ne s'y accumule pas à l'excès du fumier humide.

L'aire d'alimentation ne doit pas être ombragée, car les alentours auraient tôt fait de se transformer en boudoir. Par ailleurs les bêtes sont nourries tôt le matin et tard l'après midi, pour les inciter à manger pendant les heures fraîches de la journée.

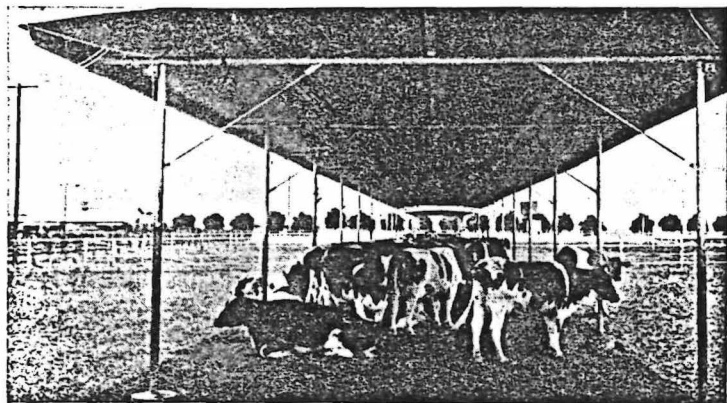


Figure 3.
*Le bétail est
protégé des rayons
directs du soleil
par un écran
plein.*

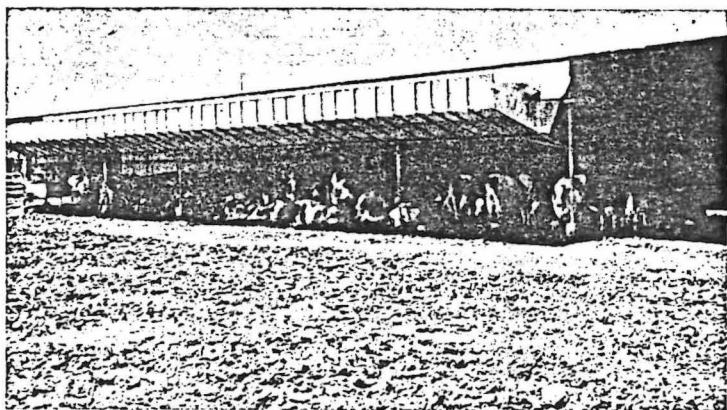


Figure 4.
*Certains
dispositifs
d'ombrage sont
équipés de
refroidisseurs par
évaporation pour
donner plus
de confort
aux animaux.*

45/ Refroidissement artificiel:

En période chaude, on peut accroître le confort du bétail en refroidissant l'atmosphère artificiellement. # cet effet un refroidisseur artificiel à évaporation spécialement conçu et fixé sur le côté d'un auvent, soufflé l'air prérefroidi par les animaux qui se tiennent à l'ombre (Fig 4).

Un des côtés de l'auvent est en général muni d'un bandage pour réduire l'interface avec les courants d'air naturels. Le surplus de confort se traduit par de substantiels accroissements de la production laitière et de la performance reproductive. On peut aussi donner plus de confort aux vaches laitières en installant un dispositif d'aspersion installé au dessus de l'aire d'attente, complété par un système de jet aménagé au sol. Toutes les parties du corps de la vache pouvant être ainsi humidifiées, on fait fonctionner les aspersion brièvement 2 ou 3 fois pendant le séjour des vaches dans l'aire d'attente.

Un arrosage de 20-30 secondes, suivi d'une ventilation forcée de 4-5 minutes réduit la température corporelle de 0,6 à 0,8°C et la répétition de l'opération 5 à 6 fois/jours permet de maintenir la température corporelle à 38,2°C - 38,7°C (BERMAN 1985).

- Une autre expérience menée dans cet objectif en Israël, consiste à mettre les bovins dans des aires à sol constitué d'ardoise, soumises aux mêmes opérations de rafraichissement artificiel (6 fois/Jours). Les résultats préliminaires (Flamenbaum et al.) sur des vaches laitières produisant 38 kg de lait/jour sont les suivants :

- augmentation de la consommation de matière sèche de 4 kg/Jour
- augmentation de la production laitière de 5 kg/Jour (pendant les journées chaudes)
- Diminution de la quantité d'eau bue de 20% par rapport aux vaches en conditions naturelles -
- augmentation significative de la concentration des composants du lait chez la vache.

• L'effet du rafraîchissement des vaches sur la production laitière a été étudié récemment par ETHER-WOLFENSON 1983.
 Dans cette expérience, les vaches ont été exposées à des touches légères (30 secondes) suivies d'une ventilation forcée de 4-5 minutes fraîchissant par période de 30 minutes. L'expérience a duré 10 jours, avec une fréquence de traitement répétée 9 fois/j entre 5h et 21h du jour (TAB 13).

Température corporelle (°C) chez les vaches rafraîchies (O) et non rafraîchies (*) les jours du haut montrent la période de rafraîchissement (Tous les 30')

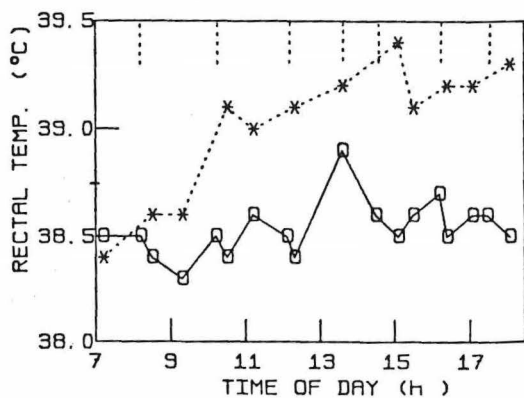


Figure 1. Body temperature (°C) of cooled (O) and noncooled (*) cows in summer. Vertical broken lines mark beginning of 30-min cooling periods of cooled cows. Standard error of the means of cooled and noncooled data: .02, .03, respectively.

Production laitière pendant 24 semaines postpartum chez des vaches rafraîchies (O) et non rafraîchies (*). Les lignes verticales marquent le 1^{er} et dernier jour de la période de rafraîchissement.

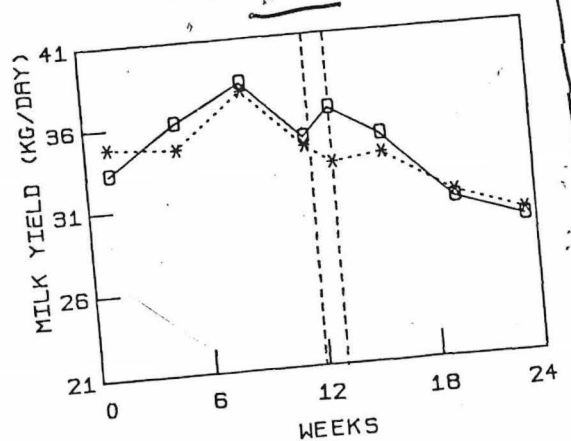


Figure 2. Milk yields for 24 wk postpartum in cooled (O) and noncooled (*) cows in summer. Vertical broken lines mark the first and last days in cooling periods. Standard error of the means for the eight sample times: 3.0, 1.3, 1.4, 1.3, 1.1, 1.2, 1.1, and 1.1.

La température rectale des vaches rafraîchies a atteint 38,8°C pendant la période la plus chaude de la journée (13h), alors que le lot témoin sa température à la même heure a atteint 39,40°C (voir Figure 1).
 L'augmentation de la température chez les vaches rafraîchies est associée aux activités de traite et de déplacement. Le rafraîchissement a fait chuter la température corporelle de 0,5 à 0,9°C, elle est restée dans les limites de la température homéothermique (38,6°C).

Les vaches rafraîchies ont eu leur production laitière en fin de traitement augmenter de 2,6 kg/jour représentant +8% par rapport aux vaches témoins.

VALEURS NUTRITIVES DES RATIONS RECOMMANDÉES
POUR LES VACHES LAITIÈRES EN ZONES CHAUDES.

TAB. D

Nutriment	RATIONS DES VACHES LAITIÈRES.				
	Poids vif des vaches laitières (kg)	Production Laitière kg/lj.			
	≤ 400 500 600 ≥ 700	< 8 < 11 < 14 < 18	8 - 13 11 - 17 17 - 21 18 - 26	13 - 18 17 - 23 21 - 29 26 - 35	> 18 > 23 > 29 > 35
RATION		I	II	III	IV
M A T %		13	14	15	16
UFL/100kg PV		0,82	0,87	0,93	0,99.
Calcium %		0,143	0,148	0,154	0,160
Phosphore %		0,31	0,34	0,38	0,40
Vitamins	vit. A (IU/kg)	3200	3200	3200	3200
	vit. D (IU/kg)	300	300	300	300.

Tableau emprunté à : Lee Russell
Mc Dowell 1985

"Nutrition of grazing Ruminant
in warm climate."

Conclusion générale.

L'effet de l'environnement est très important sur l'ensemble des performances des Animaux. L'accroissement de la Température et de l'humidité au dessus du seuil de neutralité thermique provoque une série de modifications chez la vache laitière :

- Diminution de la quantité ingérée avec une légère amélioration de la digestibilité, due à un accroissement du Temps de rétention des aliments dans le tube digestif. Ces modifications s'accompagnent d'un ralentissement de l'absorption intestinale et de variations des métabolismes énergétiques, azotés et minéral.
- modification physiologique, avec une augmentation successive des rythmes cardiaques et respiratoires, ainsi que la Température rectale.
- Augmentation des pertes et des besoins en eau
- Diminution de la production laitière
- modification des performances de reproduction.

Pour remédier à ces handicaps, trois orientations peuvent être proposées à savoir :

1/ La protection physique de l'animal, qui demande des infrastructures ombragées simples et peu onéreuses, réduisant ainsi l'effet de la chaleur directe sur le corps de l'animal.

D'autres moyens peuvent être employés, tel que le rafraîchissement artificiel des vaches durant la période la plus chaude de la journée.

2/ Amélioration génétique ; vise à établir un pépinière de sélection génétique englobant l'ensemble des animaux, pour pouvoir dégager des sujets plus résistants à la chaleur (thermotolérant).

3/ Planning nutritionnel : sert à planifier les apports alimentaires en fonction des saisons (en période chaude augmenter les apports azotés et minéraux et réduire le pourcentage de fourrage).

References bibliographiques:

- * BEED, O.K and R.J. Collier (1986)
Potential nutritional strategies for intensively
managed cattle during thermal stress.
Journal. Anim. Sci. 62: 543-554.
- * BERMAN, A (1985)
Impact of hot climate on dairy cattle
nutrition.
Communication à Foz.
- * BHATTACHARYA, A.N and F. HUSSAIN (1974)
Intake and utilisation of nutrients in sheep
fed different levels of roughage under heat
stress.
Jour. of An. Sci Vol 38 N° 4 . 877-886.
- * BANDARANAYAKA, D.D and C.W. Holmes (1976)
Changes in the composition of milk and
rumen contents in cows exposed to a high
ambient temperature with controlled feeding
Trop. Anim. Health prod. 8: 38-46.
- * Craig Heller, Larry Crowshaw et Harold Hammel (1978)
Le Thermostat de vertébrés.
- * Gerard vis (1954)
Influence directe de la température ambiante sur
le bétail laitier et sa production
Thèse de doctorat vétérinaire
ENV. Maïdon Alfort

- * HER. E, D. WOLFENTON, I. FLAMENBAUM, Y. FOLMAN, N. KAIM.
and A. BERMAN (1988)

Thermal productive, and reproductive responses
of high yielding cows exposed to short-term cooling
in summer.

J. Dairy Sci. 71 : 1085 - 1092.

- * HAMAN. A and J. D ROUSSEL (1975)

Effect of protein concentration in the diet on blood
composition and productivity of lactating holstein
cows under thermal stress.

J. Agric Sci. Camb 85 : 409 - 415

- * KOLB. E (1985)

Physiologie des Animaux Domestiques
Vigot 5th edition.

- * KELLAWAY R.C and P.J ELDREDGE (1975)

the effect of heat stress on growth and nitrogen
metabolism in Friesian and Fr Brahman x Friesian
Heifers.

Anim. J. Agric. Res. 26 : 615 - 622.

- * KHUB Singh and N. K. BHATTACHARYA (1986)

Effect of hyperthermia and blood composition
in Br indicus and their crosses with Br Taurus.
Breeds.

Br. Vet. J. 142 : 527 - 531

* Lee Roumel Mc Jowell (1985)

Nutrition of grazing ruminants in
warm climates.

Animal feeding and nutrition.

Off of Florida Gainesville - Florida.

* Paul T. Chandler (1987)

Problems of heat stress in dairy

cattle examined

Nutrition & health

Bottom line of nutrition - dairy.

* Riviere, E. (1978)

MANUEL d'alimentation de ruminants domestiques
en milieu tropical (2^e édition)

Ministère de la Coopération

IEHVIT

* Richard J. I (1985)

Effect of high dry time temperature on the
intake and utilization of water in lactating
Friesian cows

Trop. Anim. Hlth Prod. 17. 209-217

* Wiersma F. A.V. Armstrong, W.T. Welchert et D.G. Lough (1984)

systems de logement du bétail laitier en
climat chaud.

Revue mondiale de l'élevage 50

* YADAV B.L. and L.P. Gupta (1985)

Effect of housing and feeding systems on the
physiological reactions and behaviour of milch buffaloes
during raining season.

Asian. J. Dairy. Sci. 4(4) : 233-236.