

718 890085

9361

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 CLIMAT TROPICAL
SUR LE COMPORTEMENT ALIMENTAIRE
ET L'UTILISATION DES ALIMENTS PAR LA
POULE PONDEUSE ET LE POULET DE CHAIR

par

Rose UMULISA

TABLe DES MATIERES

<u>INTRODUCTION</u>	1
PARTIE .I. <u>EFFET DE LA TEMPERATURE ET</u> <u>DE L'HYGROMETRIE SUR LE</u> <u>COMPORTEMENT ALIMENTAIRE DES</u> <u>VOLAILLES.</u>	3
1. <u>THERMOREGULATION</u>	3
1.1. Comportement des volailles .	4
1.2. Polypnée thermique.	4
1.3. Hygrometrie et dissipation de la chaleur.	5
2. <u>CONSUMMATION D'EAU</u>	7
2.1. Effet du climat sur la consommation d'eau.	7
2.2. Effet des caractéristiques physico-chimiques de l'eau sur la consommation et l'adaptation des volailles à la chaleur.	8
2.2.1. Eau Carbonatée.	8
2.2.2. Eau Salée.	10

3. <u>CONSOMMATION D'ALIMENT EN</u> <u>RELATION AVEC SA CONCENTRATION</u> <u>ENERGETIQUE.</u>	11
3.1. Effet de la température sur la consommation d'aliments	11
3.1.1. Diminution de l'appétit	11
3.1.2. Effet de la concentration énergétique	13
3.2. Effet de l'hygrométrie sur la consommation d'aliments	16
3.2.1. Effet du niveau énergétique	17

PARTIE II. TECHNIQUES DE RATIONNEMENT
DES VOLAILLES SOUS CLIMAT CHAUD 20

1. <u>CONCENTRATION EN PROTÉINES ET</u> <u>EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS.</u>	20
2. <u>NUTRITION MINÉRALE</u>	23
2.1. Alimentation ciblée séparée.	24
3. <u>APPORT EN VITAMINES.</u>	27

PARTIE III. AUTRES TECHNIQUES D'ÉLEVAGE
FAVORISANT L'ADAPTION DES
VOLAILLES AU CLIMAT CHAUD. 28

1. <u>NUTRITIONNELLES.</u>	28
----------------------------	----

1.1.	Additifs	28
1.2.	La mière	28
2.	<u>GÉNÉTIQUES</u>	30
2.1.	Gène - di (Polydypsie)	30
2.2.	Gène - dw (Nanisme)	30
2.3.	Gène - Na (Cou - ru)	31.
3.	<u>L'ENVIRONNEMENT</u>	32
3.1.	Le bâtiment	32
3.2.	Refroidissement de l'air	34
	<u>CONCLUSION</u>	39
	<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	41

INTRODUCTION

L'importance de la volaille comme source de revenus et d'aliments est souvent ignorée ou sous-estimée par les instances dirigeantes dans les pays tropicaux. Or, la croissance rapide et la productivité élevée des volailles par rapport aux autres animaux domestiques les placent au premier plan dans le développement qualitatif et quantitatif des denrées alimentaires mondiales et surtout tropicales. (FAO, 1965)

En effet, l'aviculture permet de pallier aussi rapidement que possible une partie du déficit alimentaire mondial en protéines d'origine animale essentiellement fournies par la viande des ruminants domestiques. (IEMVI, 1982). L'oeuf est une bonne source de protéines remarquable tout à la fois sur les plans qualitatif et quantitatif. La valeur biologique des protéines de l'oeuf le place, en effet, en tête de toutes les productions animales. C'est aussi une source de phosphore organique très assimilable et de fer. L'oeuf contient les vitamines et, en particulier, les vitamines liposolubles (A.D.E.K). Il a une faible valeur

energetique ce qui lui confère un grand intérêt sur le plan diététique. (FAO, 1965)

L'aviculture est d'une importance reconnue sur le plan économique et social et on peut s'attendre à une augmentation de l'élevage avicole en raison de la croissance de la population et du niveau de vie.

Si l'aviculture mérite une place non-négligeable dans les pays tropicaux, elle n'en est pas moins affectée par l'environnement. La température élevée est un élément constant en régions tropicales. Le mois le plus frais a une température de plus de 15°C et la température moyenne annuelle est de plus de 25°C dans l'hémisphère nord et de 22°C à 23°C en hémisphère Sud. (IEMVT, 1984). Cette haute chaleur des tropiques est due à l'ensoleillement. Le soleil est à la verticale de ces régions deux fois par an, alors que pour les pays tempérés les rayons sont toujours tangentiels. De surcroît, il existe une évaporation et une évapo-transpiration des plantes importantes, résultant souvent en hautes hygrométries. (IEMVT, 1984)

Ce climat chaud dans les zones tropicales provoque, chez les volailles, une diminution de la consommation alimentaire et des performances.

PARTIE I : EFFET DE LA TEMPÉRATURE ET DE
L'HYGROMÉTRIE SUR LE COMPORTEMENT
ALIMENTAIRE DES VOLAILLES.

La température interne des volailles est plus élevée que celle des mammifères et relativement instable. Chez la poule, elle oscille entre 41°C à 42°C (IEMVT, 1983)

Les températures ambiantes comprises entre 16°C et 20°C constituent la zone de bien être pour les volailles. Au delà et en deça de ces limites, le métabolisme de la poule s'accroît sensiblement et traduit une perte d'énergie pour lutter contre la chaleur ou contre le froid, par une série de moyens qui constituent la régulation thermique (IEMVT, 1983)

1. THERMOREGULATION

En pays tropicaux, c'est plutôt la température élevée qui pose des problèmes chez les volailles. Dès que la température ambiante dépasse 25°C , la volaille met en œuvre une série de moyens pour diminuer l'effet de la chaleur. Physiologiquement, la poule augmente

la dissipation et diminue la production de la chaleur.

1.1 COMPORTEMENT DES VOLAILLES

Dans sa thermorégulation, la poule évite toute dépense musculaire, cherche l'endroit le plus frais et s'enfonce dans la litière pour s'efforcer de restituer au sol frais une partie de la chaleur emmagasinée. La poule s'efforce d'augmenter sa surface d'échange et de réduire au maximum l'effet isolant de son plumage par le biais d'ailes tombantes et écartées de son corps. (IEMVI, 1983)

1.2. POLYPNEE THERMIQUE

La poule diminue sa température corporelle par l'exportation de calories dans la vapeur d'eau de l'air expiré. A une température ambiante élevée, la poule augmente son rythme respiratoire. Linsley et Burger, (1984) avaient constaté que le taux de respiration des poulets de chair augmentait de 25 respirations par minute (en zone de thermoneutralité) à

250 respirations par minute à 30°C. Les sacs aériens jouent un rôle important dans cette régulation thermique. Lorsque'ils se remplissent d'air frais et sec, celui-ci s'humidifie, ce qui entraîne à l'organisme une quantité importante de vapeur d'eau, donc des calories, par un phénomène identique à celui de la sudation chez les mammifères. Lors d'une expérience chez les poulets de chair, Tectter et al (1987) ont constaté que pour een gramme d'eau évaporée des poumons, au moins 0.54 kcal d'énergie sont perdus.

1.3 HYGROMETRIE ET DISSIPATION DE LA CHALEUR

L'environnement est souvent défini par la température et l'hygrométrie est rarement prise en compte (Uzu et al, 1985). Il semble, toutefois, que l'hygrométrie agit directement sur l'élimination de la chaleur en freinant l'évaporation d'eau accentuant ainsi le stress thermique.

Le tableau suivant est le résultat d'une expérience effectuée

Chez les volailles pour estimer l'effet de la température et de l'hygrométrie sur la dissipation de la chaleur par évaporation d'eau.

Tableau 1. Importance de la dissipation de la chaleur par évaporation (% du total) en fonction de la température et de l'hygrométrie.
(ROMJIN et LOKHORST, 1966)

TEMPÉRATURE HYGROMETRIE	20 °C	24 °C	34 °C
40 % H.R	25	30	80
85 à 90 % H.R	25	22	39

Source: UZU, (1985).

D'après ces résultats, la dissipation de la chaleur par évaporation augmente avec les températures, mais elle apparaît freinée en milieu humide (85 à 90% H.R). Toutefois à températures faibles (20°C), l'hygrométrie est sans effet sur les pertes de la chaleur par évaporation.

2. CONSOMMATION D'EAU

2.1 EFFET DU CLIMAT SUR LA CONSOMMATION D'EAU

Les volailles dissipent la chaleur par évaporation d'eau par voie respiratoire. La régulation thermique accroît donc le besoin en eau. Jusqu'à 27°C l'eau consommée par jour et par poule augmente de 3g /°C et au de là de 29°C, elle peut atteindre 11g /°C. (Van Kampen, 1981a)

Les températures basses de l'eau favorisent sa consommation et celle de nourriture, améliorant ainsi la performance des volailles. En outre, l'eau fraîche contribue à baisser la température du corps et compense la production de chaleur par le métabolisme. De fait, les poules qui ont accès libre à l'eau fraîche sont capables d'en équilibrer la consommation et l'évaporation sur une échelle des températures ambiantes de 5°C à 35°C. (Van Kampen, 1981b).

Alors que la privation de nourriture peut être tolérée par les volailles, la privation d'eau diminue leur période de survie, surtout pour les poussins. Ce qui veut dire que leur tolérance à la chaleur dépend de la capacité élevée à perdre de la chaleur par l'évaporation d'eau.

Le rôle de l'eau dans la régulation thermique souligne l'importance de sa gestion en pays tropicaux, notamment dans les régions arides. (Ueno et al, 1978).

2.2. L'EFFET DES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU SUR SA CONSOMMATION ET L'ADAPTATION DES VOLAILLES A LA CHALEUR.

2.2.1. EAU CARBONATEE

La polyprée thermique augmente les échanges pulmonaires de gaz carboniques (CO_2) et déplace ainsi l'équilibre acido-basique du sang dans le sens d'une moindre disponibilité des bicarbonates. (Huston et al 1961). Ce phénomène a un effet négatif sur le métabolisme calcique chez les volailles: il entraîne une diminution de la croissance chez les jeunes et une production d'oeuf à coquille mince et souvent déformée chez les pondeuses.

Plusieurs travaux ont été effectués dans le but d'équilibrer le pH sanguin et d'améliorer la performance des volailles. En ajoutant du gaz carbonique dans l'eau de consommation destinée au poulets de chair, Botkje et al (1985) ont

Constaté une amélioration de leur croissance entre 4 et 7 semaines et une diminution de mortalité de 9% dans la 7^{ème} semaine.

Le tableau suivant compare l'effet d'eau carbonatée (pH. 4.3) et d'eau de robinet (pH. 6.8) sur la croissance de poulets de chair soumis à une température de 30°C et à une hygrométrie de 60 - 70%.

Tableau 2. L'effet d'eau carbonatée sur la croissance de poulets de chair entre 4 et 7 semaines.

	Age (semaines)	Poids en grammes	Gain de poids (g)/ ³ sema.
Eau de robinet (Contrôle) pH: 6.8	4	543	844
	7	1387	
Eau Carbonatée pH: 4.3	4	516	942
	7	1458	

Source: Bottje et al 1988.

2.2.2 EAU SALEE

L'eau salée améliore la consommation de nourriture et la performance des volailles en milieu chaud. Le mécanisme principal qui sous-tend ce phénomène est tout simplement la hausse de consommation d'eau qu'entraîne les ions ajoutés à l'eau de consommation des volailles. Cette eau sert d'amortisseur de chaleur (heat receptor) diminuant ainsi l'effet du stress thermique sur les animaux. Teeter et Smith (1987) ont ajouté KCl (0.48%) à l'eau et ont constaté peu après une hausse de consommation alimentaire et de croissance des volailles de 20% par rapport à celles nourries à l'eau de robinet (contrôle).

Tableau 3. L'effet des ions sur la consommation d'eau, la température corporelle et la croissance chez les poulets de chair entre 4 et 7 semaines.

	gain du poids vif (g/jour)	consommation d'eau (ml/poulet/jour)	Température corporelle (°F)
Contrôle	100	100	100 °F
NaCl	110	149	79.4 °F
KCl	109	140	67.6 °F
K ₂ SO ₄	107	122	85.3 °F

3. CONSOMMATION D'ALIMENTS EN RELATION AVEC SA CONCENTRATION ENERGETIQUE

3.1. EFFET DE LA TEMPERATURE SUR LA CONSOMMATION D'ALIMENTS

Sous les températures très élevées des régions tropicales, les volailles subissent un stress thermique et diminuent leur consommation d'aliments.

3.1.1 DIMINUTION D'APPETIT

Physiologiquement, la volaille soumise à un stress thermique, favorise sa thermorégulation par une diminution de la production de chaleur. Cette chaleur métabolique, chez les volailles correspond en partie à l'utilisation des nutriments pour les métabolismes. (Whitton, 1965). En conséquence, la consommation des aliments diminue d'autant plus que la température ambiante s'élève au dessus de la zone de thermoneutralité (Smith, 1983). Cette baisse d'appétit qui accompagne la hausse de température peut être associée

on fait que les volailles ont besoin de réduire la quantité totale de la chaleur à dissiper par haletement, (Smith, 1973). Étant des hétéothermes haletantes, les poulets ont les moyens de dissipation de la chaleur moins importants que ceux des homéothermes transpirants. La poule minore sa thermogénèse plutôt que d'augmenter sa thermolyse. (Payne, 1967)

La baisse d'appétit peut être également due à un effet direct de la chaleur sur la région du cerveau responsable du contrôle de la consommation des aliments. (Smith, 1973).

À haute température, le flux du sang vers les intestins et les mouvements péristaltiques diminuent; ce qui entraîne une lenteur de passage d'aliments créant ainsi un effet d'encombrement qui résulte, à son tour, en une diminution de l'appétit chez les volailles. (Van Kampen, 1977)

Cette baisse d'appétit, due à plusieurs mécanismes, chez les volailles, a été estimée quantitativement par Payne (1968) à 15 p 100 par °C entre 21°C et 30°C et

par Wilson (1945) à 4.6 p. 100 par °C entre 32°C et 38°C. La diminution de la consommation entraîne une baisse de la quantité de nutriments disponible pour la production et en conséquence une diminution de la performance des volailles. Par exemple, le poids de l'oeuf diminue de 0.19 par °C entre 23°C et 25°C et jusqu'à 0.39 par °C au delà. (Van Kampen, 1981a)

3.1.2. EFFET DE LA CONCENTRATION ENERGETIQUE.

Pour corriger les effets négatifs de la température sur la consommation alimentaire et les performances des volailles, certains auteurs proposent une augmentation du niveau énergétique de l'aliment pour maintenir l'ingère énergétique malgré la baisse de consommation. Smith et Oliver, (1972) ont mené une expérience avec 2 lots de poulettes (Leghorns) soumises à 4 températures différentes (26, 29.5, 32, 35°C) et recevant deux aliments ayant deux niveaux énergétiques (3.41 et 3.87 kcal ME/g) pendant

24 semaines. Ces deux rations avaient les mêmes teneurs en protéines brute 26.5. p 100 et en calcium 3.6. p 100

Tableau 4 . EFFET DE LA TEMPERATURE SUR L'INGERE ENERGETIQUE ET LA PRODUCTION D'OEUF.

TEMPERATURE °C	26°C	29.5	32	35
- Ingré énergétique Kcal ME/g	287	286	245	193
- % de Ponte	81	80	77	63
- Poids moyens des oeufs (g)	59	58	55	52.8

Commentaires:

Au fur et à mesure que la température augmentait de 26°C à 35°C, il y avait une baisse de l'ingéré énergétique qui entraînerait ainsi la baisse de gm% et celle de la production d'oeufs. Nourrir les poulettes avec une ration contenant 3.87 Kcal ME/g n'a pas renversé ce phénomène. (Smith et Oliver, 1973)

Pour Smith (1973) la poule leghorn corrige parfaitement son ingéré calorique entre 21°C et 38°C. Ainsi augmenter le taux d'énergie dans l'aliment à ces

températures, ne changera rien à l'ingéré énergétique. D'autres auteurs réfutent cette idée et affirment qu'à haute température l'ingéré calorique est d'autant plus important que le niveau d'énergie de l'aliment est plus élevé. En effet, les tableaux suivants semblent confirmer cette idée.

Tableau 5. Effet des faux énergétiques sur l'ingéré alimentaire et l'ingéré énergétique chez les poules pondeuses

niveau énergétique (Kcal MG/g)	ingéré alimentaire (g)	ingéré énergétique Kcal MG/g
2650	98	260
2850	95	272
3050	92	283
D'après Sugandi et al., 1977		
2200	135	298
2400	131	314
2600	129	335
D'après Olomu et al., 1981		

Toutefois, cette augmentation d'ingéré énergétique ne présente pas

d'intérêt sur le plan de la performance des volailles soumises au climat chaud. (Uzu, 1986). Le tableau suivant montre l'effet de la concentration énergétique sur les pondences soumises à une température de 30°C et à une hygrométrie de 85% pendant une période de 21 à 49 semaines.

Tableau C. Effet de la concentration énergétique sur la performance de ponte
Chez L'ISA BROWN (Uzu, 1986)

Niveau énergétique Kcal ME/g	2550	2750	2950
Gain de poids (21-49 semaines)	428	392	378
O/o de ponte	77.7	78	78.3
Poids moyens des œufs (g)	59.3	59.8	59.9

D'après Uzu (1986) l'effet de la densité énergétique ne semble pas être un moyen efficace pour améliorer les performances des volailles.

Conclusions

Les expérimentations qui confirment un avantage net de l'utilisation des régimes concentrés en climat chaud sont rares. Cette observation est importante sur le plan économique dans ces régions tropicales à cause du coût des ingrédients énergétiques concentrés.

3.2. EFFET DE L'HYGROMETRIE SUR LA CONSOMMATION D'ALIMENTS

En milieu chaud, l'hygrométrie élevée diminue la consommation d'aliments chez les volailles. Cette diminution a été estimée à 11.p.100 lorsque l'hygrométrie s'élève de 65.p.100 à 95.p.100 et que la température ambiante reste à 30°C. En effet, l'hygrométrie élevée accentue l'effet dépressif de la température sur la consommation alimentaire et la performance des volailles.

Tableau 7. Effet de l'hygrométrie sur la consommation d'aliments et la performance de ponte pour des poules pendant 21 à 49 semaines.

Milieu: (Température(°C), Hygrométrie(%))	30°C, 65% H.R	30°C 95% H.
Consommation d'aliments (g/poule/jour)	97.3	86.6
Pourcentage de Ponte(%)	79.3	76.7
Poids moyens des œufs (g)	60.4	58.9
Indice de Consommation	2.05	1.98

Source: Uzu(1985).

Dans cette expérience, une élévation de l'hygrométrie de 65. p 100 à 95. p 100 se traduit par: une diminution de la consommation de 11. p 100, et de la production d'œufs de 5.8 p 100.

3.2.1. EFFET DU NIVEAU ENERGETIQUE

Dans beaucoup de travaux où l'environnement diminue l'ingéré alimentaire et la performance des animaux, l'ingéré énergétique est souvent cité comme un facteur limitant la productivité chez les volailles. (Payne, 1966).

Ainsi, les niveaux énergétiques différents ont été essayés chez les volailles soumises à une hygrométrie élevée et le tableau 8 montre les résultats.

Tableau 8. Effet du niveau énergétique sur l'ingéré énergétique et la performance des poules pondeuses (Isa brown)

Niveau énergétique (Kcal ME/g)	2550	2750	2950
Ingéré alimentaire (g) g / ponte / j	98.2	93.4	87.3
Ingéré énergétique (Kcal ME/g)			
30 °C, 65 % (H.R)	264	268	270
30 °C, 95 % (H.R)	240	246	246
Pourcentage de ponte (%)	77.7	78.0	78.3
Poids moyens d'œufs (g)	59.3	59.8	59.9
Gain de poids (g) (21 à 49 semaines)	428	392	378
Indice de consommation	2.14	2.02	1.87

Source, Mzu (1985).

L'augmentation du niveau énergétique dans l'aliment se traduit par une diminution de gain de poids et de la consommation d'aliments. Elle permet, cependant une légère amélioration de l'ingéré

énergétique tant que la densité
calorique de l'aliment ne dépasse
pas [~] 2750 Kcal. Ces résultats sont
en accord avec ceux de nombreuses
auteurs. (Smith, Oliver (1972), Mowbray et
Skyles, (1971), Sugandi et al (1975),
Olomu et al (1981), Picard (1985)).

PARTIE .II . TECHNIQUES DE RATIONNEMENT DES
VOLAILLES SOUS CLIMAT CHAUD

Les volailles mangent pour satisfaire leurs besoins en énergie. A haute température, la diminution des besoins énergétiques et de l'ingestion globale d'aliments entraînent une carence des autres nutriments essentiels. Ainsi, l'objectif des techniques de rationnement est d'accroître l'ingéré global et d'éviter les carences en nutriments autres que l'énergie. La façon logique de couvrir ces besoins en nutriments tels que les acides aminés, les vitamines et les minéraux serait d'augmenter leur concentration dans les formules alimentaires lorsque la consommation totale diminue. (FAO, 1965)

1. CONCENTRATION EN PROTEINES ET
EN ACIDES AMINES ESSENTIELS

Les Chercheurs d'Arizona (U.S.A) recommandent de fournir dans la ration des volailles 17 p. 100 à 18 p. 100 de MAT pendant la saison chaude, de sorte que leur production ne

regresse par beaucoup. (FAO, 1965).
 Uzu, (1985) quant à lui, avait observé une augmentation de l'ingère protéique de 14g/poule/jour (avec 15. p 100 de protéine dans l'aliments) à 16g/poule/jour (avec 17. p 100 de protéine) chez les poules pondreuses de 20 semaines soumises à une température de 30°C et à une hygrométrie de 85. p 100. En concentrant ainsi le régime en protéines le poids moyen de l'oeuf est passé de 43.3g à 45.7g. De même, en supplémentant l'aliment avec de la méthionine de synthèse, Uzu, (1985) avait obtenu une augmentation du poids moyen de l'oeuf de 43g à 45g pour des concentrations en méthionine de 0.25% et 0.34% respectivement.

Il faut noter, cependant, qu'en général on ne compense que très partiellement les effets négatifs du climat chaud par la concentration en protéines ou en acides aminés essentiels. D'autre part, la concentration des régimes coûte cher (Olorun et Offiong, (1981))

Ces taux protéiques relativement élevés se justifient pour les volailles qui ont hérités d'une forte aptitude à la ponte. Les poules de races

indigènes telles que les Fayoumi et Balashi qui produisent des œufs plus petits et moins nombreux que les races et croisements exotiques, mais qui sont en général mieux adaptées aux conditions des climats chauds peuvent donner des résultats relativement améliorés avec les rations qui ne renferment que 13% de protéines ou même moins. (FAO, 1965) Leur potentiel génétique de production ne justifie pas de leur distribuer des aliments aussi riches que ceux cités précédemment.

Les tableaux suivants donnent les apports en protéines recommandés chez les poules pondeuses et poulets de chair de souches améliorées.

TABLEAU 9. APPORTS RECOMMANDÉS EN PROTÉINES
TOTALES ET EN ACIDES AMINÉS ESSENTIELS

	POULET DE CHAIR Démarrage (0-65)	Croissance	POULES PONDEUSES
MAT en p. 100 (pour 2500 Kcal/Mg)	18	14.5	18.5
Lysine p. 100	0.85	0.55	0.93
Méthionine (%)	0.33	0.28	0.41
Méthionine + cystine (%)			0.72

Source : I.W.R.A., (1978).

2. NUTRITION MINERALE

Afin de pallier au besoins des volailles en minéraux L'INRA (1984) recommande les quantités suivantes.

Tableau. 10. ADDITIONS RECOMMANDÉES DE MINÉRAUX POUR LA POULE PONDEUSE ET LE POULET DE CHAIR.

	POULET DE CHAIR EN CROISSANCE (4-18 semaines)	POULES PONDEUSES
Calcium (%)	0.93	3-4
Phosphore disponible (%)	0.42	0.40
Sodium (%)	0.15	0.15
Potassium (%)	0.2	.
Fer (ppm)	40	40
Zinc (ppm)	40	40
Manganèse (ppm)	70	60
Cobalt (ppm)	0.2	0.2
Sélénium (ppm)	0.1	0.15
Iode (ppm)	1	0.5
Cuivre (ppm)	3	2

SOURCE : INRA, (1984)

L'apport Calcique, notamment chez la poule pondeuse, requiert une attention toute particulière car il détermine la solidité de la coquille. En effet, il a été prouvé qu'un taux de calcium de 3.75. p 100, ou même plus, réduit

le nombre d'oeufs à coquille mince (FAO, 1965). Cependant, pour obtenir des taux de calcium aussi élevés, il faut inclure dans la nourriture des quantités très importantes de compléments calciques. Le meilleur d'entre eux ne contient que 39% de calcium. Un taux aussi élevé de calcium peut poser un problème d'appétence et entraîner une diminution de l'ingéré en autres nutriments essentiels. C'est pourquoi, il semble préférable de n'inclure que 2.75% de calcium dans l'aliments, comme ^{le} recommande la National Research Council (NRC) des Etats-Unis, et de fournir en plus un complément calcique en libre choix, lorsque la température et le taux de ponte sont élevés (FAO, 1965).

2.4. L'ALIMENTATION CALCIQUE SEPARÉE

L'alimentation calcique séparée, chez les poules pondeuses, inclut une "surconsommation" d'aliments dont l'importance dépend du stade physiologique de la ponte (Si l'oeuf en formation, le besoin en calcium augmente) et de la période

d'accès à la source du calcium (Ex: coquilles d'huîtres), si celle-ci est limitée. (Savreur et Mongin, 1974)

Cette consommation supplémentaire d'aliment se traduit par une ingéré énergétique ^{supérieure} d'environ 10% (Cabrera et al, 1982). Donc la poule pondeuse modifie son ingéré alimentaire en fonction de ses besoins.

Picard et al (1986) recommandent une alimentation calcique séparée d'après leur résultats chez les poules pondeuses (ISA Brown). Ils ont utilisé 2 lots de poules, un (lot témoin) ayant le calcium incorporé dans l'alimentation, et d'autre lot ayant du calcium séparé d'aliments mais au libre choix. Ils ont constaté que les pondeuses consommaient du calcium pendant 5 à 6 heures par 24 heures et surtout le soir, se préparant ainsi pour la formation d'œufs. Le matin ces poules consommaient plus d'aliment ce qui se traduisait par ^{un} ingéré énergétique supérieure. Par conséquent, ces poules, ayant l'alimentation calcique séparée ont eu une meilleure performance zootechnique. Le tableau suivant montre ces résultats.

Tableau 11. L'effet d'alimentation Calcaire
séparée sur la performance
des poules pondeuses (ISA BROWN)
soumises à une température de 33°C.

Température (°C)	20 °C	33 °C
Ingrédient énergétique kcal/j/poule	A: 320(± 8.0) B: 360(± 7.0)	A: 220(± 5.4) 257(± 6.0)
Ingrédient de calcium g/j/poule	A: 4.4(± 0.11) B: 5.63(± 0.42)	3.02(± 0.07) 4.86(± 0.3)
Ponde %	A: 82.9(± 2.4) B: 82.2(± 4.0)	65.7(± 3.5) 76.7(± 2.1)
Poids moyens d'œufs (g)	A: 60.9(± 1.0) B: 62.4(± 1.0)	58.0(± 0.4) 59.4(± 1.1)
Production d'œufs g/j/poule	A: 50.4(± 1.6) B: 51.2(± 2.4)	38.1(± 2.1) 45.5(± 1.8)
Index de coquille g/100cm ² .	A: 8.04(± 0.11) B: 8.05(± 0.14)	7.48(± 0.11) 7.75(± 0.18)

Source: Picard et al (1986)

A: régime témoin

B: régime pauvre en calcium
+ coquilles au libre choix.

Index de

Coquille: Poids de coquille par unité
de surface.

3. APPORT EN VITAMINES

On rencontre fréquemment, dans les régions tropicales, des carences vitaminiques qui provoquent la réduction de la ponte, la ponte des œufs à coquille mince et le taux de mortalité élevé chez les volailles. (FAO, 1965)

Certains auteurs (Perek et al, 1963) recommandent d'ajouter à l'aliment un complément de vitamine C allant jusqu'à 400 ppm. Ces auteurs, avaient en effet, enregistré des résultats favorables pour la croissance des volailles, la production d'œufs, la qualité de la coquille et la fertilité des volailles en pays chauds.

Il est maintenant proposé d'ajouter les quantités suivantes des vitamines dans l'aliments des volailles.

Tableau 12. INRA (1984) recommande des quantités des vitamines suivantes:

Vitamines (UI ou ppm/kg)	POULET DE CHAÎRE		POULES POUVESSES
	CROISSANCE	FINITION	
Vitamine A (U.I.)	10000	10000	8000
Vitamine D ₃ (U.I.)	1500	1500	1000
Vitamine E (ppm)	15	10	5
Vitamine K ₃ (ppm)	5	4	2
Riboflavine (ppm)	4	4	4
Niacine (ppm)	25	15	-
Vitamine B ₁₂ (ppm)	0.01	0.01	0.004
Chlorure de choline (ppm)	500	500	250

PARTIE III . AUTRES TECHNIQUES D'ELEVAGE
FAVORISANT L'ADAPTATION DES
VOLAILLES AUX CLIMATS CHAUDS

1. NUTRITIONNELLES

1.1. ADDITIFS

Certains médicaments ont une capacité d'atténuer le stress thermique. Ainsi, l'aspirine par son effet antalgique pourrait aider les volailles à lutter contre la chaleur qu'elles subissent en pays tropicaux.

Une dose d'aspirine de 0.05% incorporée dans l'aliment avait été utilisée par Olugemi et Adebajo (1979) avec un effet d'amélioration de performance chez les poules pondeuses.

1.2. LUMIERE

Plusieurs recherches ont été menées sur l'intégration des programmes d'éclairage dans la production avicole. Diab et al (1980), Simon et Nshaw (1981) ont démontré que les séquences de 7 heures de lumière et d'obscurité permettaient une amélioration de croissance chez les poulets de chair, si la

nourriture était fournie ad libitum. Higian (1980) avait obtenu les résultats similaires au cours des expériences menées à Singapour. Il avait, quant à lui, utilisé un logement ventilé par convection et un éclairage nocturne. En éclairant des poules pondeuses avec des heures inversés (18^h00 à 6^h00), Olayemi et Adebanjo ont obtenu une augmentation de consommation alimentaire et de production d'œufs. Ainsi, un éclairage de la nuit permet les volailles de se nourrir mieux pendant une période relativement plus fraîche. (Wilson, 1977a).

2. GENETIQUES

Les souches de volailles présentant des dispositions thermotolérantes pourraient être utilisées pour combattre l'effet du stress thermique. Ainsi la sélection et le croisement de ces souches pourraient être un moyen d'amélioration génétique des élevages de volailles en pays tropicaux. Les gènes suivants ont des effets sur la thermoregulation.

2.1 GENE - di (Polydypsie)

C'est un gène autosomal dominant, qui détermine la polydypsie chez les volailles. Il accroît la consommation d'eau laquelle participe à la dissipation de la chaleur par évaporation. (Obeidan et al, 1977). Ainsi, les volailles ayant ce gène supportent mieux le stress thermique du climat tropical et ont peut-être de meilleure performance zootechnique.

2.2 GENE - dw (Nanisme)

Il s'agit d'un gène récessif lié au sexe. Il est responsable

de la diminution de la taille, chez les volailles, d'environ un tiers. Mather et Alnadi (1971) avaient exposé les poules normales (DW) et les poules naines (dw) à 40°C pendant 24 heures. Leurs observations étaient les suivantes:

une augmentation du rythme respiratoire et de la température rectale avec une forte accroissement relatif chez les poules normales (DW) et faible chez les poules naines (dw). Il y a donc une meilleure thermotolérance chez les poules naines (dw).

Sur le plan zootechnique, les performances des poules naines sont meilleures que celles des poules normales dans le milieu chaud. (Mevat, et al 1974)

2.3 GENE - Na (Cou - nu)

Ce gène réduit le plumage chez les volailles et facilite ainsi les pertes de chaleur par la peau. Smith et Lee (1977) ont observé, chez les poussins porteurs du gène Na, une meilleure résistance au stress thermique. Les poules pondantes (Cou - mes) hétérozygotes (Nana) présentent une consommation

alimentaire : supérieure à celles des poules à plumage normal (Meral et Bordas, 1977).
 Le gène Ha confère à des coquelets maintenus en cages individuelles à 31°C jusqu'à l'âge de 10 semaines une croissance supérieure et un meilleur indice de consommation que ceux de coquelets normaux. (Bordas et al., 1978)

3. L'ENVIRONNEMENT

3.1. LE BATIMENT

En période chaude, la différence de température observée entre l'intérieur et l'extérieur du poulailler est fonction de sa conception, du poids d'animaux qu'il héberge et du volume d'air qui y est admis par unité de temps. Or, ce dernier ne peut être augmenté indéfiniment. Les normes de ventilation préconisées sont 6 à 7 m³/heure/kg poids vif. Elles ne peuvent pas être dépassées pour des raisons de coût, notamment en cas de ventilation forcée (Laccasaigne, 1977). Cependant, on peut améliorer la conception du poulailler.

Le comportement des bâtiments possédant une bonne inertie thermique qu'il s'agisse de constructions en matériaux lourds ou légers, très fortement isolées, est différent. Leur inertie permet d'abaisser le maximum diurne de température en réduisant ou même en supprimant la ventilation durant les heures chaudes de la journée; ce qui n'est pas le cas pour les bâtiments légers peu isolés.

La fraîcheur obtenue par inertie n'est cependant, que transitoire et de faible amplitude étant donné la présence des animaux et leur fort dégagement de la chaleur.

Bien autrement, les plantes peuvent être ~~semées~~ autour du poulailler pour la protection contre la radiation solaire. Cela évite l'élévation des températures des parois et un apport de la chaleur indésirables à l'intérieur du bâtiment. Cette protection est acquise par construction d'un bâtiment ayant une bonne orientation et une bonne

Conception des murs : Le toit doit être bien isolée, recouvert de matériaux réfléchissant bien le rayonnement solaire et largement dimensionnés pour maintenir le maximum d'ombre sur les murs. Il est également utile d'éviter la réflexion des rayons solaires sur le terrain qui entoure le bâtiment. Etant un meilleur absorbant de la radiation solaire, le chlorophylle dans les plantes améliore le bilan thermique du bâtiment. (Lacouragne, 1977)

Dans les régions à forte ensoleillement, il est nécessaire de prévoir des établissements des plans ayant une ventilation efficace.

3.2. LE FROIDISSEMENT DE L'AIR

Pour un abaissement plus sensible de la température des locaux, il est cependant, nécessaire d'intervenir à l'aide d'une source froide peu coûteuse et en harmonie avec les conditions économiques qui prévalent en agriculture tropicale.

Les dispositifs possibles sont au nombre de trois. (Lacazeagne, 1977)

- Le refroidissement de l'air ventilé par passage au travers d'une batterie dans laquelle circule de l'eau froide. Une méthode peu chère et envisageable dans tous les cas où l'on possède de l'eau en abondance et à faible prix. Les quantités d'eau à mettre en œuvre sont assez considérables.

- Le refroidissement avec écoulement au travers de matériaux poreux sur lesquels ruisselle un courant d'eau.

- La pulvérisation directe d'eau dans le bâtiment.

En toutes hypothèses, l'abaissement de température obtenu est appréciable et peut permettre par forte chaleur de ramener les troupeaux, qu'il s'agisse de ponduses ou de poulets de chair, à des niveaux satisfaisant de performances zootechniques.

A titre d'exemple, le tableau suivant montre les résultats obtenus dans le Missouri (U.S.A) dans des conditions climatiques assez proches de celles des tropiques

Tableau 13. . EFFET DU REFROIDISSEMENT DE L'AIR PAR L'EVAPORATION DIRECTE SUR LES PERFORMANCES DE POULET DE CHAIR (4 à 8 Semaines)

	Température (°C)	Hygrométrie (%)	Poids à 8 semaine (g)	IC
Première Série	35	38	1344	2.18
	32	48	1460	2.13
	29.5	60	1560	2.10
	26.5	76	1615	2.10
DEUXIÈME SÉRIE	35	44	1230	2.25
	32	56	1347	2.13
	29.5	69	1454	2.08
	26.5	87	1458	2.13

Source: DEATON J.W et REECE, F.N. 1970. Feedstuff
42, 35

IC: Indice de consommation.

Comme des résultats le démontrent, le refroidissement d'air baisse la température dans le bâtiment. Il diminue ainsi le stress thermique des volailles et leur permet de consommer plus d'aliments et d'augmenter leur poids vif.

Il faut, en effet, souligner

que ce système de refroidissement est particulièrement bien adapté à l'espèce poule qui, contrairement aux mammifères, est peu sensible à la valeur de l'hygrométrie relative dans une plage assez vaste. Ainsi, on constate une amélioration de la croissance à chaque chute de la température malgré l'élévation de l'hygrométrie obtenue en contrepartie. La limite paraît, cependant, atteinte dans la deuxième série d'essais où le passage de 69% p.100 à 87% p.100 d'hygrométrie relative paraît contre balancer l'effet bénéfique d'une chute de température de 3 degrés (de 29.5°C à 26.5°C).

CONCLUSION

L'effet des hautes températures tropicales sur le comportement alimentaire des poules pondeuses et des poulets de chair est globalement négatif. Elles freinent sensiblement la consommation alimentaire des volailles et par conséquent leurs performances. De surcroît, les taux d'hygrométrie très élevés des tropiques accentuent ces effets.

Plusieurs techniques d'élevage avicole sous les tropiques sont à l'étude. Il ressort, dores et déjà, quelques résultats principaux qui confirment les besoins des volailles en pays tropicaux. Il s'agit notamment de la hausse en abreuvement et en concentration des nutriments en protéines et minéraux, et de préférence une alimentation calcique séparée principalement chez la poule pondeuse. Il est également important de noter que les poules de petits formats se comportent mieux en climat chaud et que les bâtiments refroidis et ventilés favorisent la performance.

des volailles. Cependant, il s'avère
que l'obtention d'ambiances
optimales pour les diverses
productions agricoles ressorts moins
de la recherche des techniques
nouvelles que de l'application
systématique des procédés connus;
mais les arguments économiques
nécessaires pour convaincre font
défaut.

BIBLIOGRAPHIE

- ARIEL, A., MELTRER, A. AND BERMAN. 1980
The thermoneutral zone and seasonal
acclimatisation in the hen.
In British poultry sci. 21; 389-478. London
- AUSTIC, R.E. 1979
Nutritional influences on water
intake in poultry.
Proc. Cornell Nutr. Conf. 37-41.
- BOARDAS, A. OBEIDA, A AND MERAT, P. 1973
On the heridity of water intake
and feed efficiency.
In fowl ann. Genet. Sel. animal 102 233-2.
- BOOTH, D. A 1979
Feeding Control Systems within
animals. In: K.N Boorman and
B.M. Freeman, eds. Food intake
regulation in poultry.
British Poultry Sci. LTD. EDINBURGH.
- BOTTJE, W.G., HARRISON, P.C AND GRISHAW, B. 1983
Proper broiler management during
heat stress.
Feedstuffs, August 24 1987.
Poultry Science 22; 1386

DANIEL, M AND BALNAVE, D. 1979

The response of laying hens to heat stress.

Proceedings third Australian poultry and stock feed convention .178-183

DEATON, J. W AND REECE, F. N 1970.

Feedstuff 42, 33. In. L'éclosion, 2.
Le courrier avicole, Septembre .629, Tours

FAO, 1965

L'alimentation des volailles dans les pays tropicaux et subtropicaux.

In: Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
82, Rome.

IEMVT 1982

L'aviculture un élevage d'avenir pour l'Afrique.

Afrique agriculture 1 juillet 1982. Paris.

IEMVT 1983

La régulation thermique chez les volailles.

Manuel d'aviculture en zone tropicale. PARIS

JONES, J.E; HUGHES, B.L; BARNETT, B.D. 1976
Effect of changing dietary
energy levels and environmental
temperature on food consumption
and egg production of white
leghorns.

Poultry Sci. 55 274-277

JONES, M.G.M, 1971

Proper broiler management
during heat stress.

Physiology and Biochemistry of
domestic fowl. Vol. 1. D.J Bell

and B.M Freeman, ed.

Academic Press, New York.

LACASSAGNE, L 1977

La lutte contre les températures
estivales.

Courrier agricole septembre. 629. Tome

LINSLEY, J.G and BURGER, R.R, 1984

Proper broiler management
during heat stress.

Poultry Sci. 43: 251

MEMENTO DE L'AGRONOME. 1984

Aviculture. Ministère des
Relations Extérieures. Coopération
et Développement. FRANCE.

NZONGO, N 1981

Fertilité des œufs d'une souche
thermotolérante. Thèse, 3^e cycle
en Agronomie. Rennes 1. Vol. 1

OLUYEMI, J. A and ADEBANJO, A. 1979

Measures applied to combat
thermal stress in poultry
under practical tropical environment
Poultry sci 58 : 767 - 773

OLUYEMI J. A and ROBERTS, F. A. 1979

Poultry production in warm
and wet climates.

Animal production in the tropics.
ed. Macmillan, London.

OLUYEMI, J. A and ROBERTS, F. A 1975

the cage versus the deep litter
systems for management of
layers in the humid tropics
Poultry sci. 54 1982-1989

PAYNE, C. G. 1966.

Influence of environmental temperature
on egg production. In: F. C
Carter ed. environmental
Control in poultry production
Symposium 3. Oliver and Boyd.
EDINBURGH,

PEREK, M and KENDLER, S 1962

Vitamin C, Supplementation
to hens diets in a hot climate
Poultry science. 41: 677-678

PICARD, M.; HUQUETIE, A et SAUVEUR, B. 1985

L'influence de l'alimentation
calorique séparée sur l'ingéré
énergétique de la poule pondeuse
soumise à un stress thermique.

In: Dongmo, T. (1988). Alimentation
de la poule pondeuse en climat
chaud. Thèse, 3ème cycle en
agronomie. Université de Rennes 1

ROMIJN, C and LORKORST, W 1956

Heat regulation and energy
metabolism in domestic fowl.

Physiology of the fowl. 211-227.
eds, Smith & Oliver. EDINBURGH.

SMITH, A. J. 1972.

The effect of environmental
temperature on water intake
and calcium utilization
by pullets and on
certain aspects of carcass
composition.

Rhodesia, J. Agri. Res. 10: 31-40

SMITH, A. J. 1974

Changes in average weight and shell thickness of eggs produced by hens exposed to high temperatures.

Tropical animal health & Production

6: 237-244

SMITH, A. J. and OLIVER, J. 1972

Effect of prolonged exposure to high temperature on the productivity of pullets fed on high energy diets.

Rhodesia, J. Agri. Res. 10: 43-60

TEETER, R. G. and SMITH, O. M. 1987.

"Heat stress therapies".

Poultry Science, 65: 1777.

UZU, G. 1985

The influence of the environment on the protein sulphur amino acid requirement of layers.

Rapport interne. A.E.C. Commençay France.

VALENCE, A. M. E.; MARINO, P. M. and REID, B. L. 1980

Energy utilisation by layers.

II. effect of dietary protein level at 21 and 32°C.

Poultry Sci. 59: 2508-2513

VAN KAMPEN, M. 1977

Effect of feed restriction on
heat production, body temperature
and respiratory evaporation in
the white leghorn hen.

Anim. Prod. in the tropics.

Mohamed K, Yousef ed. NEW YORK

VAN KAMPEN, M. 1981a

Thermal influence in poultry
Environmental aspect of housing for
animal production. LONDON.

VAN KAMPEN, M. 1981b

Water balance of colostomised
and non-colostomised hens
at different ambient temperature
British Poultry sci. 22: 17-23

HARREN, D. C. and SCHNEPPEL, R. L. 1940

The effect of air temperature
on egg shell thickness in fow
Poultry science 19: 67

WHITTON, G. C. 1965

Nature of heat stress.

Avian Physiology NEW YORK

WILSON, W. O. 1977a

Light programmes for
poultry. Feedstuffs 49(14) 22-35