

thèque

.V.T.

523

INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES
BESOINS EN PROTEINES

&
ACIDES AMINES SOUFRES
CHEZ LA POULE PONDEUSE

ISA BROWN

2

11Pe 52095

8523



UNIVERSITE DE CRETEIL - PARIS XII

RAPPORT DE STAGE EFFECTUE SOUS LA DIRECTION DE

MONSIEUR G. UZU

SERVICE RECHERCHE AVICOLE DE LA SOCIETE A.E.C.

POUR L'OBTENTION

DU DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES

EN PRODUCTIONS ANIMALES & TECHNOLOGIES AGRO-ALIMENTAIRES

EN REGIONS CHAUDES.

1) ZWICK Jean-Louis

Année 1983-1984

Je tiens à remercier l'ensemble de l'équipe Recherche de l'A.E.C., et plus précisément, toutes les personnes qui ont permis ou aidé à la réalisation de ces travaux.

Monsieur A. BRETTE, Directeur de ce service pour m'avoir accueilli dans son équipe.

Monsieur G.UZU, Responsable du secteur volaille pour m'avoir dirigé, conseillé et enseigné durant la totalité de mon stage. Mais aussi pour l'aide qu'il m'a apportée lors de l'interprétation des résultats et de la rédaction de ce rapport.

Monsieur G.UZU ne s'est pas contenté d'être pour moi un excellent maître de stage, il a su me faire prendre conscience des problèmes particuliers à l'aviculture, et à l'expérimentation. En plus de ceci, il a tout fait pour que ce stage soit aussi un moyen d'ouverture pour moi. Ouverture d'idée, ouverture sur la Recherche à travers le séjour que j'ai effectué à l'I.N.R.A. de Nouzilly dans le service de M. PICARD, et aussi ouverture professionnelle. Pour tout ceci, je tiens à lui renouveler mes remerciements.

L'ensemble du Personnel du secteur volaille de la station expérimentale :
Mmes S. SALVERT, M. MICHARD, M. JONNARD, A. SANKOW.
Mrs R. MAILLARD, D. BEAUNE, G. BERGER, G. GUILHAIRE et
P. MARJOLIDON.

de l'aide qu'ils m'ont apportée pour l'expérimentation.

Mmes S. BERTRAND, F. CARRY et E. VINCENT pour l'excellent travail de dactylographie et de présentation qu'elles ont effectué.

Ceci ne serait pas complet sans celles qui bien que n'ayant pas participé à l'élaboration de ce travail, m'ont apporté l'affection, et l'appui moral nécessaire, Véronique et Stéphanie.

SOMMAIRE

	Page
I- INTRODUCTION	1
II- MATERIEL ET METHODES	3
II/1 : CONDITIONS GENERALES	3
II/2 : EXPERIENCE N° 1	3
II/2-1 : Matériel	3
II/2-2 : Les régimes expérimentaux	5
II/2-3 : Paramètres étudiés	5
II/2-4 : Composition de l'oeuf	5
II/3 : EXPERIENCES N° 2 et 3	6
II/3-1 : Matériel	6
II/3-2 : Expérience n° 2	6
II/3-3 : Expérience n° 3	6
II/4 : SAISIE DES DONNEES, METHODES D'ANALYSES STATISTIQUES	6
II/4-1 : Saisie des données	6
II/4-2 : Analyses statistiques	6
III- RESULTATS ET DISCUSSIONS	8
III/1 : CARACTERISATION DES DEUX ENVIRONNEMENTS	8
III/1-1 : Températures	8
III/1-2 : Hygrométrie	8
III/2 : LES CONSOMMATIONS D'ALIMENT	9
III/2-1 : Effet du milieu	9
III/2-2 : Rôle du type de présentation	10
III/2-3 : Effet du niveau protéique et en acides aminés soufrés	12
III/3 : PRODUCTIONS	14
III/3-1 : Effet de l'environnement	14
a) Pourcentage de ponte	
b) Poids moyen des oeufs	
c) Poids total des oeufs	
III/3-2 : Effet du niveau protéique	19
a) Pourcentage de ponte	
b) Poids moyen des oeufs	
c) Production totale d'oeufs	

III/3-3 : Effet du niveau en acides aminés soufrés	23
a) Pourcentage de ponte	
b) Poids moyen des oeufs	
c) Poids total d'oeufs	
III/4 : INDICE DE CONSOMMATION	29
III/4-1 : Effet de l'environnement	29
III/4-2 : Effet du niveau protéique	30
III/4-3 : Effet du niveau de méthionine	31
III/5 : GAIN DE POIDS DES ANIMAUX, TAUX DE MORTALITE	31
III/5-1 : Gain de poids	31
a) Effet de l'environnement	
b) Effet de la nutrition azotée	
III/5-2 : TAUX DE MORTALITE	32
a) Effet de l'environnement	
b) Effet du niveau protéique et de méthionine	
III/6 : CARACTERISTIQUES DE L'OEUF	33
III/6-1 : Répartition du poids des oeufs	33
a) Effet de l'environnement	
b) Effet du niveau protéique	
c) Effet du niveau de méthionine	
III/6-2 : Oeufs cassés ou malformés	35
a) Effet de l'environnement	
b) Effet de l'alimentation azotée	
c) Oeufs commercialisables pour la consommation	
III/6-3 : COMPOSITION DE L'OEUF	36
a) Effet de l'environnement	
b) Effet du niveau protéique	
c) Effet du niveau de méthionine	
d) Conclusion	

IV- ETUDE ECONOMIQUE	40
IV/1 : PRIX ET COMPOSITION DE L'ALIMENT	40
IV/2 : EFFET DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PRIX DE REVIENT DE L'ALIMENT PAR RAPPORT A LA PRODUCTION	42
IV/3 : EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LE PRIX DE REVIENT DE L'ALIMENT PAR RAPPORT A LA PRODUCTION SELON L'ENVIRONNEMENT	42
IV/4 : EFFET DU NIVEAU DE METHIONINE SUR LE PRIX DE REVIENT DE L'ALIMENT PAR RAPPORT A LA PRODUCTION SELON L'ENVIRONNEMENT	43
IV/5 : CONCLUSION	43
V- CONCLUSION GENERALE	44
BIBLIOGRAPHIE	46
ANNEXES	49

IINTRODUCTION

Le développement des productions avicoles dans le monde est un moyen très efficace pour accroître les disponibilités en protéines animales.

En effet, ces productions ont l'avantage d'avoir une **rotation rapide**.

Les volailles sont aussi de **très bonnes transformatrices** puisque le rapport consommation sur production est avec celui du porc le plus faible des productions animales.

L'aviculture possède en plus par rapport aux productions de viande ovine ou bovine l'avantage de ne pas nécessiter **des investissements importants**.

Par rapport à la production porcine elle ne pose pas de **problème éthique**.

Malgré tous ces avantages, le développement des productions avicoles dans le monde est très hétérogène. La disponibilité de ces productions est extrêmement variable, notamment en ce qui concerne les oeufs. Leur consommation varie entre **10 et 265 oeufs** par habitant et par an selon les pays (FAO, 1978).

Il est possible de séparer schématiquement l'ensemble des pays en 4 groupes.

- Pays à **production très faible** inférieure à **50 oeuf/ha/an** et à accroissement de production rapide **50 %/an**.

Exemple : Indonésie, Angola, Ethiopie...

- Pays à production comprise entre **50 et 100 oeufs/ha/an** et à accroissement de la production **faible 8 %/an**.

Exemple : Thaïlande, Cameroun, Soudan, Algérie...

- Pays à production comprise entre **100 et 200 oeufs/ha/an** et à accroissement de production **assez important 25 à 35 %/an**.

Exemple : Egypte, Israël, Brésil, Afrique du Sud...

- Pays à **forte production (supérieure à 200 oeufs/ha/an)** et à accroissement de production de **20 %/an**.

Exemple : Amérique du Nord, Europe de l'Ouest...

Ces différences s'expliquent pour certains pays essentiellement par la **faible disponibilité**, et la **faible qualité des productions végétales** ou de leur **incapacité financière à les importer**. De plus en zone **tropicale** ou **subtropicale**, les productions sont affectées par **l'environnement**. **L'effet de la température élevée** dans ces zones provoque une **diminution importante de la consommation, et de la productivité**. Ceci a été observé depuis longtemps (BENNION and WARREN 1933, WARREN and SCHNEPE 1940)

Il est possible de distinguer trois moyens d'améliorer la productivité des animaux : technique, génétique et alimentation.

Les moyens techniques pouvant améliorer la productivité en abaissant la température sont les suivants :

- Exposition des bâtiments d'élevage (NORTH 1972)
- Renforcement de l'isolation thermique (CASTELLO 1964)
- Ventilation mécanique (PAYNE 1961)
- Vaporisation d'eau pour diminuer la température (ROSS and HERRICK 1983)
- Modification du rythme d'éclairage pour profiter de la fraîcheur de la nuit (MUELLER 1961, EL JACK et al. 1978, DEATON 1982).

Le rôle que peut jouer la génétique est vraisemblablement important, cependant actuellement, les firmes de sélection sont peu sensibilisées et intéressées par ces problèmes.

L'alimentation est aussi un **moyen d'améliorer la productivité**. Compte tenu de l'effet dépressif de la température sur la consommation, deux approches de recherche sont envisageables.

- Approche énergétique
- Approche protéique et acides aminés.

L'accroissement de la température diminue les besoins énergétiques. Cependant cette diminution reste mal connue. Certains auteurs **soulignent que ce besoin en milieu chaud, ne serait pas satisfait compte tenu de la diminution de l'ingéré avec des rations conventionnelles**. Pour cela ils préconisent des niveaux énergétiques plus élevés (SUGANDI and al. 1975, VALENCIA and al. 1980, OLOMU and al. 1981).

Par contre, le besoin protéique et en acides aminés des **principales tables utilisées pour la formulation des aliments ne tiennent pas compte du milieu considéré** (ARC 1975, NRC 1978, INRA 1978, AEC 1978). En plus ces tables sont essentiellement le reflet d'expérimentations effectuées en milieu tempéré. **Les données concernant les besoins protéiques et en acides aminés essentiels en milieu chaud exprimés en g ou mg par animal et par jour sont très peu nombreuses.**

Afin de **préciser la notion de besoin azoté en fonction du milieu**, nous avons comparé dans **une expérience factorielle** (2 niveaux protéiques, 3 niveaux en méthionine) **les productions de poules pondeuses soumises :**

- Soit à 20°C et 65 % d'humidité relative (HR),
- Soit à 30°C et 85 % d'humidité relative.

II

MATERIEL ET METHODES

II/1 - CONDITIONS GENERALES.

Les expériences ont été effectuées dans un bâtiment d'élevage d'une capacité de 670 poules en cages individuelles, réparties en 2 salles.

Chaque batterie comprend 3 étages de cages.

Une salle a été maintenue à une température de $20^{\circ} \text{C.} \pm 2$, l'hygrométrie n'étant pas contrôlée.

La seconde a été maintenue à $30^{\circ} \text{C.} \pm 2$. Cette salle est équipée d'un Système d'humidification de l'air, le maintenant entre 85 et 95% d'humidité relative.

Le programme d'éclairage, présenté en Annexe I, correspond à un programme classique. D'une durée croissante depuis la 17^{ème} à la 25^{ème} semaine : l'éclairage passant de 9 h. à 14 h.30, puis constant après (15 h.) .

o°o

II/2 - EXPERIENCE N° 1.

II/2-1 : MATERIEL.

- 600 poulettes de 20 semaines sont réparties en 12 lots de 50 animaux. Les pondeuses sont logées en cages individuelles. L'expérience se déroule entre la 20^{ème} et la 52^{ème} semaine, soit 8 périodes de 28 jours.
- Les animaux ont été sélectionnés à partir de 1100 poulettes ISA Brown selon le poids à 20 semaines, et le gain de poids entre 17 à 20 semaines. Il a en plus été sélectionné un certain nombre de poules pour effectuer des remplacements durant les trois premières périodes..
- Les animaux sont ensuite répartis selon la méthode des blocs, en 50 blocs de 12. Chaque bloc étant constitué de 2 sous-blocs de (1 dans chaque salle) de 6 animaux affectés à l'un des 6 régimes expérimentaux. Les critères de poids et de gain de poids varient entre les blocs, mais sont homogènes à l'intérieur d'un bloc (voir schéma).

- BLOC I -

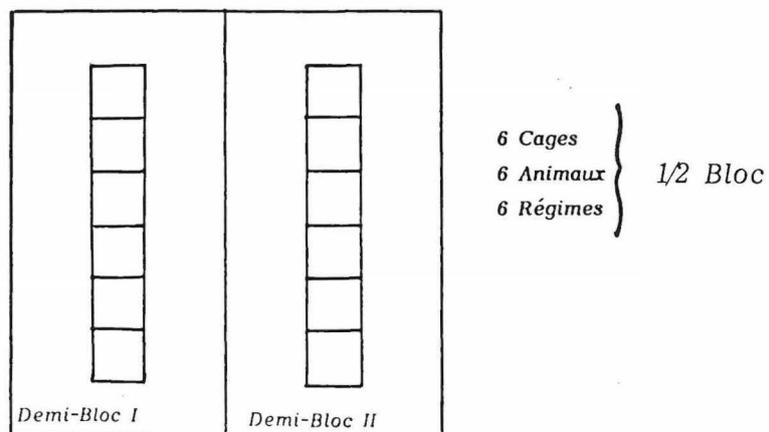


TABLEAU I
COMPOSITION & CARACTERISTIQUES DES REGIMES DE BASE
HORS SUPPLEMENTATION

Régimes de base	1 A, B, C	2 D, E, F
Maïs	62.5	55
Amidon cru de maïs .	-	9.5
Vermiculite	-	1
T. de soya 50 %	20	17.5
F. de poisson 70 % .	2	1.75
F. Luzerne 17 %	2	1.75
Suif *	1	1
C.M.V.	11	11
Gravier	0.5	0.5
Prémélange	1	1
Energie Méta. Kcal./kg	2 800	2 800
Protéine brute ... %	17	15
Lysine %	0.87	0.77
Méthionine %	0.29	0.29
M. + C. %	0.58	0.51
Tryptophane %	0.21	0.18
Thréonine %	0.65	0.57
Calcium %	3.70	3.68
Phosphore %	0.62	0.61

* 3 g de B.H.T./kg de suif

COMPOSITION du C.M.V. PONDEUSES à 11 p.100

Phosphate Bicalcique	2 650
Carbonate de Chaux	7 720
Sel	400
Oligo éléments Volailles	50
ADEB Volailles Reprod. N° 187	25
Vitamine C Codex	5
Concentrat Choline 50 %	150

II/2-2 : LES REGIMES EXPERIMENTAUX.

- **6 Régimes expérimentaux** sont utilisés. Ces régimes sont isoénergétiques (2800 Kcal E.M/Kg.). **Trois régimes** contiennent **17% de protéines**, les **trois autres 15%**, avec à l'intérieur de ces **2 groupes 3 niveaux de Méthionine : 0,29% - 0,34% et 0,39%**. La **supplémentation** se fait par **addition de DL-Méthionine**.
- Les caractéristiques des régimes de base sont présentées dans le **Tableau n°1**.
- La présentation de l'aliment est en granulés de 2,5mm de diamètre.

II/2-3 : PARAMETRES ETUDIES.

a) Consommation :

Les consommations d'aliment sont relevées à la fin de chaque période.

b) Production :

La production de chaque poule est contrôlée chaque semaine, par nombre et le poids des oeufs.

Pendant la 7ème période les oeufs ont été pesés individuellement afin d'étudier la répartition de leur poids en fonction des traitements (2 environnements x 6 régimes).

c) Gain de poids :

Les animaux ont été pesés **4 fois** :

- en début d'expérience,
- au pic de la ponte (3ème période),
- à la 6ème période,
- à la fin de l'expérience.

II/2-4 : COMPOSITION DE L'OEUF.

a) Composition des oeufs :

Cette étude a été effectuée sur des oeufs prélevés à la 3ème semaine de la 6ème période (43ème semaine).

70 oeufs sont prélevés dans les productions de poules alimentées **avec 3 traitements différents**. Ceci dans chaque salle.

- 17% protéine et 0,29% Méthionine,
- 17% protéine et 0,39% Méthionine,
- 15% protéine et 0,29% Méthionine.

Les oeufs ont été cassés, les constituants pesés, passés à l'étuve pendant 24 heures à 110° C., puis repesés.

c) Composition chimique de l'oeuf :

4lots (2 régimes : 17% protéine et 0,29% Méthionine - 17% protéine et 0,39% Méthionine ; 2 environnements) **de 8 oeufs** ont été **prélevés au hasard** à la **2ème semaine de la 7ème période**.

Ces oeufs ont été **cassés**, les constituants (vitellus, albumen) **lyophilisés**. On obtient **8 lyophilisats** (4 de jaunes, 4 de blancs). Les **analyses de lipides, sels minéraux et protéines** sont ensuite effectuées sur ces lyophilisats.

II/3 - EXPERIENCES N° 2 et 3.

II/3-1 : MATERIEL.

Ces deux expériences ont été effectuées sur les mêmes animaux (116 poules). Ces poules ont été sélectionnées à l'âge de 42 semaines selon les critères :

- taux de ponte,
- poids à 20 semaines.

Elles ont été réparties dans chaque salle en 4 blocs de 14 poules et placées 2 par cage. L'Expérience 2 se déroule de la 43ème à la 45ème semaine, l'Expérience 3 de la 46ème à la 53ème semaine.

II/3-2 : EXPERIENCE N° 2.

a) Régimes expérimentaux :

Les animaux reçoivent un régime soit sous forme de farine, soit sous forme de granulé. Ses caractéristiques sont identiques à celles de l'aliment : 17% protéine, 0,39% Méthionine (Exp. I).

b) Paramètres étudiés :

- Les consommations :

Les consommations d'aliment sont relevées chaque semaine. Les consommations d'eau sont relevées globalement chaque jour sur 4 groupes de 8 poules (2 dans chaque salle).

- La production :

Elle est caractérisée par le nombre d'oeufs relevés chaque semaine.

II/3-3 : EXPERIENCE N°3.

a) Régimes expérimentaux :

Un régime unique est distribué aux animaux. Ce régime correspond au régime avec 17% de protéine et 0,39% de Méthionine utilisé dans l'expérience N° I.

b) Rationnement :

Dans la salle à 30° C. les animaux sont nourris à volonté. Dans la salle à 20° C. les animaux sont rationnés sur la base de la consommation des animaux de la salle à 30° C.-
Le rationnement est réadapté chaque semaine si nécessaire.

c) Paramètres étudiés :

Ils sont identiques à ceux étudiés dans l'Expérience 1. Cependant les animaux sont pesés individuellement à la fin de la première période et à l'arrêt de l'Expérience.

II/4 - SAISIE DES DONNEES, METHODES D'ANALYSE STATISTIQUES.

II/4-1 : SAISIE DES DONNEES.

Dans l'Expérience 1 les pesées sont effectuées à l'aide d'une balance électronique connectée à un micro-ordinateur.

Les données des autres Expériences sont enregistrées manuellement

II/4-2 : ANALYSE STATISTIQUES.

L'analyse des paramètres zootechniques est effectuée par une analyse de variance factorielle. La comparaison des moyennes est

effectuée à l'aide du **Test de DUNCAN** ou de **Test des Contrastes**.

La répartition du poids des oeufs en fonction des traitements a été étudiée par le **Test de Qui carré**.

Les caractéristiques de la composition des oeufs sont traitées par une **analyse de covariance** suivie d'un **Test de contrastes**.

III

RESULTATS ET DISCUSSIONS

III/1 - CARACTERISATION DES DEUX ENVIRONNEMENTS.

III/1-1 : TEMPERATURES.

Les températures sont enregistrées quotidiennement dans chaque salle à l'aide de 5 Thermographes. Les températures moyennes par semaine sont présentées dans le Graphique I. Les températures moyennes de chaque salle sont respectivement de **30° et de 20° C.** soit une **différence de 10° C.** Les variations observées au cours de l'expérience dans chaque salle sont essentiellement liées aux conditions extérieures.

A l'intérieur de chaque salle on note aussi des variations de températures en fonction de l'étage, **au maximum de 2° C.** dans la salle à 20° C. et de 4° C. dans la salle à 30° C., la température moyenne à chaque étage de cette salle est la suivante.

- 28° C. pour l'étage inférieur,
- 30° C. pour celui du milieu,
- 32° C. pour le supérieur.

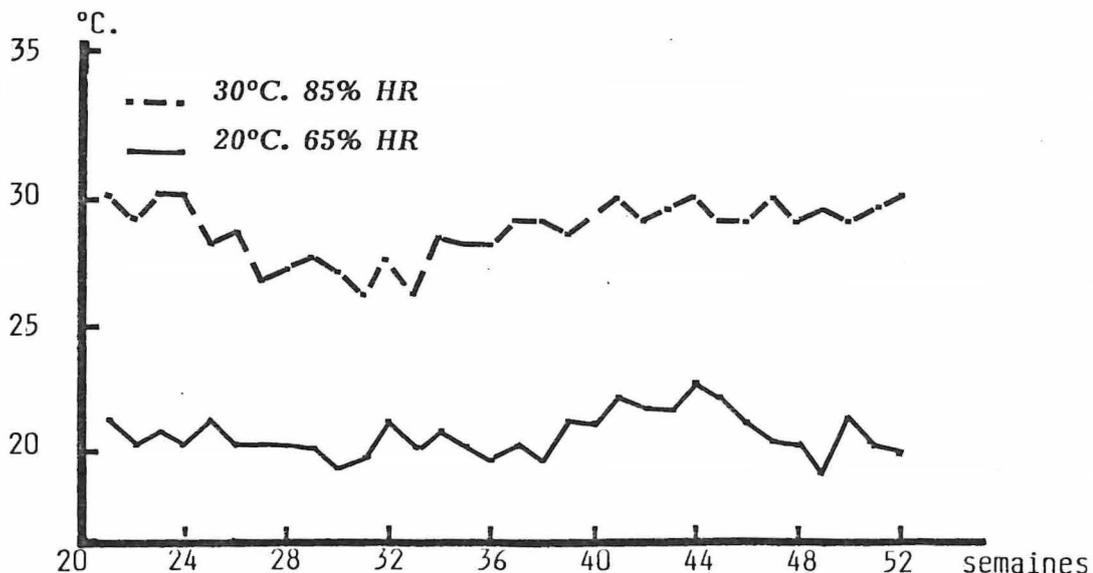
III/1-2 : HYGROMETRIE.

Les moyennes par semaine de chaque salle sont présentées dans le Graphique II. Ces hygrométries caractérisent bien deux environnements :

- l'un avec 65% d'Humidité relative,
- l'autre avec 85%.

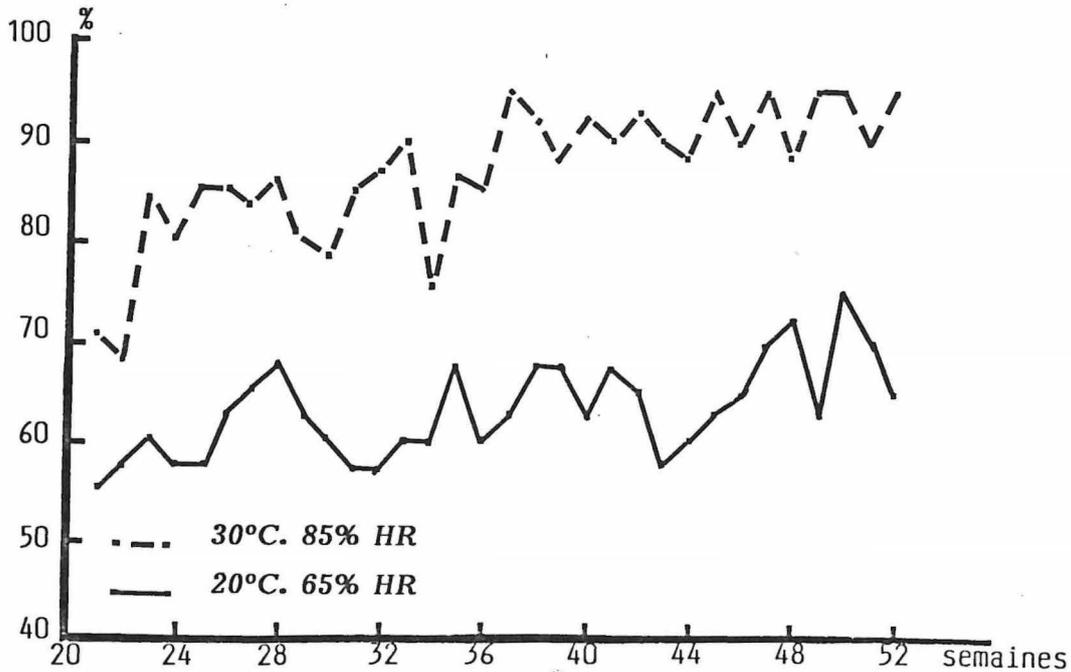
GRAPHIQUE I

Evolution de la Température dans les deux salles
au cours de l'expérience.



GRAPHIQUE II

Evolution de l'Hygrométrie dans les deux salles au cours de l'expérience



III/2 - LES CONSOMMATIONS D'ALIMENT.

III/2-1 : EFFET DU MILIEU.

Les résultats sont présentés dans le Graphique III, ils correspondent à une moyenne par salle et sur des périodes de 4 semaines, entre la 20ème et la 52ème semaine.

L'effet de l'environnement sur la consommation, se traduit par une **chute de consommation variant entre 18 et 26%**. La différence moyenne représente 22% :

- 120 g./j./poule à 20° C.
- contre
- 93 g./j./poule à 30° C.

Ces résultats sont en accord avec ceux de De ANDRADE and al (1976), SMITH and OLIVER (1972,d), MILLER and SUNDE (1975). Par contre certains auteurs observent une diminution plus faible (8 à 12%) (BUSHAM, 1974 ; AHMAD, 1974). Ces différences peuvent s'expliquer de plusieurs façons.

Nous observons dans nos conditions expérimentales **une différence selon l'étage de 20%** :

- 101 g. contre 82 g./j./poule dans la salle à 30° C., ceci pour des variations de température de 4° C. soit 5% par degré,
- par contre, dans la salle à 20° C. nous observons des variations de 4%, 120 g./j./poule contre 115 g./j./poule soit une variation de 2% par degré.

Il existe donc, comme l'a montré STURKIE(1965), une différence de réponse de l'animal selon le milieu. Autour de 20° C. se trouve une zone de neutralité, par contre, au voisinage de 30° C. de faibles variations de température induisent de fortes variations de consommation. Cette particularité permet d'expliquer les importantes discordances entre les auteurs.

Le second facteur agissant sur la consommation est l'hygrométrie. Malheureusement, il n'existe pas, à notre connaissance, d'auteur ayant décrit l'effet de l'Hygrométrie sur la consommation. Il semble, toutefois, que l'Hygrométrie agit directement sur l'élimination de chaleur en freinant l'évaporation. (ROMIJIN and LOKHORST - 1966)

La sous-consommation apparaît donc comme un problème majeur à température élevée. Nous avons, dans l'Expérience I, utilisé un aliment présenté sous forme de granulé, ce type de présentation étant préconisé par BUSHMAN (1974) et HENCKEN (1979) pour accroître les consommations. Nous avons quand même voulu vérifier l'impact de ce type de présentation sur la consommation dans les deux milieux, ceci parce qu'il n'existe pas véritablement d'expériences effectuées sur ce sujet.

III/2.2 : ROLE DU TYPE DE PRESENTATION.

Les résultats de l'Expérience N°2 sont présentés dans le Tableau I.

Pendant la période préexpérimentale, les animaux étaient alimentés avec un aliment en farine, leur consommation moyenne était de 93 g./j. à 30° C. et de 112 g./J. à 20° C.

En milieu tempéré, les poules alimentées avec des granulés, consomment significativement plus (15%) que les poules alimentées avec de la farine.

En milieu chaud et humide, la granulation provoque dans un premier temps, un léger accroissement de la consommation. Cet effet semble disparaître après trois semaines.

GRAPHIQUE III
CONSOMMATION MOYENNE EN G./J./POULE
SELON L'ENVIRONNEMENT

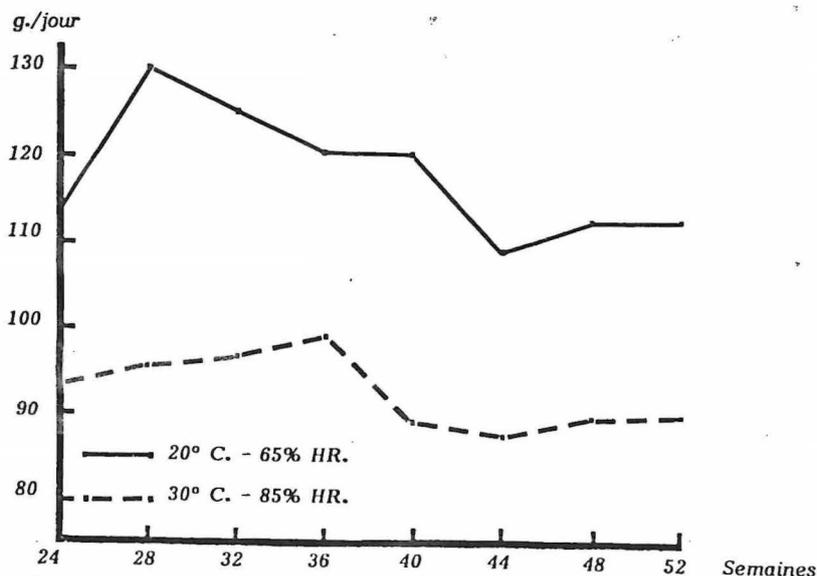


TABLEAU I
Influence du type de présentation sur la consommation
selon l'environnement.

Environnement	Présentation	Semaine			Moyenne
		1	2	3	
20° C. } 65% H.R. }	Farine	109	111,4	107	109
	Granulé	123 **	127 **	125 **	125 **
30° C. } 85% H.R. }	Farine	93,2	93,7	95,6	94,2
	Granulé	99,5	96	93	96,2

** différence significative à 1 % par le test t

Selon FREEMAN (1966) à forte température, il devient trop difficile d'éliminer l'extrachaleur. Il y a alors une double réponse de l'animal. Celui-ci diminue sa consommation, et réduit son activité motrice (NORTH, 1972). Les quantités de chaleur éliminées par l'animal ont été étudiées par ROLLER and DALE en 1962. Ils observent une chute de la production qui passe de 8,3 Kcal/h à 22° C. à 6,3 Kcal/h à 32° C. - L'élimination est aussi modifiée, il y a une augmentation de l'énergie éliminée par évaporation :

. 0,6 Kcal/h à 22° C.

contre

. 2,4 Kcal/h à 32° C.

La stimulation de l'appétit par la forme de présentation serait en fait bloquée en milieu chaud et humide par des problèmes d'évacuation d'extrachaleur. Ce problème ne se produit pas en milieu tempéré.

La granulation n'a pas permis d'augmenter l'ingéré des poules, contrairement aux affirmations de BUSMAN (1974) et HENCKEN (1979).

Cependant, ce mode de présentation possède un certain intérêt. Il peut être retenu pour des régimes à base de blé ou de manioc, afin d'éviter la prise en masse de l'aliment.

En milieu humide, le granulé s'humidifie plus lentement et ralentit le développement des microorganismes.

Il existe un autre moyen de pallier à une sous-consommation d'aliment, en utilisant des régimes plus concentrés. Par exemple, en augmentant le niveau protéique, ou en acides aminés essentiels.

III/2.3 : EFFET DE NIVEAU PROTEIQUE & EN ACIDES AMINES SOUFRES.

Le niveau protéique et le niveau en acides aminés soufrés n'ont pas d'effet sur la consommation, ceci est conforme à ce qu'écrivent REID and WEBER (1973) ; VALENCIA and al. (1980) ; OLOM (1983).

L'augmentation du niveau protéique est donc un moyen d'accroître l'ingéré protéique, il passe :

- de 14 g./j. avec 15% de protéine,*
- à 16 g./j. avec 17% de protéine.*

l'augmentation du niveau en acides aminés soufrés permet aussi de modifier les ingérés.

(voir Tableau II).

TABLEAU II
CONSOMMATION EN DIFFERENTS NUTRIMENTS EN FONCTION DU REGIME
ET DU MILIEU.

Milieu	Régimes	Consom- mation g/J	Calories Kcal/J	Protéines g/J	Méthio- nine mg/J	Lysine mg/J	Trypto- phane mg/J	Thréonine mg/J	Calcium g/J	Phosphore g/J
20°C 65 % HR	Théorique AEC		330	16,50	360	120	170	520	4,32 *	0,69*
	17 0,29	121	338,80	20,60	350	1 050	254	786	4,48	0,75
	17 0,34	118	330,40	20	401	1 030	247	767	4,37	0,73
	17 0,39	119	333	20,20	464	1 040	250	773	4,40	0,74
	15 0,29	120	336	18	348	924	216	684	4,41	0,73
	15 0,34	119	333	17,90	405	916	214	678	4,38	0,72
	15 0,39	119	333	17,90	464	916	214	678	4,38	0,72
30°C 85 % HR	17 0,29	93	<u>260,40</u>	<u>15,80</u>	<u>270</u>	810	195	604	3,44	0,58
	17 0,34	93	<u>260,40</u>	<u>15,80</u>	<u>316</u>	810	195	604	3,44	0,58
	17 0,39	93	<u>260,40</u>	<u>15,80</u>	363	810	195	604	3,44	0,58
	15 0,29	92	<u>257,60</u>	<u>13,80</u>	<u>267</u>	<u>708</u>	<u>165</u>	524	3,39	0,56
	15 0,34	92	<u>257,60</u>	<u>13,80</u>	<u>312</u>	<u>708</u>	<u>165</u>	524	3,39	0,56
	15 0,39	93	<u>260,40</u>	<u>14</u>	363	<u>716</u>	<u>167</u>	530	3,42	0,57

Les régimes sont symbolisés par deux nombres : le niveau protéique,
et le niveau en Méthionine.

* Recommandations INRA 1978

III/3 - PRODUCTIONS.

III/3.1 : EFFET DE L'ENVIRONNEMENT.

a) Pourcentage de Ponte :

L'environnement chaud et humide (30° C.) provoque une diminution de 12% de taux de ponte par rapport au milieu tempéré (20° C.) sur la totalité de l'expérience.

En fait, cette différence évolue et s'accroît avec le temps. Celle-ci passe de 9% en début d'expérience (24ème semaine), à 13% à la 52ème semaine. (Graphique IV).

En milieu chaud (30°C.) nous avons remarqué une grande variation de production en fonction de l'étage, et donc de la température. Les variations représentent 3% entre 28 et 30° C. et 6% entre 30 et 32° C.. Il semble donc que l'effet de la température s'accroît au fur et à mesure qu'elle augmente. SMITH and OLIVER (1972,b) observent une chute de 14% entre 32° C. et 35° C.. L'effet global de l'environnement observé correspond aux observations de différents auteurs (VALENCIA and al., 1980 De ANDRADE, 1976).

b) Poids moyen des oeufs :

L'environnement chaud et humide provoque une diminution de poids moyen de oeufs de 4,2 g. sur la totalité de l'expérience (Tableau III) soit 7%. Cette différence est de 3,6 g. soit 6,3% sur la période 20-36 semaines, ceci par rapport au milieu tempéré. Cette différence s'accroît avec le temps, elle passe de 2,3 g. à la 24ème semaine à 5,6 g. à la 52ème semaine. On peut noter d'autre part, une différence dans l'évolution du poids moyen des oeufs au cours du temps, en fonction de l'environnement. (Graphique V). L'accroissement du poids moyen des oeufs durant la période 20-36 semaines est beaucoup plus rapide à 20° C. qu'à 30° C.. Cet accroissement se poursuit à 20° C. alors que l'on assiste à une stagnation à 30° C.. Il faut noter aussi, qu'autour de 30° C. il existe d'importantes variations de poids moyen de l'ordre de 1 g./°C.

Finalement, les résultats que nous obtenons sont en accord avec de nombreux auteurs (SMITH and OLIVER, 1972 d - REID and al., 1973 - VALENCIA and al., 1980 ab).

TABLEAU III

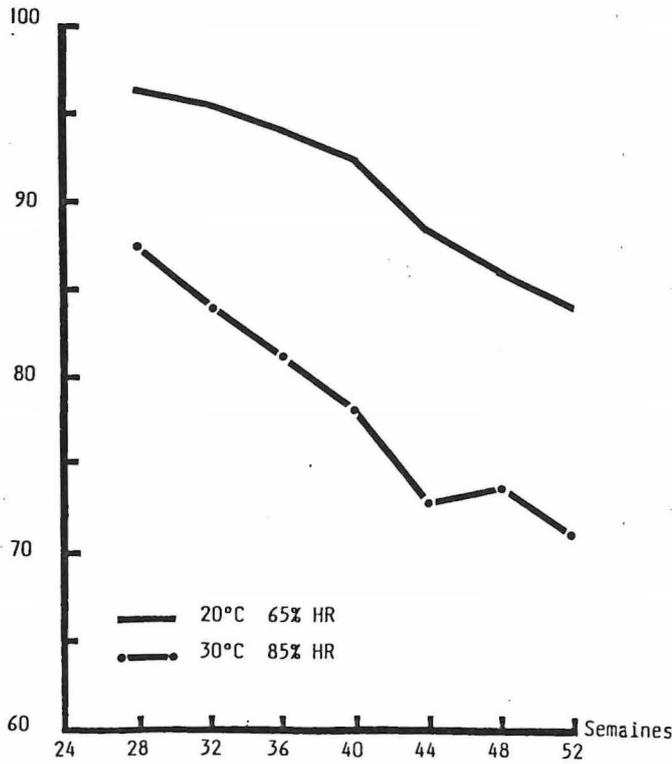
EFFET DE L'ENVIRONNEMENT SUR LES PRINCIPAUX PARAMETRES DE PRODUCTION.

Environnement	20ème - 36ème semaine				20ème - 52ème semaine			
	% Ponte	PMO ¹ _g	PTO _{g/J}	PTO Indexé	% Ponte	PMO _g	PTO _{g/J}	PTO Indexé
20°C 65% HR	84,33	57,40	48,30	100	86,06	58,90	51,20	100
30° C.-85% HR	75,39	53,80	40,60	84	74,32	54,70	41,10	80
Δ20° C.-30° C	8,94 **	3,60 **	7,70 **	16 **	1,74 **	4,20 **	10,10 **	20 **

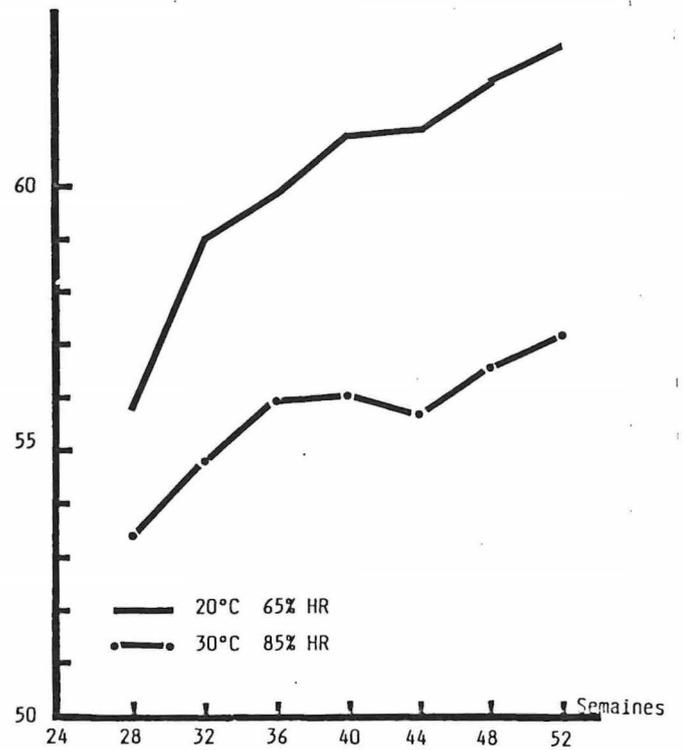
** Différence significative à 1% par analyse de variance.

1- Voir Annexe II.

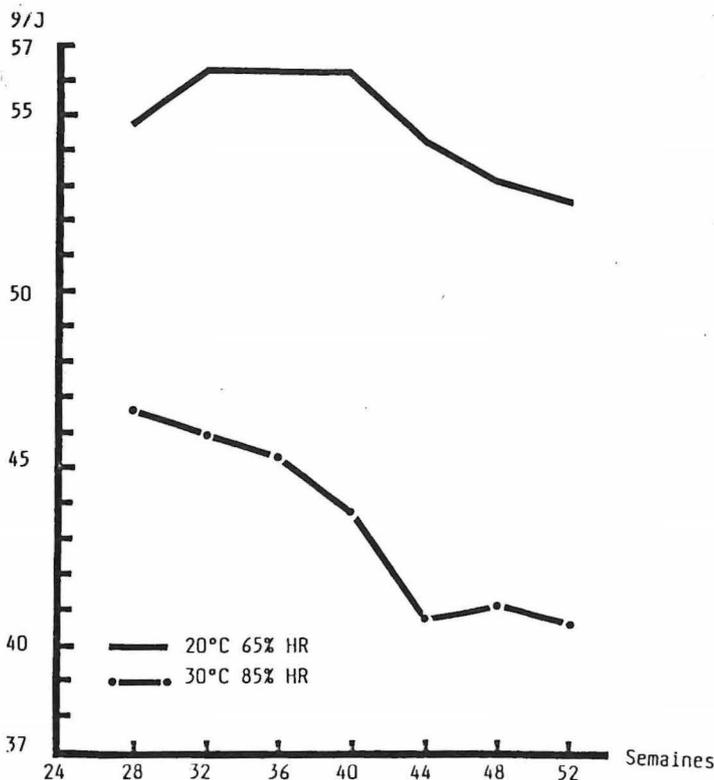
GRAPHIQUE IV
Effet de l'environnement
sur le pourcentage de ponte



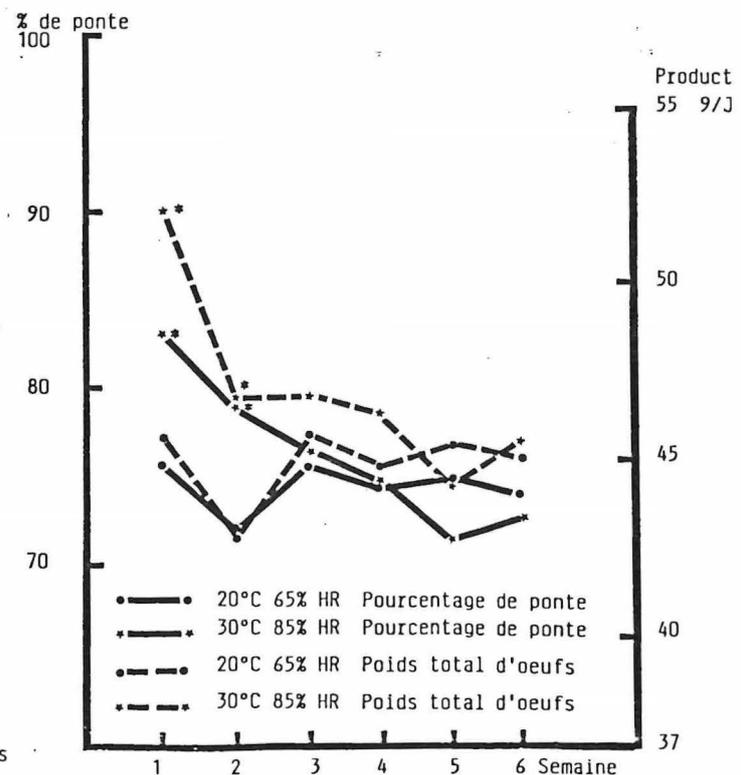
GRAPHIQUE V
Effet de l'environnement sur
le poids moyen des oeufs



GRAPHIQUE VI
Effet de l'environnement
sur la production



GRAPHIQUE VII
Effet de l'environnement sur
le pourcentage de ponte et sur
la production totale



c) Poids total des oeufs :

Le poids total d'oeufs est la résultante du taux de ponte et du poids moyen des oeufs. **L'environnement chaud et humide** provoque globalement une **diminution de 16% de la production durant la période 20-36 semaines** et de **20% sur la totalité de l'expérience**, toujours par rapport au milieu tempéré. (tableau III)

Au cours de l'expérience **la différence augmente avec l'âge des animaux**. Elle passe de **8g/J** à la 24ème semaine, à **13 g.** à la 52ème semaine. (Graphique VI)

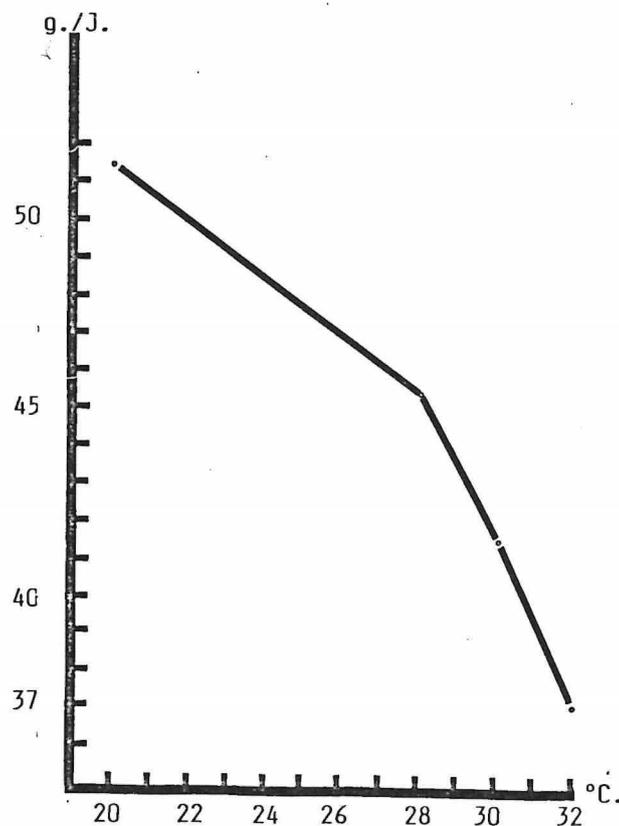
On peut noter aussi des différences de réponse des animaux à des variations de température selon l'environnement.

A **20°C des variations de température de 1 à 2°C sont sans effet sur la production**, ceci s'explique par l'existence d'une zone de neutralité de la poule entre 18 et 22°C.

Par contre autour de 30°C des variations de température de 2°C provoquent des modifications de productions importantes. (graphique III bis)

GRAPHIQUE III bis

EFFET DE LA TEMPERATURE SUR LA PRODUCTION
SUR LA TOTALITE DE L'EXPERIENCE
(20-52 semaines g./J.)



Ce graphique met en évidence la différence d'évolution des productions en fonction de la température. Jusqu'à 28°C la diminution de production est faible (1,6%/°C), celle-ci s'accélère fortement entre 28 et 35°C (4,5%/°C).

La chute de production que nous observons lorsque la température s'accroît a été observée par de nombreux auteurs.

Il nous paraît donc intéressant de comparer nos productions à celles de ces auteurs (tableau IV). **Celles-ci sont élevées à 20°C (supérieures à 51g)**, par contre, en milieu chaud et humide elles sont **inférieures à la moyenne**. Cette différence peut s'expliquer de plusieurs manières. Les productions des auteurs présentés correspondent à des expériences effectuées en milieu chaud et sec (40 à 50% HR). **La différence serait causée par l'humidité qui accentuerait l'effet de la chaleur**. Cette hypothèse est séduisante puisqu'elle caractériserait l'impact de l'humidité sur la production en milieu chaud. En fait, des expériences complémentaires doivent être effectuées pour la confirmer ou l'infirmer, parce que cette différence peut-être due à une mauvaise caractérisation de la température de l'étagé ou à d'autres facteurs.

TABLEAU IV
COMPARAISON DES PERFORMANCES OBSERVEES PAR RAPPORT
A CELLES DE DIFFERENTS AUTEURS

Température °C	18	20	21	27	28	30	32	35
Production g/J observée par différents auteurs	48,70 ²		49 ⁵ 53 ⁴ 50 ³	48,40 ¹ 46,30 ⁵		46,10 ¹	42,60 ¹ 46,40 ⁴ 39,66 ³	33 ¹ 30,23 ²
Moyenne	48,70		50,60	47,40		46,10	42,90	31,60
Expérience I		51,40			45,40	41,40	37	

1 - SMITH and OLIVER (1972 d)

2 - VALENCIA and AI (1980 d)

3 - De ANDRADE and AI (1976)

4 - VALENCIA and AI (1980 b)

5 - COWAN and MICHIE (1980)

Enfin, la chute de production observée peut-être le résultat de deux phénomènes.

- 1) Effet de l'environnement sur l'animal.
- 2) Effet de la diminution de consommation engendrée par l'environnement.

Pour tenter de répondre à cette question, nous avons effectué l'expérience III dont les résultats sont présentés dans le graphique VII.

Il n'apparaît pas de différence entre les animaux placés à 20°C et rationnés à 95g/J et ceux placés à 30°C consommant 95g/J.

Ces résultats permettent de penser que l'effet de l'environnement est principalement causé par la chute de consommation. Ceci est en accord avec SMITH and OLIVER (1972 a,b) qui avec le même principe de rationnement observent des résultats identiques.

Il faut pourtant apporter quelques nuances à ce résultat. Les poules rationnées consomment la totalité de leur ration le matin, elles n'ont donc aucun apport le soir, au moment de la formation de l'oeuf. D'autre part, **l'ingéré énergétique dans les deux environnements est identique, alors que les besoins en milieu tempéré sont supérieurs.** Ceci s'est traduit par une perte de poids des animaux de 5 g/J.

L'énergie est donc un facteur important quel que soit l'environnement considéré.

Selon BUSHMAN (1974) l'énergie serait le facteur limitant la production en milieu chaud.

Afin de préciser ce qui se passe dans notre expérience, nous avons calculé les besoins énergétiques de nos animaux par rapport à différentes équations. (Tableau V)

Il apparaît que l'ingéré énergétique est toujours insuffisant sauf à 20° C., ceci par rapport aux normes A.E.C. (1978). Par contre, en utilisant les différentes formules d'optimisation, il est possible de conclure que l'énergie ingérée est toujours supérieure aux besoins pour le gain de poids et les productions obtenus.

Il devient intéressant d'envisager maintenant le rôle que peut avoir la modification de l'ingéré protéique sur les performances.

TABLEAU V
COMPARAISON DES BESOINS ENERGETIQUES THEORIQUES
A L'INGERE ENERGETIQUE

Température	20°C	28°C	30°C	32°C
Energie ingérée	330	284	264	233
Energie théorique AEC (production maximale)	330	301	294	287
Besoin théorique 1 (production)	335	264	261	219
2	304	248	228	206
3	348	295	274	250

- 1 : ME = W (115 + A (19 - T) + 2E + RD
 2 : ME = W (140 - 2T) + 2E + 5D Emmans. (1974)
 3 : ME = M + 3,29 E + 3,625 D, ARC (1975)

ME = Besoins énergétiques Kcal/j.

W = Poids des animaux Kg.

T = Température °C.

E = Production en g./j.

D = Gain de poids g./j.

A : Constante : A = 1,99 entre 15 et 20° C.

A = 2,40 entre 25 et 30° C.

M = Besoin d'entretien : 20° C. : M = 170 Kcal/j.

28° C. : M = 139 Kcal/j.

30° C. : M = 135 Kcal/j.

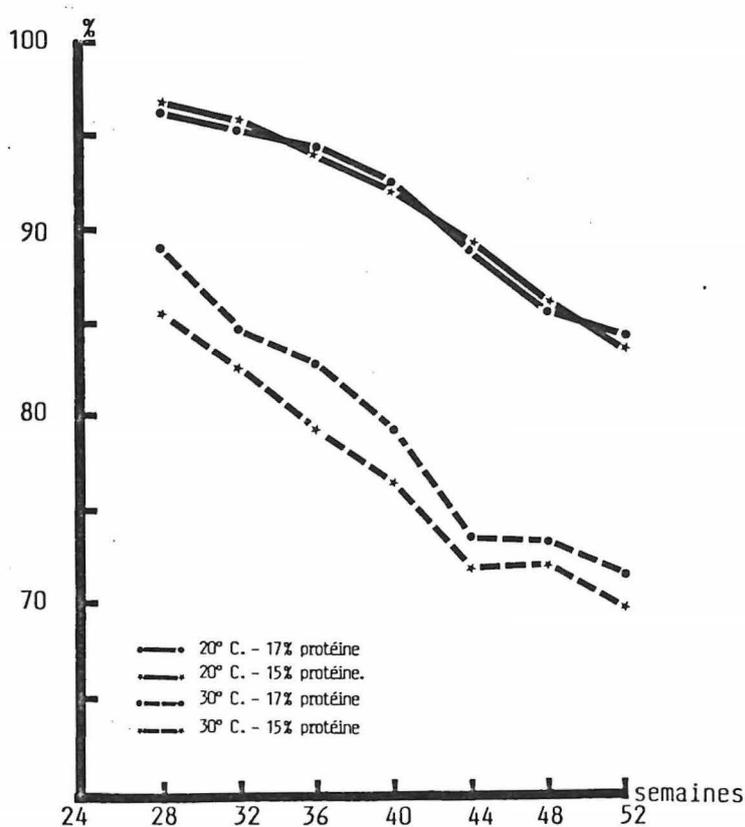
32° C. : M = 124 Kcal/j.

III/3.2 : EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE.

a) Pourcentage de ponte :

GRAPHIQUE VIII

Effet du Niveau protéique sur le Pourcentage de Ponte en fonction de l'environnement.



L'augmentation de niveau protéique de 15 % à 17 % est sans effet en milieu tempéré, par contre, en milieu chaud et humide, cet accroissement provoque une augmentation du taux de ponte de 2,1 % sur la totalité de l'expérience (Tableau VI). L'effet est variable avec le temps.

La différence passe de :

- . 3,8 % à la 24ème semaine,
 - . à 1,6 % à la fin de l'expérience (52ème semaine).
- (Graphique VIII).

Cette évolution peut s'expliquer par la diminution des productions qui s'accompagne d'une diminution des besoins.

b) Poids moyen des oeufs :

Dans les deux milieux, le poids moyen des oeufs est influencé par le niveau protéique. A 20° C. il ne s'agit que d'une tendance. Le niveau protéique agirait donc en milieu tempéré d'abord sur le poids moyen des oeufs. Ceci est confirmé par FERNANDEZ and al (1972). Par contre, à 30°C. nous observons un accroissement significatif de 1,2 g sur la totalité de l'expérience, soit 2,2 p.100 (Tableau VI). Cette différence est variable au cours du temps, elle passe de 1 g à la 28ème semaine à 2 g à la 52ème semaine (Graphique IX).

TABLEAU VI

INFLUENCE DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LES DIFFERENTS PARAMETRES
SELON L'ENVIRONNEMENT

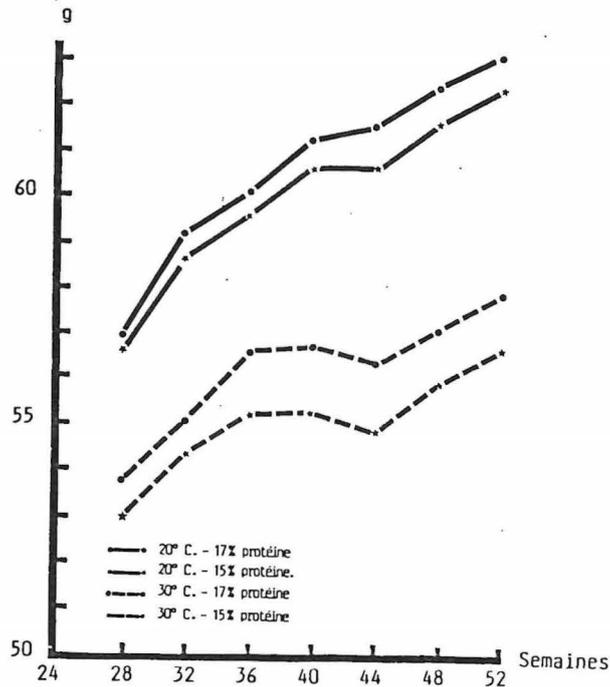
Environnement	Protéine %	20ème - 36ème semaine				20ème - 52ème semaine			
		% Ponte	P M O	PTO g/J	PTO Indexé	% Ponte	P M O	PTO g/J	PTO Indexé
20°C	17	84,30	57,60	48,60		86	59,80	51,50	
65 % HR	15	84,40	57,20	48,20		86,10	59,20	50,90	
30°C	17	76,80	54,30	41,70	100	75,40	55,90	42,20	100
85 % HR	15	73,90	53,40	39,50	95	73,30	54,70	40,10	95
D : 17-15	30°C-85% HR	2,90**	0,90 *	2,20**	5 **	2,10**	1,20**	2,10**	5 **

** Différence significative à 1 %. Test des contrastes.

* Différence significative à 5 %. Test des contrastes.

GRAPHIQUE IX

EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LE POIDS MOYEN
DES OEUFS EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT



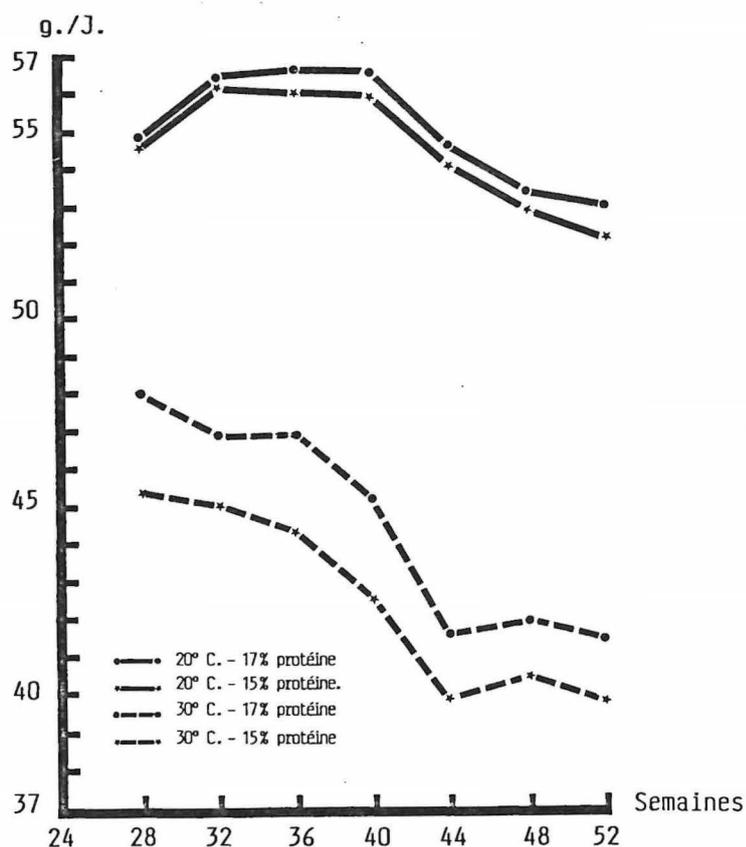
c) Production totale d'oeuf

L'effet du niveau protéique sur la production est la résultante de son action sur le pourcentage de ponte et sur le poids moyen des oeufs.

En milieu tempéré, il n'apparaît pas de différence significative entre les deux niveaux protéiques 15 et 17 p.100 correspondant respectivement à un ingéré de 17,7 et 20 g de protéine par poule et par jour. Compte tenu des recommandations protéiques de différents auteurs (ARC 1975 = 18 g/j. - REID and al 1976 = 16,5 g/j. - N.R.C. 1977 = 16,5 g/j. - A.E.C. 1978 = 16,5 g/j.), il est logique de ne pas observer de différence.

En milieu chaud et humide, l'effet du niveau protéique apparaît très nettement et se traduit par un accroissement des productions de 2 g/j. (5 p.100) lorsque la concentration du régime passe de 15 à 17 p.100 de protéine et que l'ingéré quotidien passe de 13,5 à 15,5 g/j. (graphique X). Cet accroissement est dû à la fois à l'augmentation du taux de ponte et du poids moyen des oeufs.

GRAPHIQUE X
EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LA PRODUCTION EN
FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT



L'influence de la température sur les besoins protéiques est très mal connue. Actuellement, aucune table couramment utilisée dans le Monde, pour la formulation des aliments volaille, ne prend en compte ce facteur. De plus, les recommandations des auteurs étudiant ce problème sont vagues et peu cohérentes.

D'après les résultats de nos expériences, le besoin serait supérieur ou égal à **15,8 g/jour** pour des poules demi-lourdes. Ce niveau d'ingéré ne nous permet pas de conclure. Cependant, les essais effectués par **SUNGANDI and al (1976)** et **PICARD (1976)** montrent qu'au-delà de **16 g**, un apport protéique est sans effet en milieu chaud.

Il est donc possible de conclure que, dans nos expériences, le besoin minimum pour obtenir une production maximum en milieu tempéré est inférieur à **17,7 g/jour** et qu'en milieu chaud, il est supérieur ou égal à **16 g**.

Le milieu ne modifierait donc pas de façon importante les besoins en protéine. Par contre, l'effet de l'environnement se traduit sur l'efficacité protéique : à **20°C.** = **1 g** de protéine produit **2,9 g** d'oeuf ; par contre, à **30°C.** = **1 g** de protéine produit **2,6 g** d'oeuf.

En milieu chaud, la diminution de l'ingéré protéique causée par la chute de consommation, a provoqué une diminution de production ; ceci avec un régime classique utilisé en milieu tempéré (15 p.100 de protéine), l'accroissement du niveau protéique de 15 à 17 p.100 a permis d'accroître la production. Ce résultat est en désaccord avec différents auteurs (REID and WEBER, 1972 - VALENCIA and al. 1980 - WALDROUP 1982 - OLOMU and OFFIONG 1983). Ce désaccord s'explique par des différences de protocole ou de résultats :

- Les expériences effectuées sont de trop courte durée (3 sem.)
- Les ingérés minimum sont trop élevés (18 g) pour obtenir une réponse.
- Les productions sont trop faibles compte tenu de l'ingéré protéique : 24 g d'oeuf par jour pour un ingéré de 14 g de protéine.

III/3.3 : EFFET DU NIVEAU EN ACIDES AMINES SOUFRES

L'accroissement du niveau en acides aminés soufrés peut être un autre moyen d'accroître la production. Les résultats sont présentés dans le tableau VII, et les graphiques XI, XII, XII bis et XIII.

TABLEAU VII
EFFET D'UNE SUPPLEMENTATION EN DL-METHIONINE SUR LES
PARAMETRES SELON L'ENVIRONNEMENT

Environnement	Méthionine %	20ème - 36ème semaine				20ème - 52ème semaine			
		% Ponte	PMO _g	PTO _{g/J}	PTO Indexé	% Ponte	PMO _g	PTO _{g/J}	PTO Indexé
20°C	0,29	84,90	57,60	48,90		86,50	59,60	51,60	
65 % HR	0,34	83,90	57,40	48,10		85,90	59,30	51,20	
	0,39	84,20	57,30	48,20		86,30	59	50,90	
30°C	0,29	74	53,10	39,20	100	73,40	54,30	40,50	100
83 % HR	0,34	75,70	54,10	41,10	104,80	74,80	55,20	41,40	102,20
	0,39	76,60	54,30	41,60	106	74,80	55,40	41,50	102,50
30°C	Signification	*	**	***		NS	*	6 %	

* Différence significative à 5 % Test des contrastes

** Différence significative à 1 % Test des contrastes

*** Différence significative à 1 %. Test des contrastes.

a) Pourcentage de ponte :

L'addition de DL.Méthionine dans un régime de base contenant 0,29 p.100 de L.Méthionine n'a pas d'effet à 20°C. Par contre, à 30°C., le passage du niveau de méthionine de 0,29 à 0,39 p.100 provoque un accroissement significatif du taux de ponte durant la période 20-36 semaines (2,6 p.100). Il ne persiste qu'une tendance sur la totalité de l'expérience - Tableau VII. Au cours du temps, il est possible de séparer les réponses en trois phases :

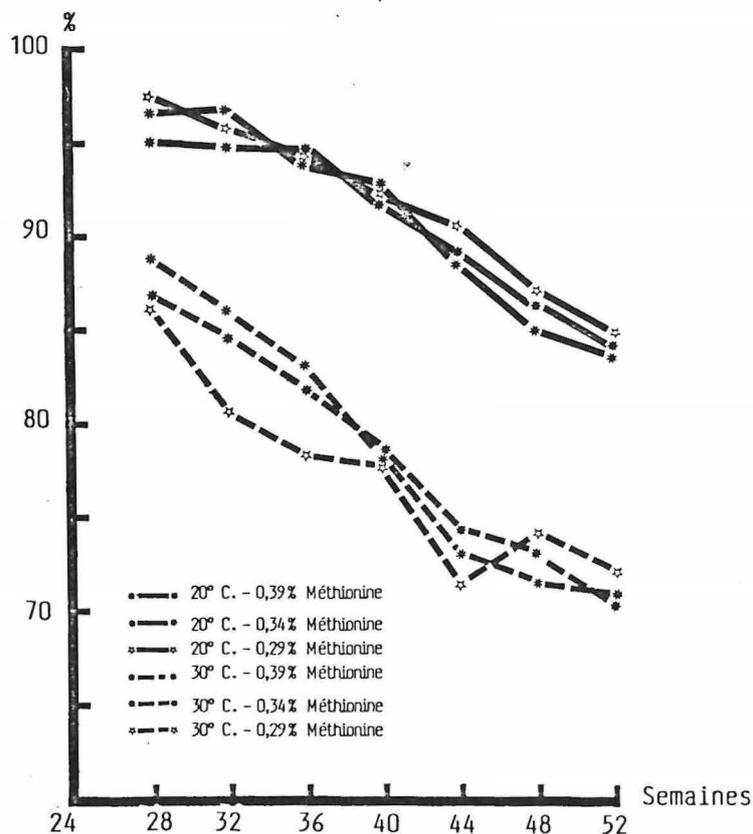
. Pendant la période 20-36 semaines, la réponse à la méthionine est très bonne, le passage du niveau de méthionine de 0,34 à 0,39 p.100 provoque un accroissement du taux de ponte.

. Entre la 36ème et la 46ème semaine, la réponse existe, mais elle est cependant beaucoup moins nette.

. Après la 46ème semaine, il n'est pas possible d'interpréter ce qui se passe. Ceci est dû à l'existence d'un certain nombre d'animaux ne pondant plus ou pondant de façon anormale (graphique XI). En augmentant le nombre des animaux par traitement, la réponse à l'addition de méthionine réapparaîtrait vraisemblablement.

GRAPHIQUE XI

EFFET DU NIVEAU EN METHIONINE
SUR LE POURCENTAGE DE PONTE
EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT

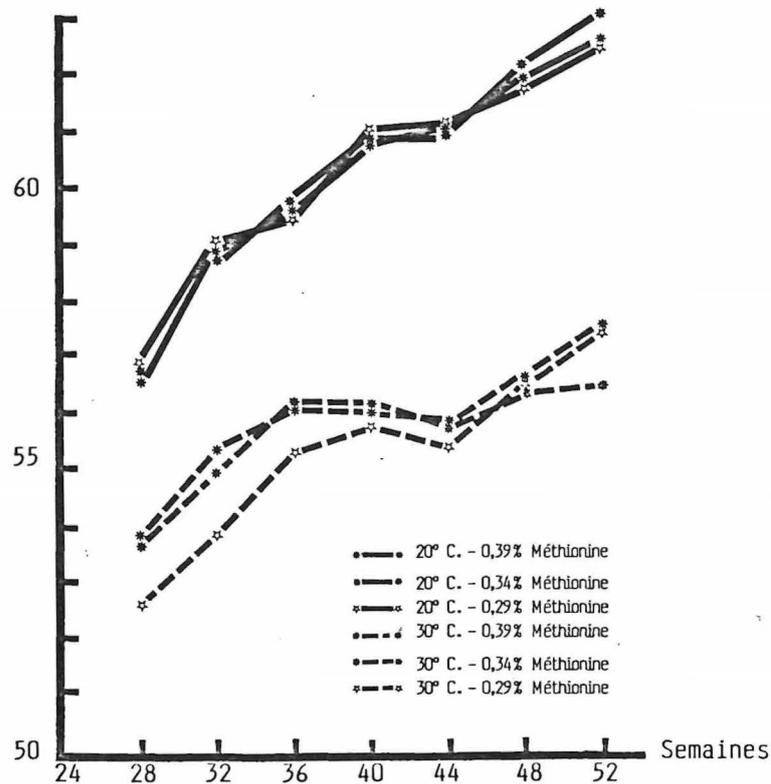


b) Poids moyen des oeufs

Nous observons sur le poids moyen des oeufs le même effet que sur le pourcentage de ponte. Cependant, l'effet est significatif sur la totalité de l'expérience (tableau VII). L'effet de la méthionine au cours du temps est aussi le même que celui observé sur le taux de ponte (graphique XII).

GRAPHIQUE XII

EFFET DU NIVEAU EN METHIONINE SUR LE POIDS MOYEN
DES OEUFs EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT



La différence du poids moyen des oeufs représente 1 g. à la 24^{ème} semaine entre le régime à 0,29% et le régime à 0,34% de Méthionine. Cette différence n'est que de 0,5 g. à la 44^{ème} semaine. Après, aucune interprétation n'est possible.

Il n'existe pas de différence significative entre un régime à 0,34% et un régime à 0,39% de Méthionine (Graphique XIII, Tableau VII).

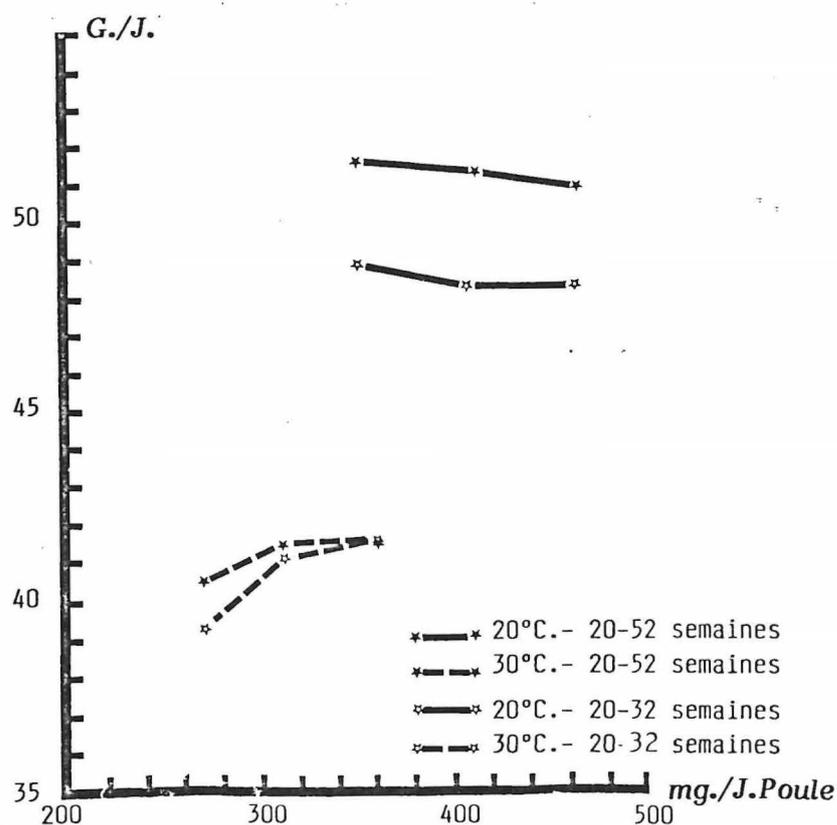
c) Poids total d'oeufs

L'addition de DL-Méthionine dans un régime contenant 0,29% de L-Méthionine n'a pas d'effet sur la production lorsque les animaux sont soumis à une température de 20° C. - Ceci peut s'expliquer par la quantité de Méthionine ingérée qui est au minimum de 340 mg par jour et par poule et au maximum de 460 mg. par jour et par poule, selon les supplémentations (Tableau II). Il semble que pour obtenir des productions supérieures à 50 g./J. comme les nôtres, l'ingéré de Méthionine doit être supérieur ou égal à 350 mg./J. (ARC, 1975) ou supérieur ou égal à 360 mg./J. (AEC, 1978). Un ingéré minimum de 340 mg./J. serait donc nécessaire en se référant à notre expérience. Ceci, sans tenir compte d'une marge de sécurité, nécessaire pour se prémunir contre les variations de compositions des matières premières.

Ces résultats permettent de tirer deux conclusions. Malgré la très grande variation des recommandations pour la Méthionine, qui évoluent entre 250 et 440 mg./J. (UZU, 1984), il apparaît que les recommandations AEC 1978 sont suffisantes en milieu tempéré. D'autre part, un excès de Méthionine (460 mg./J.), n'a pas d'effet dépressif sur la production ; ceci est en accord avec SCHUTTE and al. (1983) - (Graphique XII bis).

GRAPHIQUE XII bis

EFFET DU NIVEAU DE METHIONINE SUR LES PERFORMANCES SELON L'ENVIRONNEMENT

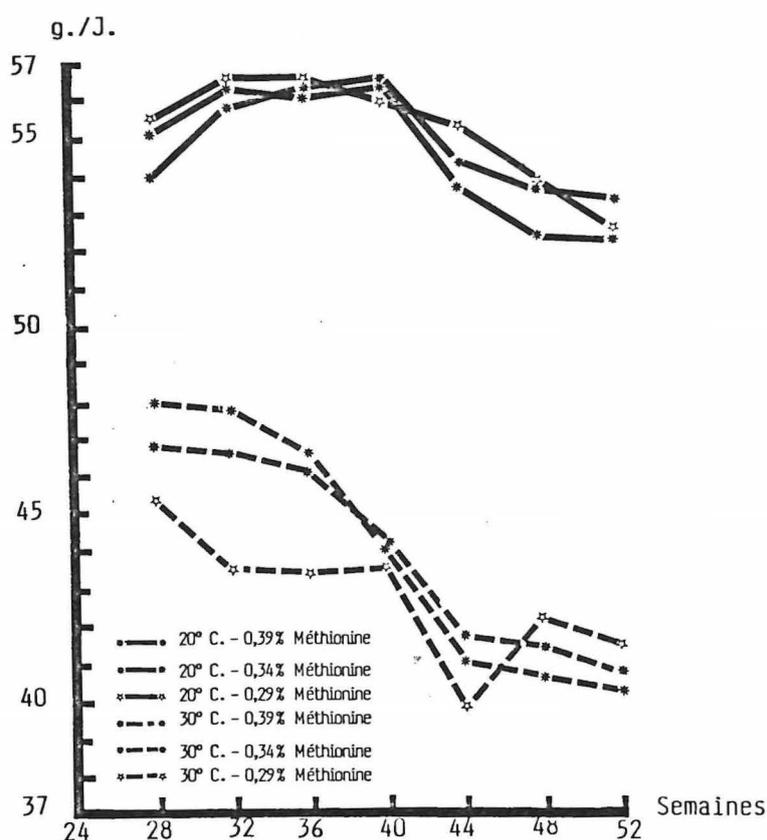


En milieu chaud et humide l'addition de 0,1% de DL-Méthionine à un régime de base en contenant 0,29% provoque un accroissement de la production de 2,4 g. (6%), sur la période 20-36 semaines et 1 g. (2,5%) sur la totalité de l'expérience. Cette augmentation est due à l'accroissement du poids moyen des oeufs, renforcée par une augmentation non significative du taux de ponte. (Tableau VII)

Au cours du temps l'effet est variable. Il est maximal entre la 20ème et la 36ème semaine. Entre la 36ème et la 46ème semaine l'effet existe mais est beaucoup moins important. Après la 46ème semaine, il n'existe pas d'effet apparent de la Méthionine (Graphique XIII)

GRAPHIQUE XIII

EFFET DU NIVEAU EN METHIONINE SUR LA PRODUCTION EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT



Cette évolution permet de penser que l'ingéré optimum de Méthionine serait variable en fonction de l'âge des animaux et de leur production.

Durant la période d'entrée en ponte (20-36 semaines) l'ingéré doit être supérieur ou égal à 360 mg./J.

Pendant la période 36-44 semaines un ingéré minimum de 315 mg. serait suffisant d'après nos expériences.

Après la 44ème semaine un apport de 270 mg./J. serait aussi suffisant (Graphique XIII).

Il apparaît donc que l'optimum de concentration en Méthionine dans le régime serait variable avec le temps. Ceci permet d'introduire et peut-être d'utiliser le principe d'alimentation par phase. Dans ce cas précis, il n'y aurait aucune difficulté technique puisque la diminution du niveau de Méthionine ne s'accompagnerait pas de modification de la formule.

L'ingéré maximum de Méthionine de 360 mg ne permet pas en fait de conclure sur les besoins en Méthionine des poules soumises à des températures élevées durant la période d'entrée en ponte. Il serait intéressant de tester l'effet d'une supplémentation plus élevée, ceci pour deux raisons :

. Nous avons observé **une réponse importante à la Méthionine entre des inaérés de 315 et 360 mg./J. durant la période 20-36 semaines.**

. D'autre part, il semble, d'après les travaux de REID and WEBER (1973), que les **besoins en Méthionine plus Cystine sont augmentés en milieu chaud** (514 mg./J. à 32° C. contre 497 mg./J. à 21° C. pour une production de 40 g./J. Les travaux de WALLIS and BALNAVE (1984) vont dans le même sens puisqu'ils montrent une **diminution de la digestibilité de la Méthionine protéique de 6%** lorsque la température passe de 20° C. à 30° C. - Un ingéré de 340 mg. en milieu tempéré correspondrait à un ingéré de 360 mg./J. à 30° C. pour nos régimes.

III/4 - INDICE DE CONSOMMATION

L'indice de consommation traduit la capacité des animaux à transformer leurs aliments en une production. L'indice est donc le rapport de la consommation et de la production. Il exprime la **quantité nécessaire d'aliment (kg) consommé pour produire une unité de production (kg d'oeuf)**.

L'indice de consommation est un moyen de **situer les performances des animaux les unes par rapport aux autres, d'un point de vue économique**. Cependant, sur un petit nombre d'animaux, l'indice de consommation est un paramètre difficile à utiliser, ceci pour plusieurs raisons.

Etant le rapport de deux variables, l'indice de consommation amplifie de faibles variations opposées. L'indice est aussi fortement pondéré par chaque animal. Une faible production, un arrêt de ponte, ont un impact très grand. Ceci est d'autant plus important que la comparaison des indices revient à comparer de faibles variations.

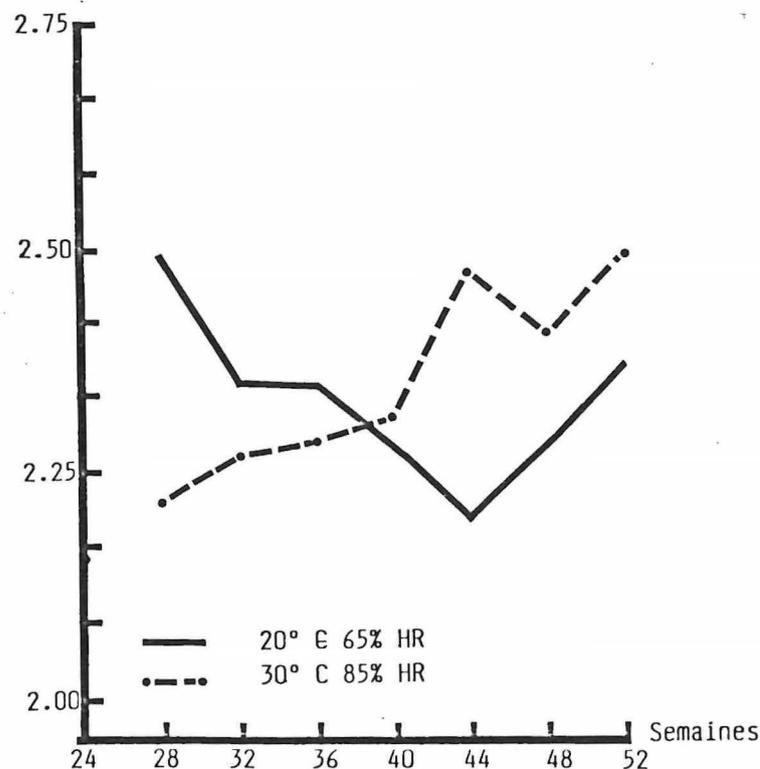
III/4-1 : EFFET DE L'ENVIRONNEMENT.

L'augmentation de la température et de l'humidité ambiante diminue de façon significative ($P. < 1 \%$) l'indice de consommation sur la période 20-36ème semaine (2,53 à 20°C. contre 2,39 à 30°C.). La différence diminue sur la totalité de l'expérience (2,31 à 20°C. contre 2,27 à 30°C.), mais reste significative ($P. < 5 \%$).

On note, au cours du temps, une évolution totalement différente de l'indice selon l'environnement. En milieu chaud, l'indice de consommation se dégrade durant la totalité de l'essai ; par contre, en milieu tempéré, l'indice de consommation décroît jusqu'à la 44ème semaine, puis réaugmente. Ces caractéristiques conduisent à l'inversion des positions des courbes vers la 37ème semaine (graphique XIV).

GRAPHIQUE XIV

INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT SUR L'INDICE DE CONSOMMATION



Jusqu'à la 37^{ème} semaine, le niveau de conversion de l'aliment est supérieur en milieu chaud, ceci vraisemblablement au détriment des gains de poids. La différence très importante selon l'environnement s'explique aussi par le niveau élevé des consommations en milieu tempéré : 120 g/j./poule.

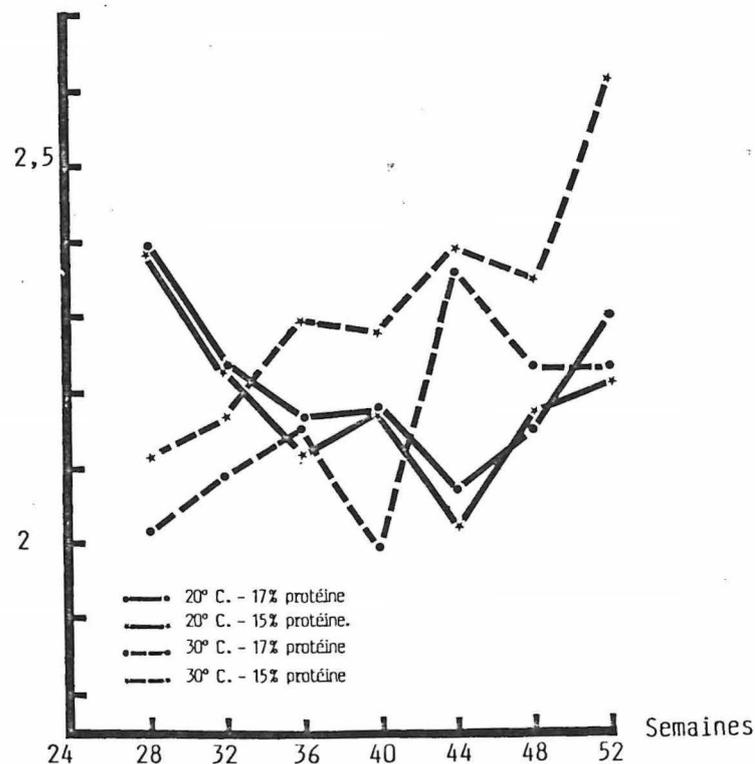
Après la 37^{ème} semaine, l'inversion des courbes est causée par deux modifications. On observe en milieu tempéré une chute des consommations et en milieu chaud une diminution plus rapide des productions. Cette caractéristique peut être due à un épuisement plus rapide des animaux en milieu chaud. Cette idée est étayée par l'évolution de l'indice de consommation: après 37 semaines, on observe un accroissement de la pente de cette courbe (graphique XIV).

III/4-2 : EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE

Le passage du niveau protéique de 17 à 15 p.100 n'a pas d'effet en milieu tempéré sur l'indice de consommation. Par contre, en milieu chaud et humide, la diminution de 2 p.100 du niveau protéique s'accompagne d'un accroissement significatif de 0,12 de l'indice de consommation : 2,21 contre 2,33. Cette différence est extrêmement variable au cours des temps, mais semble toutefois s'accroître en fin d'expérience (graphique XV).

GRAPHIQUE XV

EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR L'INDICE DE CONSOMMATION SELON L'ENVIRONNEMENT



L'effet du niveau protéique observé en milieu chaud s'explique uniquement par l'accroissement de production. Lorsque le niveau protéique passe de 15 à 17 p.100, la consommation des animaux n'a pas été modifiée.

III/4-3 : EFFET DU NIVEAU DE METHIONINE

En milieu tempéré, la modification du niveau de méthionine n'a pas d'effet sur l'indice de consommation. Par contre, en milieu chaud et humide, nous observons une diminution significative de l'indice durant la période 20-36 semaines (2,43 contre 2,37), soit une différence de 0,06 entre le régime contenant 0,29 p.100 de méthionine et le régime en contenant 0,34 p.100. Il n'existe pas de différence entre les régimes à 0,34 et à 0,39 p.100 de méthionine. Sur la totalité de l'essai, il ne persiste qu'une tendance entre le régime à 0,29 et le régime à 0,34 p.100 de méthionine (2,30 contre 2,26).

En se référant uniquement aux indices de consommation, il apparaît qu'en milieu tempéré, le niveau optimum sans marge de sécurité serait de 0,29 p.100 pour des poules demi-lourdes consommant 118 grammes d'aliment par jour. Par contre, en milieu chaud, le niveau optimum de l'ingéré de méthionine devrait être supérieur ou égal à 315 mg par jour sur la totalité de l'expérience, ceci pour des productions de 40 g par jour. Le niveau de méthionine de la ration dépendra, en fait, de la consommation quotidienne des animaux et du niveau des performances obtenues.

III/5 - GAIN DE POIDS DES ANIMAUX , TAUX DE MORTALITE.

Ces deux paramètres sont importants. Ils permettent d'améliorer le suivi du troupeau.

Le gain de poids permet de déceler rapidement une mauvaise alimentation ou des conditions trop drastiques. Le taux de mortalité est un facteur important sur le plan économique, il faut qu'il soit le plus faible possible. Il existe aussi une relation entre ces deux paramètres . Un gain de poids trop faible ou trop élevé se répercutant sur le taux de mortalité.

III/5-1 : GAIN DE POIDS

a) Effet de l'environnement.

En milieu tempéré, l'accroissement du poids des animaux au cours de l'expérience est de 700 g, soit 3,7 g/jour. Par contre, en milieu chaud, l'accroissement n'est que de 400 g soit 1,6 g/jour. Quel que soit l'environnement, l'évolution au cours du temps est la même. C'est durant la période 20-32 semaines que le gain est maximal : 550 g en milieu tempéré contre 240 en milieu chaud. Le reste est pris de façon constante entre la 32ème et la 52ème semaine. Cette évolution s'explique par le fait que les animaux commencent à pondre avant d'avoir fini leur croissance. Celle-ci s'achève, dans notre expérience, autour de la 32ème semaine. Cette caractéristique aura donc tendance à accroître les besoins des animaux durant cette période.

Dans notre expérience, nous observons un gain de poids en milieu tempéré supérieur à la normale: **550 g au lieu de 400 g**. Il est vraisemblable que le **gain supplémentaire** correspond à une **accumulation de graisse**. Par contre, en milieu chaud et humide, la **prise de poids est inférieure à la normale**. Ce gain représente **60 p.100** de la normale, soit une **diminution de 40 p.100**. En comparant cette diminution à la diminution de production d'oeuf observée durant cette période (**16 p.100**), il apparaît que **l'environnement agit davantage au niveau du gain de poids qu'au niveau de la production d'oeufs**.

b) Effet de la nutrition azotée.

Quel que soit l'environnement, le niveau protéique n'a pas d'effet sur le gain de poids.

Par contre, **l'augmentation du niveau de méthionine améliore le gain de poids de façon significative durant la fin de la croissance** (début de l'expérience). Sur la totalité de l'essai, **il ne persiste cependant aucun effet**.

III/5-2 : TAUX DE MORTALITE

a) Effet de l'environnement.

Le milieu chaud et humide accroît le taux de mortalité qui passe de **0,33 à 7,33 p.100** lorsque la température passe de **20 à 30°C**. Il faut noter aussi que c'est à **32°C** que le **taux de mortalité est le plus élevé : 14,80 p.100 contre 5,50 p.100 à 30°C** et **0 p.100 à 28°C**.

L'effet de la température sur le taux de mortalité s'amplifie donc au fur et à mesure qu'elle augmente.

b) Effet du niveau protéique et de méthionine.

Le faible taux observé à **20°C** ne permet pas d'étudier un effet de l'alimentation. Par contre, à **30°C**, le niveau protéique n'a pas d'effet sur le taux de mortalité.

Le niveau en acide aminé augmente cette mortalité : **5 p.100 à 0,29, 7 p.100 à 0,34 et 10 p.100 à 0,39 p.100 de méthionine**. Bien qu'aucune étude statistique ne puisse être effectuée, ce phénomène peut s'expliquer par le fait que l'accroissement de production, crée par l'addition de méthionine, n'est compensé par aucun apport en nutriment (**50 mg de méthionine pour 1,20 g de production**). Ceci contribuerait à accentuer la vitesse d'épuisement des animaux, et donc à accroître le taux de mortalité.

III/6 - CARACTERISTIQUES DE L'OEUF

III/6-1 : REPARTITION DU POIDS DES OEUFS.

La répartition du poids des oeufs est très peu étudiée par les auteurs, ceci, **parce qu'en milieu tempéré, il a été démontré que la répartition est de type normal** et qu'elle n'est **affectée** que si les animaux se trouvent soumis à des **déséquilibres alimentaires**. Cependant, **dans nos conditions**, cette étude peut être **intéressante** puisque **toute modification de la répartition du poids des oeufs se répercutera sur les résultats économiques**.

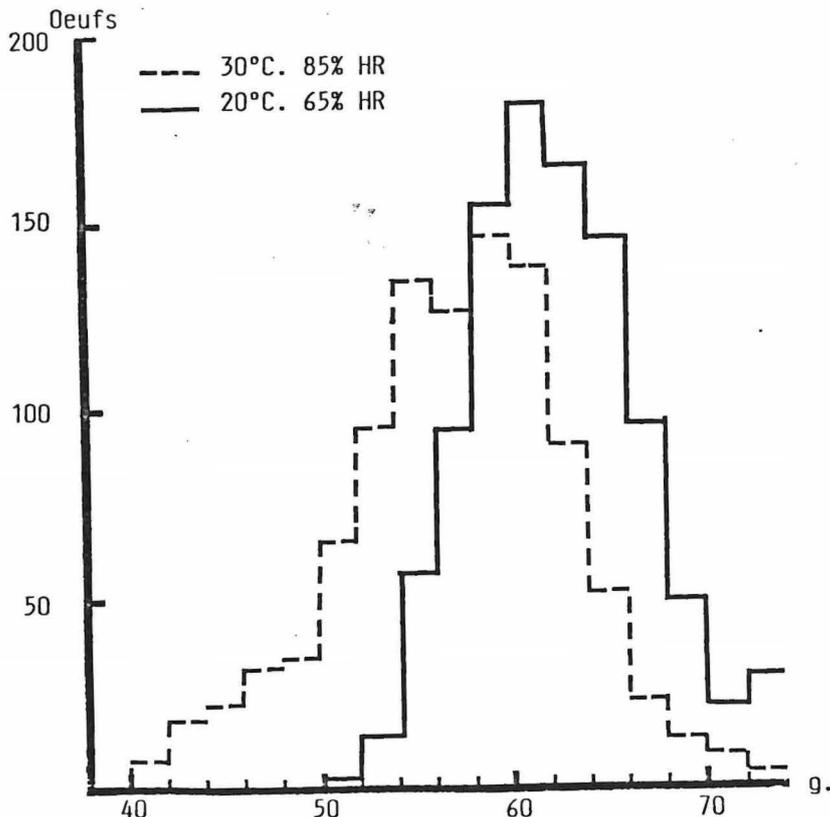
a) Effet de l'environnement.

L'effet de l'environnement s'est traduit globalement par une diminution du **poids moyen des oeufs de 5,3 g**. Ceci est le résultat de deux effets distincts :

- un glissement du poids des oeufs vers des poids inférieurs (4 g),
- l'apparition d'une population d'oeufs de poids inférieurs à 50 g (11,6 p.100).

GRAPHIQUE XVI

EFFET DE L'ENVIRONNEMENT SUR LA REPARTITION DU POIDS DES OEUFS



b) Effet du niveau protéique.

A 20°C., l'augmentation du niveau protéique de 15 à 17 p.100 ne modifie pas significativement la répartition des populations. Par contre, à 30°C., cet accroissement la modifie (tableau VIII).

TABLEAU VIII
EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LA REPARTITION DU POIDS
DES OEUFS PAR CLASSE EN POURCENTAGE

Protéine	Inférieur à 50g	50-55g	55-60g	60-65g	65-70g	Supérieur à 70g
17 %	10,90	20,90	35,29	25,42	6,22	1,25
15 %	13,50	27,16	31,57	20,70	5,97	1,05
Δ 17% - 15%	- 2,60	- 6,26	+ 3,72	+ 4,72	+ 0,25	+ 0,20
Signification	1‰	1‰	1‰	1%	NS	NS

Différence significative par test de Qui carré.

Nous observons une diminution de la proportion d'oeuf des classes de moins de 50 g et de 50-55 g (- 2,6 et - 6,3 p.100) et une augmentation de l'importance des classes de 55-60 g et 60-65 g (+ 3,7 et + 4,7 p.100). La proportion d'oeuf de poids supérieur à 65 g n'est pas modifiée.

L'accroissement du niveau protéique en milieu chaud permet donc d'améliorer la qualité de la production et, donc, les résultats économiques.

c) Effet du niveau de méthionine.

A 20°C., l'accroissement du niveau de méthionine n'a pas d'effet sur la répartition du poids des oeufs.

En milieu chaud et humide, il existe une réponse au niveau en acides aminés soufrés (tableau IX). La réponse est difficile à caractériser et n'est pas uniforme. Elle est variable selon le niveau de supplémentation.

Le passage du niveau de méthionine de 0,29 à 0,34 p.100 diminue la proportion des classes 50-65 g au profit des classes 65 g et plus.

L'accroissement du niveau de méthionine de 0,34 à 0,39 p.100 diminue le nombre de petits oeufs (classes 55 g et moins) (- 2,48 p.100) au profit des classes 55-65 g (+ 2,05 p.100).

TABLEAU IXEFFET DU NIVEAU DE METHIONINE SUR LA REPARTITION DU POIDS
DES OEUFS PAR CLASSE EN POURCENTAGE

Méthionine	Inférieur à 50g	50 - 55g	55 - 60g	60 - 65g	65 - 70g	Supérieur à 70g
0,29	12,51	24,27	33,68	23,41	5,85	0,56
0,34	13,20	23,93	32,61	21,67	6,57	1,99
0,39	10,75	23,55	34,92	24,22	5,60	0,94
Δ 0,34-0,29	+ 0,69 NS	- 0,34 NS	- 1,07 NS	- 1,74 NS	+ 0,72 NS	1,43 1% *
Δ 0,39-0,29	- 1,76 6%	- 0,72 NS	+ 1,24 NS	+ 0,81 NS	- 0,25 NS	+ 0,38 NS
Δ 0,39-0,34	- 2,45 5%	- 0,38 NS	+ 2,31 8%	+ 2,55 6%	- 0,90 NS	- 1,05 1%

* Différence significative par test de Qui carré.

III/6-2 : OEUFS CASSES OU MALFORMES.

Ce paramètre est aussi important ; les oeufs cassés, fêlés ou malformés dévalorisent la production. En milieu chaud, ils se conservent très mal et sont donc impropres à toute consommation.

a) Effet de l'environnement.

L'accroissement de l'humidité et de la température augmente de façon significative le pourcentage d'oeufs cassés : celui-ci passe de 3,2 p.100 à 20°C. à 5,3 p.100 à 30°C. Cette augmentation a été observée par de nombreux auteurs qui notent une diminution de la qualité de la coquille lorsque la poule est soumise à des températures élevées (WARREN and SCHENEPEL 1940, MUELLER 1961, ANDRADE de and al. 1976, DEATON and al. 1981).

b) Effet de l'alimentation azotée.

Le niveau protéique ou d'acides aminés soufrés est sans effet sur le nombre d'oeufs cassés ou malformés. Cependant, il faut noter que ces oeufs sont produits en majeure partie par un très petit nombre d'animaux et que ce nombre s'accroît avec l'élévation de la température.

c) Oeufs commercialisables pour la consommation.

Cette caractéristique est la résultante des deux paragraphes précédents.

A 20°C., 96,8 p.100 des oeufs sont commercialisables contre 82,5 p.100 à 30°C., soit une différence de 14,3 p.100. Ceci accroît encore l'effet de l'environnement sur les performances. **A 30°C., l'accroissement du niveau protéique de 15 à 17 p.100 permet d'augmenter de 2,6 p.100 les oeufs commercialisables et l'augmentation du niveau de méthionine de 0,29 à 0,39 p.100 de 1,8 p.100.**

III/6-3 : COMPOSITION DE L'OEUF.

a) Effet de l'environnement.

* Coquille

L'augmentation de la température de 20°C. à 30°C. et de **l'hygrométrie de 65 à 85 p.100**, provoquent une **diminution** significative du **poids de la coquille fraîche de 0,25 g**. (tableau X). Cette diminution explique vraisemblablement l'accroissement du nombre d'oeuf cassé observé lorsque l'environnement est modifié. Cette diminution a été observée par de nombreux auteurs (MUELLER 1961, ANDRADE de 1976, AHVAR 1982).

L'effet de la température se ferait selon ANDRADE de (1976) à deux niveaux : elle augmenterait la proportion d'azote de la coquille et en diminuerait la proportion de calcium.

Plus précisément, selon EL BOUSHY and al. (1968), à température élevée, la structure de la coquille est totalement modifiée.

Le passage de la température de 20°C. à 32°C. provoque une **diminution** de l'épaisseur de la **cuticule de 57 p.100**, la **spongiosa** et la **mamillaire** étant **réduites de 15 p.100**.

Il faut relier la diminution de l'épaisseur de la coquille à la diminution du dépôt calcique. Celle-ci peut être due, soit à une diminution de l'ingéré calcique, soit à la modification du métabolisme calcique.

La **diminution de l'ingéré** provoque une **diminution de l'apport en calcium** (tableau II). Cependant, cette diminution est contre-balancée par un **accroissement de la rétention du calcium** (MUELLER 1961).

L'accroissement de la température ambiante oblige l'animal à **hyperventiler afin de maintenir sa température interne**. Cette hyperventilation provoque une **alkalose par élimination de CO₂**, sanguin diminuant la concentration en HCO₃⁻. Cette **diminution limite au niveau de la glande coquillaire les échanges ioniques et diminue le dépôt de calcium** (SAUVEUR and PICARD 1984).

* Albumen

Pour des oeufs de même poids (60 g), nous observons en **milieu chaud et humide un accroissement du poids de l'albumen 33,4 g à 20°C. contre 34,7 g à 30°C.** Ces résultats sont en accord avec ceux de SMITH and OLIVER, 1972, MILLER and SUNDE 1975, AHVAR and al. 1982.

* Vitellus

L'accroissement de la température provoque une **diminution du poids du vitellus (5,6 p.100)**. (Tableau X).

TABLEAU X
EFFET DE L'ENVIRONNEMENT SUR LA COMPOSITION
DE L'OEUF

Environnement	MATIERE FRAICHE g			MATIERE SECHE g			Matière sèche Totale	Protéine	Lipide
	Coquille	Albumen	Vitellus	Coquille	Albumen	Vitellus			
20°C	7,49	33,41	19,09	5,88	4,37	8,54	18,79	6,43	4,74
30°C	7,24	34,72	18,04	5,61	4,29	8,46	18,36	6,35	4,78
Différence 30-20°C	-0,25	+1,31	-1,05	-0,27	-0,08	-0,08	-0,43	-0,08	+0,04
Signification *	1‰	1‰	1%	1‰	1%	NS	1‰		

* Analyse de covariance suivie de test de contrastes.

* Matière sèche, protéine, lipides

La modification de la composition de l'oeuf induite par l'environnement, se retrouve au niveau de la matière sèche. C'est la **diminution de la matière sèche de la coquille** qui est la plus **importante (0,27 g)**. La diminution de la matière sèche de l'albumen et du vitellus ne représentent que **0,16 g**. Ces modifications se répercutent peu au niveau de la teneur en protéine et en lipide : **-0,08 g** pour les protéines et **+ 0,04 g** pour les lipides (voir composition vitellus et albumen en annexe IV).

L'environnement affecte donc très peu les qualités nutritionnelles de l'oeuf comparé à ce que nous avons observé au niveau de la production.

b) Effet du niveau protéique.

L'effet du niveau protéique sur la composition de l'oeuf est indépendant de l'environnement considéré.

* Coquille

L'accroissement du niveau protéique de 15 à 17 p.100 provoque une diminution de coquille fraîche(tableau XI). Ces résultats sont en accord avec ceux de **DAVID and ROLAND 1980**.

* Albumen

Le niveau protéique n'a pas, dans notre expérience, d'effet significatif sur le poids du vitellus. Ceci est confirmé par les résultats obtenus par **FISHER 1969**.

* Matière sèche, protéine, lipides

Globalement, la **variation du niveau protéique** est sans effet sur ces **trois caractéristiques**. Il est vraisemblable qu'il faudrait une importante carence en protéine pour observer une modification de la teneur en protéine de l'oeuf.

TABLEAU XIEFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LA COMPOSITION DE L'OEUF

Protéine	MATIERE FRAICHE g			MATIERE SECHE g			Matière sèche totale	Protéine totale	Lipide total
	Coquille	Albumen	Vitellus	Coquille	Albumen	Vitellus			
17 %	7,14	34,47	19,09	5,89	4,33	8,60	18,82	6,43	4,80
15 %	7,49	33,39	18,82	5,70	4,44	8,56	18,70	6,43	4,81
Différence 17-15%	-0,35	1,08	0,26	+0,19	-0,11	0,04	+0,12	0	0,01
Signification *	1%	1%	NS	NS	1%	NS	NS		

* Analyse de covariance suivie de test de contrastes.

c) Effet du niveau de méthionine.

L'effet du niveau de méthionine est dépendant du milieu considéré.

A 20°C., la seule modification observée est un accroissement du poids de la coquille fraîche lorsque le niveau de méthionine passe de 0,29 à 0,39 p.100 (+ 0,23 g). (Tableau XII).

A 30°C., nous observons un accroissement du poids de la coquille fraîche, une diminution du poids du vitellus frais et aucune variation du poids d'albumen frais.

Toujours à 30°C., nous observons une diminution de la matière sèche de l'albumen, ce qui se répercute sur la matière sèche totale.

TABLEAU XIIEFFET DU NIVEAU EN ACIDES AMINES SOUFRES SUR LA COMPOSITION DE L'OEUF EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT

Environnement	Méthionine %	MATIERE FRAICHE g			MATIERE SECHE g			Matière sèche totale	Protéine totale	Lipide total
		Coquille	Albumen	Vitellus	Coquille	Albumen	Vitellus			
20°C	0,29	7,23	33,82	19,04	5,90	4,34	8,53	18,77	6,34	4,73
65% HR	0,39	7,56	33,47	18,88	5,93	4,33	8,49	18,75	6,36	4,74
	Signification *	***	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
30°C	0,29	7,07	35,12	19,14	5,79	4,32	8,40	18,51	6,35	4,72
85% HR	0,39	7,41	34,74	17,72	5,52	4,13	8,52	18,17	6,21	4,82
	Signification *	***	NS	**	NS	***	NS	**	0,14	
Interaction Environnement Méthionine *		NS	NS	*	NS	**	NS	*		

* Analyse de covariance suivie de test de contrastes.

d) Conclusion.

L'ensemble de ces résultats souligne que la composition de l'oeuf peut être faiblement modifiée par des facteurs externes (environnement, alimentation) et que le seul constituant, qui est essentiellement affecté par l'environnement, est la coquille.

IV
ETUDE ECONOMIQUE

IV/1 - PRIX ET COMPOSITION DE L'ALIMENT.

L'optimisation des aliments a été effectuée par ordinateur sur la base pour la formule proposée en milieu tempéré de matières premières, et de prix français au 1/10/84. Pour la formule proposée en milieu chaud à partir des matières premières utilisées en Indonésie et de prix au 1/10/84 les exemples de formules sont présentés ci-dessous :

<u>Formule 1 : milieu tempéré</u>		FRANCE
Optimisation du 1/10/84		
Coût du mélange= 147,571		
MELANGE		
Matière première		Part (%) Prix
BLE		36,195 128,00
GLUTEN FEED		2,065 114,00
SOJA 48 BRESIL		8,587 165,00
MAIS		36,556 175,00
SOL. DIST. MAIS SECH		3,000 124,00
VIANDE 50 (farine)		5,739 202,00
CARBONATE CALCIUM		6,744 19,50
DL METHIONINE 99		0,040 2 150,00
CAROPHYLL ROUGE		0,070 4 636,00
PREMIX		1,000 0,01
		<u>100,000 kg</u>
TENEUR		CALCULEE
EMETVOL	K CAL	2 800,000
PROTEINE	%	15,380
M. GRASSE	%	3,167
CELLULOS	%	10,214
CALCIUM	%	3,200
PHOS. TOT.	%	0,601
PHOS. UT.	%	0,400
LYSINE	%	0,639
METHIO.	%	0,290
MET. CYST.	%	0,565
THREONIN	%	0,520
TRYPTO.	%	0,150

IV/2 - EFFET DE L'ENVIRONNEMENT SUR LE PRIX DE REVIENT DE L'ALIMENTATION.

Les résultats sont présentés dans le tableau XIII. A cause de la très faible différence de prix obtenue entre les formules en milieu tempéré et celles du milieu chaud, les prix des aliments utilisés sont les mêmes (prix aliment F/100 kg - Tableau XIII).

Le prix de vente des oeufs a été calculé à partir des cours de RUNGIS du 01/10/84.

L'environnement accroît considérablement la place de l'alimentation. Celle-ci représente 43,70% de la production à 20°C contre 47,50% à 30°C.

TABLEAU XIII

EVOLUTION DU PRIX DE REVIENT DE L'ALIMENTATION EN FONCTION DE L'ENVIRONNEMENT, DU REGIME ET DE LA PRODUCTION.

Environnement	Régime *	Prix aliment F/100 kg	Nombre d'oeufs par poule	Nombre d'oeufs** commercialisable par poule	Prix de vente des oeufs par poule	Prix de revient alimentation % production
20°C 65% HR	15 0,29	147,57	193	187	91,31	43,20
	15 0,33	148,34	192	186	90,54	42,90
	15 0,39	149,50	193	187	91,03	43,40
	17 0,29	151,02	194	188	91,51	43,80
	17 0,33	151,73	193	187	91,03	43,90
	17 0,39	152,82	190	184	89,57	44,90
30°C 85% HR	15 0,29	147,57	163	154	62,73	48,50
	15 0,33	148,34	164	155	61,91	49,90
	15 0,39	149,50	165	156	65,43	47,40
	17 0,29	151,02	165	156	65,79	47,40
	17 0,33	151,73	171	162	69,93	44,50
	17 0,39	152,82	170	161	67,45	47,50

* Régime caractérisé par deux nombres : niveau protéique, niveau de méthionine en %.

** Calculés sur la base de 3,20% à 20°C et de 5,30% à 30°C d'oeufs cassés.

IV/3 - EFFET DU NIVEAU PROTEIQUE SUR LE PRIX DE REVIENT DE L'ALIMENTATION.

L'effet est dépendant selon le milieu.

A 20°C l'augmentation du niveau protéique accroît la place de l'alimentation 43,20 à 15% de protéine contre 44,20 à 17% de la production.

A 30°C l'augmentation du niveau protéique diminue la place de l'alimentation 48,60 à 15% de protéine contre 46,50 à 17% de la production.

Formule 2 : milieu chaud INDONESIE

Optimisation du 1/10/84
Coût du mélange = 149,96

MELANGE

Matière première	Part (%)	Prix F/100 kg
MAIS	19,831	150,50
SORGHO	30,000	94,60
SON de BLE	10,000	82,60
ARACHIDE 50	2,754	279,50
TOURNESOL 34	6,000	116,00
GLUTEN de MAIS 60	6,000	378,40
COPRAH DESHUILE	7,806	120,40
HUILE de PALME	5,000	301,00
POUDRE D'OS	2,344	197,80
DL METHIONINE 99	0,042	2 400,00
L LYSINE Hcl 98	0,252	3 000,00
PREMIX	1,000	
	<u>100,000</u>	

TENEUR		CALCULEE
EMETVOL	K CAL	2 800,000
PROTEINE	%	17,000
M. GRASSE	%	7,550
CELLULOS	%	4,600
M. MINER.	%	11,053
CALCIUM	%	3,400
PHOS. TOT.	%	0,708
PHOS. UT.	%	0,450
LYSINE	%	0,770
METHIO.	%	0,340
MET. CYST.	%	0,608
THREONIN	%	0,574
TRYPTO.	%	0,160

Il est possible de faire trois remarques à propos des formules :

- Leur prix pour des formules de même caractéristique est très proche quel que soit le milieu considéré.
- La formule proposée pour le milieu chaud fait intervenir un trop grand nombre de matières premières pour être utilisée dans la pratique.
- En milieu chaud les problèmes importants apparaissent être l'introduction de graisse végétale ou animale dans la ration pour atteindre le niveau énergétique désiré. Et le problème du tryptophane, qui est le facteur limitant la diminution du niveau protéique.

**IV/4 - EFFET DU NIVEAU EN ACIDES AMINES SOUFRES SUR LE PRIX DE REVIENT
DE L'ALIMENTATION.**

A 20°C l'augmentation du niveau en méthionine n'a pas d'effet lorsque le niveau passe de 0,29 à 0,34% de méthionine 43,50 contre 43,40%, par contre l'accroissement du niveau de 0,34 à 0,39% accroît légèrement le poids de l'alimentation par rapport aux productions 43,40 contre 44,20%.

A 30°C l'augmentation du niveau de méthionine de 0,29 à 0,34% diminue le poids de l'alimentation dans la production 47,90 contre 45,90% le passage de 0,34% de méthionine à 0,39% accroît le poids qui passe de 45,90 à 47,40%.

IV/5 - CONCLUSION.

L'ensemble de ces résultats permet de tirer deux conclusions :

A 20°C le niveau optimum de la ration est de 15% de protéine et 0,29% de méthionine dans nos conditions (production consommation observée).

A 30°C le niveau optimum de la ration est de 17% de protéine et 0,34% de méthionine dans nos conditions (production consommation observées).

V

CONCLUSION GENERALE

L'effet de l'environnement est très important sur l'ensemble des caractéristiques de la production des oeufs.

L'accroissement de la **température de 20 à 30°C. et de l'humidité de 65 à 85 p.100** provoque une série de modifications.

Nous avons observé, dans notre expérience :

- **Une diminution de la consommation de 22 p.100**
- **Une diminution du taux de ponte de 11 p.100, une baisse du poids moyen des oeufs de 4,2 g. Ceci s'est traduit finalement par une diminution de la production de 20 p.100**
- **Une modification importante de la répartition du poids des oeufs.**
- **Une modification de la composition de l'oeuf** (diminution du poids de la coquille, du vitellus et accroissement du poids de l'albumen).

Compte tenu de ces observations, il apparaît que **l'accroissement du niveau protéique de 15 à 17 p.100** permet de **diminuer l'effet dépressif de l'environnement de 5 p.100** et aussi d'améliorer la répartition du poids des oeufs en homogénéisant la population. Nous n'avons, par contre, noter aucun effet important sur la composition des oeufs.

Il est donc possible de définir, à travers ceci, le besoin protéique selon le milieu.

En milieu chaud et humide, le besoin en protéine , exprimé en grammes par animal et par jour, est supérieur ou égal à 16 grammes pour des animaux produisant **41 grammes par jour.**

En milieu tempéré, ce besoin serait inférieur ou égal à 17 grammes pour des animaux produisant **51 grammes par jour.**

Le milieu ne modifie donc pas ou peu le besoin protéique. Ce besoin, en milieu chaud, est indépendant de l'âge des animaux et de leurs productions lorsqu'elles sont comprises entre **40 et 47 grammes par jour.**

Il apparaît aussi que **l'accroissement du niveau de méthionine dans la ration** est un autre moyen de diminuer l'effet de l'environnement. Nous avons observé une **amélioration de 6 p.100 de la production durant l'entrée en ponte et de 2,5 p.100 durant la totalité de l'essai.**

Ces expériences permettent aussi de préciser la notion de besoin en méthionine selon le milieu.

En milieu tempéré (20°C., 65 p.100 H.R.) un ingéré de 360 mg de méthionine est suffisant pour une production comprise entre 53 et 57 grammes par jour. Ceci confirme les recommandations A.E.C. (1978).

En milieu chaud et humide (30°C., 85 p.100 H.R.), il apparaîtrait que le besoin en méthionine, exprimé en mg par jour et par animal, serait supérieur à 360 mg durant la période d'entrée en ponte (5 premiers mois de ponte). Après, le besoin serait inférieur et se situerait au voisinage de 320 mg par jour et par animal (l'ensemble de ces résultats n'intégrant pas de marge de sécurité).

Le rôle de l'alimentation azotée dans l'amélioration de la productivité des poules pondeuses, placées en milieu chaud et humide, est donc important. Il serait intéressant d'étudier quel peut être l'impact de l'alimentation dans un milieu chaud et sec, et aussi de comparer cet effet entre un milieu chaud et sec et un milieu chaud et humide.

La meilleure connaissance des besoins alimentaires des volailles, dans ces milieux particuliers, permettrait, dans une deuxième phase, d'améliorer la productivité des animaux lorsque l'on utilise des matières premières autres que le "couple" (maïs, soya).

Dans cette optique, **l'emploi d'acides aminés de synthèse : DL.Méthionine, L.Lysine, pour rééquilibrer des matières premières** telles que le tourteau de coton, le tourteau d'arachide, le tourteau de palmiste, le tourteau de coprah, le lupin, en **acides aminés essentiels, est une voie d'avenir.**

Il faut souhaiter, d'autre part, la **commercialisation prochaine du L.Tryptophane, à un prix intéressant,** qui permettrait encore une meilleure utilisation de ces matières premières déséquilibrées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- A.E.C. 1978** - Energie, Acides Aminés, Vitamines, Minéraux. - Document n° 4
- AHMAD M.M., F.D. MATHER, E.W. CLEAVES - 1974** - Feed intake response to changes in environmental temperature and dietary energy in roosters. *Poultry Sci.* **53**, 1043-52.
- AHVAR F., J. PETERSEN, P. HORST and H. THEIN, 1982** - Veränderungen der Eibeschaffenheit in der 1. Legeperiode unter dem Einfluss hoher Umwelttemperaturen. *Arch. Geflügelk* **46**, 1-8.
- ANDRADE de A.N., J.C. ROGLER and W.R. FEATHERSTON, 1976** - Influence of constant elevated temperature and diet on egg production and shell quality. *Poultry Sci.* **55**, 685-93.
- A.R.C. 1975** - The nutrient requirements of farm livestock N° 1 - Poultry, 2nd rev. ed. London
- BABATUNDE G.M. and BABATUNDE L. FETUGA, 1976** - Effects of protein levels and methionine supplementation of the diets of layers on egg production rate, fertility and hatchability of eggs in the tropics. *J. Sci. Agric.* **27**, 463-70.
- BENNION N.L. and D.C. WARREN, 1933** - Temperature and its effect on egg size in the domestic fowl. *Poultry Sci.* **12**, 69.
- BUSHMAN D.A. 1974** - Feeding for egg production in the tropics and subtropics. *World Animal Review* **12**. FAO
- CASTELLO J.A. 1964** - European Poultry Conference, Bologne, p. 12.
- COWAN P.J. and W. MICHIE, 1980** - Increasing the environmental temperature later in lay and performance of the fowl. *Brit. Poultry Sci.* **21**, 339-43.
- DAVID A., S.R. ROLAND, 1980** - Egg shell quality. II. Effect of dietary manipulations of protein, amino acids, energy and calcium in young hens on egg weight, shell weight, shell quality and egg production. *Poultry Sci.* **59**, 2047-54.
- DEATON J.W., J.L. McNOUGHTON and B.D. LOTT, 1981** - Effect of differing temperature cycles on egg shell quality and layer performance. *Poultry Sci.* **60**, 733-37.
- DEATON J.W., J.L. McNOUGHTON and B.D. LOTT, 1982** - Effect of heat stress on laying hens acclimated to cyclic versus constant temperatures. *Poultry Sci.* **61**, 875-78.
- EMMANS G.C., 1974** - Energy requirements of poultry, p. 79-90. Ed. Morris T.R. and FREEMAN B.M. Edinburgh, British Poultry Science Ltd.
- EL BOUSHY A.R. and A.L. van MARLE, 1978** - The effect of climate on poultry physiology in the tropics and their improvement. *World Poultry Sci.* **34**, 155-171.
- EL JACK M.H. and M. REVIERS de, 1978** - The influence of fluctuating high environmental temperature on egg production, fertility and hatchability of the domestic fowl. *Arch. Geflügelk* **43**, 139-43.
- FAO, 1978** - FAO Production yearbook, volume 32, FAO ROME, Italy.

- FISHER C. 1969** - The effect of a protein deficiency on egg composition. *Brit. Poultry Sci.* **10**, 149-54.
- FREEMAN B.M. 1966** - The fowl and its physical environment. *World Poultry Sci.* **22**, 140.
- HENCKEN 1979** - La formulation des aliments pour poule pondeuse. Hoffman La Roche, Neuilly-sur-Seine.
- INRA 1979** - L'alimentation des volailles. 2ème Ed. Versailles SEI 1979, 29,7 cm, Tabl. 4 Vol.
- McNOUGHTON J.L., L.F. KUBENA, J.W. DEATON and F.N. REECE, 1977** - Influence of dietary protein and energy on the performance of commercial egg-type pullet reared under summer conditions. *Poultry Sci.* **56**, 1391-98.
- MILLER P.C. and M.L. SUNDE, 1975** - The effect of precise constant and cyclic environments on shell quality and other lay performance factors with leghorn pullets. *Poultry Sci.* **54**, 36-46.
- MORRIS T.R. 1968** - The effect of dietary energy level in the voluntary calorie intake of laying birds. *Brit. Poultry Sci.* **9**, 285-95.
- MUELLER W.J. 1961** - The effect of constant and fluctuating environmental temperatures on the biological performances of laying hens. *Poultry Sci.* **40**, 1562.
- NORTH M.O. 1972** - Commercial chicken production manual. The Avi publishing company INC.
- NRC 1977** - Nutrient requirements of poultry. 7th Ed. Nutrient requirements of domestic animals. National Acad. Sci. Washington, D.C. 1
- OLOMU J.M., S.A. OFFIONG and S. SXMUZIKOWSKA, 1981** - Optimum protein and energy levels for brown egg-type chicken in the tropics. *Zootechnica International*, August 1981, 35-37.
- OLOMU J.M., and S.A. OFFIONG, 1983** - The performance of brown egg-type layers fed different protein and energy levels in the tropics. *Poultry Sci.* **62**, 345-52.
- PAYNE C.G. 1961** - Studies on the climate of broiler houses. I. Air mouvement. *Brit. Vet. J.* **117**, 36.
- PICARD M. 1976** - Deux facteurs de variation de l'ingéré quotidien chez la poule pondeuse : Restriction alimentaire, températures élevées. *A.E.C. Information Volailles* N° 341.
- REID B.L. and C.W. WEBER 1973** - Dietary protein and sulfur amino acid levels for laying during heat stress. *Poultry Sci.* **52**, 1335-43.
- ROLLER W.L. and A.C. DALE 1962** - Heat losses from leghorn layers at warm temperatures. Paper n° 62, 428. *Ann. Meeting Agr. Engineers, Washington D.C.* Quoted from Sturkie
- ROMIJIN C. and W. LOKHORST 1966** - Physiology of the domestic fowl. Edit. C. Horton-Smith and E.C. Amoroso.
- ROSS E. and R.B. HERRICK 1983** - Evaporative cooling of laying hens in Hawaï. *Poultry Sci.* **62**, 741-45.

- SAUVEUR B., M. PICARD 1984** - Egg quality and high temperatures. INRA SRA - NOUZILLY France - Communication personnelle.
- SCHUTTE J.B., E.J. van WEERDEN and H.L. BERTRAM 1983** - Sulphur amino acid requirement of laying hens and the effects of excess dietary methionine in laying performance. *Brit. Poultry Sci.* **24**, 319-26.
- SCOTT M.L. 1979** - A study of the methionine requirements of laying hens. *Proceeding Nutrition Conference for feed manufacturer.*
- SMITH A.J., J. OLIVER 1972a** - Some nutritional problems associated with egg production at high environmental temperatures. The effect of environmental temperature and rationing treatments on the productivity of pullets fed on diets of differing energy content. *Rhod. J. Agric. Res.* **10**.
- SMITH A.J. 1972b** - Some nutritional problems associated with egg production at high environmental temperatures. The effect of environmental temperature and restricted food intake on the metabolizable energy value of diets for laying pullets. *Rhod. J. Agric. Res.* **10**.
- SMITH A.J. 1972c** - Some nutritional problems associated with egg production at high environmental temperatures. The effect of environmental temperature on water intake and calcium utilisation by pullets and on certain aspects of carcass composition. *Rhod. J. Agric. Res.* **10**.
- SMITH A.J. and J. OLIVER 1972d** - Some nutritional problems associated with egg production at high environmental temperatures. The effect of prolonged exposure to high environmental temperatures on the productivity of pullets fed on high-energy diets. *Rhod. J. Agric. Res.* **10**.
- STOCKLAND W.L. and L.G. BLAYLOCK 1974** - The influence of temperature on the protein requirement of cage reared replacement pullets. *Poultry Sci.* **53**, 1174-87.
- SUGANDI D., H.R. BIRD and D. ATMADILAGA 1975** - The effect of different energy and protein levels on the performances of laying hens in floor pens and cages in the tropics. *Poultry Sci.* **54**, 1107-14.
- STURKIE P.O. 1965** - *Avian physiology*, second edition, Cornell University Press.
- UZU G. 1981** - International requirements of amino acids for layers and breeders. *Proceeding National Feed Ingredients Association.*
- VALENCIA M.E., P.M. MAIORINO and B.L. REID 1980a** - Energy utilisation by laying hens. II. Energetic efficiency and added tallow at 18,3 and 35°C. *Poultry Sci.* **59**, 2071-76.
- VALENCIA M.E., P.M. MAIORINO and B.L. REID 1980b** - Energy utilisation in laying hens. III. Effect of dietary protein level at 21 and 32°C. *Poultry Sci.* **59**, 2508-13.
- WALDROUP P.W. 1982** - Influence of environmental temperature on protein and amino acid needs of poultry. *Federation Proc.* **41**, 2821-23.
- WALLIS I.R. and D. BALNAVE 1984** - The influence of environmental temperature, age and sex on the digestibility of amino acids in growing broiler chickens. *Brit. Poultry Sci.* **25**, 401-7.
- WARREN D.C. and R.L. SCHNEPEL, 1940** - The effect of air temperatures on egg shell thickness in the fowl. *Poultry Sci.* **19**, 67.

A N N E X E I

PROGRAMME D'ECLAIREMENT :

De 17 à 18 semaines = 9 heures
De 18 à 19 semaines = 10 heures
De 19 à 20 semaines = 11 heures
De 20 à 21 semaines = 12 heures
De 21 à 22 semaines = 13 heures
De 22 à 23 semaines = 13 heures 30
De 23 à 24 semaines = 14 heures
De 24 à 25 semaines = 14 heures 30
De 25 à 26 semaines = 15 heures

A N N E X E II

% PONTE : Nombre d'oeuf pondu par poule divisé par le nombre théorique.

Maximal d'oeuf qu'une poule peut pondre = 1 oeuf par jour.

P.M.O. = Poids moyen des oeufs.

P.T.O. = Production totale d'oeufs, exprimée en grammes par jour et par poule.

P.T.O. Indexé : Production totale d'oeufs, indexée sur la base cent.

H.R. = Humidité relative.

A N N E X E III

Composition de l'albumen et du vitellus de l'oeuf selon l'environnement

Environnement	Composant	Azote g % g	Matière Minérale g % g	Matière Grasse g % g
20°C.	Albumen	13,5	6,13	0,1
65 % H.R.	Vitellus	5,12	5	54,5
30°C.	Albumen	13,6	5,8	0,15
85 % H.R.	Vitellus	5,09	4,99	55,4