

T. Dongmo¹
 M. Pouilles-Duplaix¹
 J.D. Ngou Ngoupayou¹
 E. Blesbois²
 M. De Reviars²

Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles.

I. Étude zootechnique chez les reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), DE REVIARS (M.). Utilisation du tourteau de coton dans l'alimentation des volailles. I. Étude zootechnique chez des reproducteurs de l'espèce *Gallus domesticus*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, 46 (4) : 609-619

Trois expériences mesurent les effets du tourteau de coton (TC) sur les performances des coqs et poules reproducteurs. Essai 1 : 13 coqs "Isabrown" âgés de 12 mois reçoivent un aliment contenant 30 p. 100 de TC et 13 autres coqs un régime témoin à base de tourteau de soja (TS). Les deux aliments ont la même teneur en lysine. Ces coqs servent à inséminer 160 poules "Lohmann" recevant un régime à 30 p. 100 de TC. La fertilité mesurée sur 846 œufs n'est pas significativement différente d'un traitement à l'autre ($P > 0,05$). Essai 2 : 192 poules pondeuses "Shaver" âgées de 30 semaines reçoivent un régime contenant 23 p. 100 de TC complété avec 0,3 p. 100 de lysine et/ou 0,2 p. 100 de sulfate de fer, soit un régime témoin à base de TS. Malgré la complémentation en lysine, le poids de l'œuf, l'intensité de ponte, la masse d'œuf exportée, l'efficacité alimentaire et le gain de poids sont inférieurs pour les traitements TC par rapport aux TS. La complémentation en lysine et/ou la neutralisation du gossypol par sulfate de fer ne sont pas suffisantes pour avoir des performances comparables entre le TC et le TS. Essai 3 : 200 poussins "Lohmann" femelles et 156 mâles âgés de 1 jour sont utilisés dès l'âge d'1 jour à 21 semaines, la moitié des animaux reçoivent un régime contenant 30 p. 100 de TC et l'autre moitié, un aliment à base de TS. A l'âge de 21 semaines chaque groupe de poules est séparé en 2 lots de 40 qui reçoivent un régime de ponte de type TC ou de type TS jusqu'à 60 semaines d'âge. Des croisements sont effectués entre les coqs et les poules (dispositif factoriel : 4 traitements ponte x 2 traitements coqs). Malgré la complémentation en lysine, le tourteau de coton a un effet négatif sur la croissance des jeunes. Pendant la ponte les poules nourries au tourteau de soja se comportent mieux que les poules recevant le régime TC. Les poules TS en croissance, et TC en ponte, ont des performances intermédiaires entre les deux groupes extrêmes (tourteau de soja ou tourteau de coton). On n'obtient pas de différence de fertilité entre les traitements ($P \geq 0,05$). Les effets négatifs du TC s'expriment plus nettement sur les capacités de reproduction de poules que sur celles des coqs, mais l'action propre du gossypol mérite des analyses complémentaires pour pouvoir être dissociée des effets multiples causés par d'autres facteurs limitant la consommation ou la digestibilité du tourteau de coton entier.

Mots clés : Volailles - Coq - Poule pondeuse - Alimentation - Tourteau de coton - Tourteau de soja - Complément alimentaire - Lysine - Sulfate ferreux - Efficacité alimentaire - Croissance - Gain de poids - Performance de ponte - Fertilité - Croisement - Insémination artificielle.

1. Institut de recherches zootechniques, BP1457, Yaoundé, Cameroun.

2. Institut national de la recherche agronomique (INRA), Station de Recherches avicoles, 37380 Nouzilly, France.

Reçu le 2.3.1993, accepté le 20.4.1993.

INTRODUCTION

Le tourteau de coton (TC), abondant dans plusieurs pays tropicaux dont le Cameroun (25 000 t en 1990) pourrait être mieux utilisé en alimentation animale, notamment chez la poule domestique qui est l'espèce concernée ici. Par rapport au tourteau de soja (TS), le tourteau de coton a des caractéristiques nutritionnelles assez variables. Chez le poulet il est faible en énergie métabolisable (1 300 à 2 400 contre 2 400 à 2 700 kcal/kg), protéines brutes (40 à 45 p. 100 contre 44 à 50 p. 100) et en plusieurs acides aminés dont la lysine (1,7 p. 100 contre 2,7 à 3 p. 100) (7, 8, 13, 14). En outre, ces derniers constituants sont de moindre digestibilité (11) (POUILLES et al., non publié).

Le tourteau de coton contient par ailleurs des composés indésirables comme le gossypol, qui ralentit la croissance (3), diminue la viabilité des jeunes, peut donner une coloration verdâtre au vitellus (13, 15) et a des effets néfastes sur la fertilité des œufs (5, 9). L'huile résiduelle du tourteau contient aussi des acides gras cyclopropéniques, diminuant la viscosité du vitellus et provoquant une coloration rosâtre de l'albumen (19).

L'usage de tourteau de coton comme source protéique principale nécessite que ces inconvénients soient corrigés ou tolérés dans des conditions économiquement rentables. Son utilisation chez les volailles reproductrices mérite d'être étudiée car on ne recherche pas chez celles-ci une croissance maximum. Une alternative est d'utiliser du TC "glandless" (teneur en gossypol libre < 10 ppm). Une autre alternative est de supplémenter du TC classique en sulfate de fer (pour contrearrer le gossypol) et en lysine. Ces précautions suffisent-elles pour permettre la croissance suffisante des reproducteurs et une bonne reproduction des adultes ?

Deux séries d'expériences ont été entreprises. La première (deux essais) étudie l'aptitude à la reproduction chez des coqs et des poules adultes préalablement alimentés avec du tourteau de coton ; la seconde (un essai) évalue les effets du TC sur la croissance et la reproduction chez des animaux recevant du tourteau de coton depuis la naissance jusqu'à 60 semaines d'âge (tabl. I).

TABLEAU I *Thèmes des essais.*

Thème étudié	Titre de l'essai	Nombre d'animaux	Durée de l'essai	Paramètres étudiés
Effets du Tourteau de coton (TC) sur la reproduction des coqs et des poules	Essai 1. Effets du TC sur la fertilité des coqs d'adultes	26 coqs 160 poules	16 semaines	Fertilité, éclosivité
	Essai 2. Supplémentation en lysine ou en sulfate de fer des régimes contenant du TC : conséquences sur la ponte	192 poules	11 semaines	Consommation alimentaire, gain de poids, intensité de ponte, poids des œufs
	Essai 3. Effet du TC sur la reproduction — Croissance	200 poussins femelles, 156 poussins mâles	21 semaines	Consommation alimentaire, gain de poids
	— Reproduction	160 poules 62 coqs	23-60 semaines d'âge	Consommation alimentaire, gain de poids, intensité de ponte, fertilité, éclosivité, qualité du sperme
	— Croissance testiculaire	68 coqs	Age d'abattage : 12, 28 et 60 semaines	Poids des testicules

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Essai 1

Utilisation de tourteau de soja chez des coqs adultes préalablement nourris depuis le jeune âge avec du TC : incidence sur la fertilité

Animaux et régimes alimentaires (tabl. II)

- Vingt six coqs "Isabrown" nourris depuis la naissance avec un aliment contenant 30 p. 100 de tourteau de coton sont placés en cages individuelles à l'âge de 12 mois. La moitié de ces coqs sont maintenus avec le même régime, l'autre moitié recevant pendant 4 mois un aliment contenant 19 p. 100 de tourteau de soja. Ces deux régimes ont la même teneur en lysine et énergie métabolisable (2 800 à 2 900 kcal).

- Cent soixante poules "Lohmann" semi-lourdes âgées de 18 mois sont mises en cages par deux. Elles sont alimentées depuis la naissance et pendant l'expérience (4 mois) avec un régime contenant 30 p. 100 de tourteau de coton (tabl. III).

Éclairage et température ambiante

Pendant la durée de l'expérience tous les animaux sont soumis à 12 heures de lumière naturelle par jour. La température varie de 20 à 29°C. L'eau et l'aliment sont distribués à volonté.

Insémination artificielle et incubation

Chaque coq sert à inséminer un groupe de 8 poules, le sperme étant utilisé pur à l'état frais, et inséminé 15 min après collecte. Chaque poule est inséminée deux fois à 24 heures d'intervalle à raison de 200×10^6 spermatozoïdes par dose d'insémination. Les œufs sont collectés du 2^e au 8^e jour puis du 9 au 15^e jour après insémination (seuls les œufs d'une taille comprise entre 55 et 65 g sont incubés à cause des réglages thermiques de l'incubateur). Ces œufs sont stockés pendant 1 à 6 jours à température ambiante de manière à grouper les incubations. Celles-ci sont faites en conditions standard (température 37,4°C, hygrométrie relative 65,5 p. 100). La fertilité (nombre œufs fertiles/nombre œuf incubés), le taux de survie des embryons et l'éclosivité (nombre œufs éclos/nombre œufs fertiles) évalués sur 846 œufs au total, sont contrôlés respectivement à 7, 18 et 21 jours d'incubation.

TABLEAU II Composition et caractéristiques des régimes expérimentaux des essais 1 et 2.

	Essai 1			Essai 2	
	Mâles TS	Mâles TC	Femelles TC	Témoin ¹ (TS)	Expérimentaux ² (TC)
Tourteau de coton	—	30	30	—	23
Tourteau de soja	19	—	—	20	—
Maïs	65,35	58	51	55	53
Son de riz	13,65	9,8	3	7,2	5
Huile de palme	—	—	3	3	3
Farine de viande	—	—	2	2	2
Farine de sang	—	—	—	2	3
Coquillage	—	—	7,55	7,65	7,55
Concentré minéral ³ et vitaminé	2	2	2	2	2
L-lysine HCl	—	0,2	0,3	—	0,3 ²
SO ₄ Fe	—	—	—	—	0,2 ²
	100	100	100	100	100
Caractéristiques calculées					
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 832	2 832	2 867	2 820	2 810
Protéines brutes (p. 100)	16,8	18,8	18,3	17,7	17,6
Calcium (p. 100)	0,4	0,4	3,7	3,6	3,6
Phosphore disponible (p. 100)	0,2	0,2	0,43	0,42	0,49
Lysine (p. 100)	0,82	0,87	0,95	1,0	0,84
méthionine (p. 100)	0,27	0,28	0,4	0,38	0,38
Gossypol libre (ppm)	—	150	150	—	114

TS : tourteau de soja ; TC : tourteau de coton.

(¹) A → TS.

(²) Dans l'essai 2 il y a 3 régimes avec tourteau de coton (TC) :

B → TC + 0,3 lysine.

C → TC + 0,2 p. 100 SO₄Fe.

D → TC + 0,3 p. 100 lysine + 0,2 p. 100 SO₄Fe.

(³) Le concentré minéral et vitaminé apporté par kg : 6 000 mg Mn, 4 000 mg Zn, 2 400 mg Fe, 25 mg Cu, 13 mg Co, 12 mg I, 11 mg Se, 520 000 IU Vit. A, 56 000 IU Vit. D₃, 700 mg Vit. E, 105 mg Vit. B₁, 160 mg Vit. B₂, 130 mg Vit. B₆, 1 050 mCg Vit. B₁₂, 25 mg acide folique, 655 mg acide nicotinique, 210 mg acide panthoténique, 7 700 mg choline, 155 mg Vit. C, 230 mg Vit. K₃, Ca 20 g, P 10,5 g, Na 7,7 g, Mg 1,3 g.

Essai 2

Supplémentation en lysine ou en sulfate de fer des régimes contenant du tourteau de coton : conséquences sur l'intensité de ponte et le poids moyen de l'œuf

Animaux et conditions d'élevage

Cent quatre vingt douze poules pondeuses de souche "Shaver" âgées de 30 semaines sont réparties par 2 dans 3 batteries de cages, chacune comportant 2 étages de 16 cages contiguës. La température varie de 20 à 29°C et l'éclairage est de 12 heures par jour. La durée totale de l'expérience est de 11 semaines.

Régimes alimentaires (tableau II)

Un régime A à base de 20 p. 100 de tourteau de soja (TS) sert de témoin. Les régimes B, C, D expérimentaux

TABLEAU III Caractéristiques chimiques des tourteaux de soja et coton (table INRA, 1984).

	Tourteau de coton	Tourteau de soja
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 300*	2 375
Protéines brutes (p. 100)	40*	48
Cellulose brute de Weende (p. 100)	10,4*	3,4
Calcium (p. 100)	0,15	0,27
Lysine (p. 100)	1,72	3,05
Méthionine (p. 100)	0,66	0,66
Gossypol libre (ppm)	494*	—

* Valeurs mesurées sur le tourteau expérimental.

T. Dongmo, M. Pouilles-Duplaix, J.D. Ngou Ngoupayou, E. Blesbois, M. De Reviers

contiennent tous 23 p.100 de tourteau de coton. Les régimes B et C sont supplémentés respectivement avec 0,3 p. 100 de lysine ou 0,2 p. 100 de sulfate de fer (rapport Fe/gossypol de 3:1). Le régime D comporte ces 2 supplémentations. Ces 4 régimes sont distribués à raison de 4 cages consécutives par régime, de manière à disposer de 6 répétitions de 8 poules par régime.

Critères de mesure

Les animaux sont pesés après un jeûne de 12 heures au début et à la fin de l'essai pour étudier le poids vif et ses variations en relation avec la consommation alimentaire mesurée par période de 28 jours. Les œufs sont collectés chaque jour pour mesurer l'intensité de ponte (par poule présente), et pesés les 3 derniers jours de chaque période de 28 jours afin d'estimer la masse d'œuf exportée (nombre d'œufs pondus x poids). Enfin, l'indice de consommation est calculé en rapportant la consommation alimentaire journalière à la masse d'œuf exportée.

Essai 3

Conséquences de l'utilisation continue du tourteau de coton en remplacement du tourteau de soja chez des reproducteurs

Animaux et conditions d'élevage et d'alimentation (tabl IV)

- Deux cent poulettes Lohmann âgées d'un jour sont réparties en 2 parquets de 100, puis redistribuées à effectifs égaux (22) dans 8 cages collectives de type bungalow à l'âge de sept semaines. A l'âge de 21 semaines, 160 de ces poules sont placées par 2 dans les cages de 2 batteries californiennes (40 cages par batterie) en bâtiment ouvert.

Ces poulettes reçoivent un régime de démarrage (0 à 7 semaines d'âge) puis de croissance (7 à 21 semaines d'âge) comprenant respectivement soit 30 p. 100 de TC supplémenté en lysine HCl, soit 19 et 25 p. 100 de TS. La composition de ces régimes est calculée de sorte qu'à chaque période ils soient isoénergétiques et isoprotéiques. La quantité de lysine ajoutée est calculée en tenant compte des différences de digestibilité entre les deux tourteaux.

A 21 semaines d'âge, les quatre-vingts poules de chaque régime de croissance (S1 ou C1) sont subdivisées en 2 lots selon leur poids vif (40 "lourdes" L et 40 "légères" l), chaque lot recevant jusqu'à la fin de l'expérience (60 semaines) un aliment à base soit de TS (S2 : 20 poules), soit de TC (C2 : 20 poules). Il s'agit donc au total d'un plan factoriel : 2 régimes croissance (S1 ou C1) x 2 régimes "adulte" (S2 ou C2).

La température ambiante est ajustée à 32°C à l'âge de 1 jour puis diminuée de 2°C par semaine pour atteindre

25°C (température ambiante) à 5 semaines d'âge, elle varie ensuite entre 20 et 29°C selon les conditions climatiques.

L'éclairage journalier est permanent jusqu'à l'âge de 4 semaines puis ramené à 12 heures entre cet âge et 21 semaines. A ce moment, la durée d'éclairage est augmentée de 1 heure par semaine pendant 4 semaines consécutives. Les critères mesurés sur les poules sont les mêmes que pour l'expérience 2.

- Cent cinquante six coqs d'origine Lohmann, contemporains des poules, sont répartis également entre 2 loges jusqu'à l'âge de 7 semaines. Cent quarante huit de ces coqs sont alors placés en 8 cages collectives de 18 ou 19 coqs. Vingt-quatre de ces coqs sont abattus pour autopsie à 12 semaines d'âge. Les autres sont placés en cages individuelles à partir de l'âge de 21 semaines. Parmi ces derniers, 24 sont abattus pour autopsie à l'âge de 28 semaines ; le reste est utilisé pour l'insémination artificielle et enfin 20 sont abattus à 60 semaines d'âge. Ces coqs sont soumis aux mêmes conditions de température et d'éclairage que les poules.

Ils sont pesés à 1 jour, 7 semaines, 21, 28 et 60 semaines d'âge pour mesurer la variation du poids vif. La consommation alimentaire est estimée par périodes de 28 jours. A chaque abattage, nous mesurons les poids de carcasse, du foie, de la rate, du cœur et des testicules.

Récolte du sperme et insémination artificielle

A l'âge de 26 semaines, 62 coqs sont récoltés 3 fois par semaine. Le volume de chaque éjaculat est estimé par pipettage et sa concentration en spermatozoïdes par photométrie à partir d'un photomètre préalablement calibré pour le sperme de coq (IMV l'Aigle, France). La motilité des spermatozoïdes est estimée visuellement et notée subjectivement de 0 à 10 (12).

A 44 semaines, 8 groupes de 5 coqs producteurs de sperme sont constitués. Le sperme issu des cinq coqs d'un groupe est mélangé puis immédiatement dilué volume à volume dans du BPSE (18) et inséminé dans les 15 minutes suivant sa récolte à raison d'une insémination de 150 millions de spermatozoïdes par femelle.

Les inséminations sont faites de manière à ce que les coqs de chacun des 2 régimes alimentaires soient croisés avec des poules recevant chacun des 4 modes d'alimentation des poules. La récolte des œufs démarre 2 jours après la première insémination ; les œufs sont incubés tous les 6 jours. Deux mirages sont effectués après 7 et 18 jours d'incubation afin d'estimer la fertilité et la mortalité embryonnaire.

Analyses statistiques

Les analyses statistiques sont effectuées suivant le cas par test χ^2 ou analyse de variance, à l'aide des logiciels Genstat ou Systat. Les modèles statistiques sont précisés pour chaque résultat.

Tableau IV. Essai 3. Effet du tourteau de coton sur la croissance et la reproduction des volailles de souche ponte. Composition et caractéristiques des régimes expérimentaux.

Ingrédients	Démarrage (0-7 semaines)		Croissance (7 à 21 semaines)		Reproduction mâles (21 à 60 semaines)		Reproduction femelles (21 à 60 semaines)	
	Soja	Coton	Soja	Coton	Soja	Coton	Soja	Coton
Maïs	55,3	50	65,35	61,18	62,2	57,3	51,18	52,14
Tourteau de soja/coton	24	30	19	30	25	30	25	30
Tourteau de palmiste	—	—	10	3	2,49	3	5	—
Son de riz	12,6	11,1	2,65	2,65	6,41	6,21	1,2	—
Huile de palme	2,0	2,5	—	—	—	—	2,8	3,15
Farine de viande	4	4	—	—	—	—	2,3	2,15
Coquillage	—	—	—	—	—	—	8,5	8,9
Concentré minéral et vitaminé ¹	2,1	2,1	2	2	2	2	2,12	2,02
L-lysine HCl	—	0,3	—	0,17	—	0,3	—	0,45
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
Caractéristiques calculées								
Energie métabolisable (kcal/kg)	2 914	2 910	2 896	2 855	2 860	2 846	2 800	2 800
Protéines brutes (p. 100)	20,39	20,53	17,0	18,3	18,7	18,4	18,8	18,5
Lysine (p. 100)	1,05	1,05	0,83	0,84	0,97	0,95	1	1,06
Méthionine (p. 100)	0,42	0,43	0,29	0,33	0,31	0,30	0,41	0,41
Phosphore disponible (p. 100)	0,42	0,41	0,26	0,32	0,32	0,33	0,40	0,40
Calcium (p. 100)	0,71	0,70	0,42	0,38	0,50	0,40	3,9	3,9
Gossypol libre (ppm)	—	150	—	150	—	150	—	150

(¹) Voir tableau II, note 3.

RÉSULTATS

Essai 1

Effet du tourteau de coton sur la fertilité des coqs adultes

Le taux de fertilité des œufs, pendant la période 2-8 jours, est plus élevé avec les régimes à base de tourteau de coton (TC) qu'avec ceux contenant du tourteau de soja (TS), mais la différence entre les 2 traitements n'est pas significative dans nos conditions d'expériences (88,5 contre 82,9 p. 100, $P \geq 0,05$). L'éclosivité vraie des œufs fertiles n'indique pas non plus de différence significative entre les deux traitements : 88,3 p. 100 pour TS et 85,3 p. 100 pour TC ($P > 0,05$). Enfin, le taux d'éclosion est comparable : 73 et 75,5 p. 100 chez les coqs TS et TC respectivement (tabl. V).

Lors de la seconde semaine après insémination artificielle la fertilité moyenne chute de moitié dans les deux lots sans que la différence soit significative entre régimes (45 p. 100 pour les coqs TS et 37,6 p. 100 pour les coqs TC). Les taux d'éclosion suivent une baisse comparable et non significative entre régimes (36,4 et 30,5 p. 100 respectivement ; $P \geq 0,05$).

Essai 2

Supplémentation des régimes à base de tourteau de coton en lysine et/ou sulfate de fer : effets sur la ponte

Malgré une consommation alimentaire identique quel que soit le régime expérimenté, l'augmentation de poids des poules est inférieure avec les régimes TC ($P \leq 0,05$; tabl. VI). Cet effet est en grande partie compensé par un apport supplémentaire de lysine qu'il y ait sulfate de fer (153 g) ou non (161 g). Mais cette compensation n'a pas lieu si le sulfate de fer est employé seul (71 g).

T. Dongmo, M. Pouilles-Duplaix, J.D. Ngou Ngoupayou, E. Blesbois, M. De Reviers

TABLEAU V. Essai 1. Effet du tourteau de coton sur la fertilité des coqs adultes évaluée a posteriori pendant deux périodes successives (2-8 j et 9-15 j) après la dernière insémination.

	Période 2-8 jours			Période 9-15 jours		
	Fertilité (p. 100)	Éclosivité vraie	Éclosivité totale	Fertilité (p. 100)	Éclosivité vraie	Éclosivité totale
Aliment soja	82,9a (211) ¹	88,0a	73a	45a (220)	80,8a	36,4a
Aliment coton	88,5a (192)	85,3a	75,5a	37,6a (223)	80,9a	30,5a

⁽¹⁾ Nombre d'œufs incubés.**TABLEAU VI. Essai 2.** Effet d'une supplémentation d'un régime à base de tourteau de coton avec de la lysine et/ou du sulfate de fer (30 à 41 semaines) par rapport à un régime témoin à base de tourteau de soja chez des poules en ponte.

Traitements expérimentaux	Consommation alimentaire (g/j/poule)	Poids moyen des œufs (g)	Gain de poids (g/poule)	Intensité de ponte (p. 100)	Masse d'œuf exportée (g/j/poule)	Indice de consommation (g aliment/g d'œuf)
A. Témoin (tourteau soja)	116,8	62,7a	237a	87,3	54,7a	2,13a
B. 23 p. 100 tourteau de coton + lysine	116,0	59,6b	161ab	82,0	49,6ab	2,39b
C. 23 p. 100 tourteau de coton + SO ₄ Fe	116,8	59,5b	71b	78,0	46,4b	2,52b
D. 23 p. 100 tourteau de coton + SO ₄ Fe + lysine	117,5	59,7b	153ab	81,6	50,1ab	2,36b
SEM	0,3 NS	0,8**	34**	1,9 NS	1,71**	0,08**

NS : non significatif, ** : différence significative au seuil de $p \leq 0,05$.Dans la même colonne les chiffres suivis de la même lettre ne sont pas différents de façon significative au seuil de $p \leq 0,05$.

L'intensité de ponte suit une évolution assez comparable à celle du gain de poids : 87,3 p. 100 pour le traitement TS, 82 p. 100 pour le traitement TC + lysine et 81,6 p. 100 pour le traitement TC + sulfate de fer + lysine. Le régime supplémenté en sulfate de fer seul correspond à la plus faible intensité de ponte (78 p. 100), ces différences ne sont pas significatives ($P > 0,05$). Le poids des œufs est significativement plus élevé ($P \leq 0,05$) chez les poules TS (62,7 g) que chez les poules TC prises dans leur ensemble (environ 59,6 g). Pour ces dernières il n'y a pas de différence entre supplémentation en lysine et/ou supplémentation en sulfate de fer. La masse d'œuf exportée et l'indice de consommation varient plus comme l'intensité de ponte que comme le poids de l'œuf suivant les régimes. Ainsi, les poules témoins exportent 54,7 g d'

œuf par jour contre 50,1 g pour le lot TC + lysine + sulfate de fer, 49,6 pour le traitement TC + lysine et 46,4 g pour le régime contenant seulement du sulfate de fer.

Essai 3

Effet du tourteau de coton sur la croissance et la reproduction

Période de croissance

Malgré une consommation alimentaire journalière comparable jusqu'à 21 semaines d'âge, les oiseaux nourris au TC ont une croissance corporelle légèrement moins éle-

TABLEAU VII. Essai 3. Effet du tourteau de coton dans l'alimentation des reproducteurs : période de croissance (0-21 semaines).

Périodes	Femelles		Mâles		Sed
	Tourteau de soja (TS)	Tourteau de coton (TC)	Tourteau de soja (TS)	Tourteau de coton (TC)	
0-7 semaines					
Nombre d'animaux	100	100	78	78	—
Poids vif à 1 jour (g)	37	35	37	37	—
Gain de poids (g)	377	322	435	372	—
Consommation alimentaire (g/l)	22	22	32	31	—
Indice de consommation	2,7	3,2	3,4	3,9	—
Taux de mortalité (p. 100)	0	0	2,6	7,7	—
7-21 semaines					
Gain de poids (g)	1 343,0	1 239,0	1 964,0	1 888,0	28,4
Consommation alimentaire (g/j)	73,0	71,0	91,0	88,0	3,0
Indice de consommation	5,1	5,3	4,3	4,4	0,2
Taux de mortalité (p. 100)	1,0	1,0	1,3	2,8	0,6

Sed : erreur standard de la différence des moyennes.

Pas de différence significative entre les différentes moyennes $P \leq 0,05$.

TABLEAU VIII. Essai 3 Effets du tourteau de coton sur les performances des poules pendant la période de reproduction (23 à 60 semaines).

Régime de croissance	Régimes alimentaires				Sed
	Soja (TS)		Coton (TC)		
Régime de ponte	Soja (TS)	Coton (TC)	Coton (TC)	Soja (TS)	
Nombre de poules	40	40	40	40	
Consommation alimentaire (g/l)	123,6	130,3	126,4	123,6	5,4
Intensité de ponte	76,8	76,2	75,1	72,9	3,7
Poids des œufs (g)	62,2	60,3	58,9	61,0	1,0
Masse d'œuf exportée	47,8	45,9	44,2	44,5	1,9
Indice de consommation	2,6	2,8	2,9	2,8	0,39
Poids poules (g)					
23 semaines	1 734	1 747	1 645	1 615	98,0
60 semaines	2 176	2 287	2 167	2 118	77,0
Fertilité (p. 100)	57,6	57,7	58,3	60,7	4,90
Éclosivité vraie (p. 100)	86,9	88,7	87,8	86,1	2,71
Éclosivité totale (p. 100)	50,0	51,0	51	52	2,71

Sed : erreur standard de la différence des moyennes.

vée que ceux du groupe TS malgré la supplémentation en lysine, mais les différences restent non significatives ($P \geq 0,05$) (tabl. VII).

Période de reproduction

Comparés aux reproducteurs nourris toute leur vie avec le régime "soja" (TS-TS), ceux ayant reçu en permanence le régime "coton" ont, à consommation alimentaire quasi égale (124 vs 126 g), un gain de poids de 23 à 60 semaines plus élevé (442 vs 522 g) mais une intensité de ponte (76,8 vs 75,1 p. 100), un poids d'œuf (62,2 vs 58,9 g) et une masse d'œuf exportée diminués. Ces différences s'expliquent en partie par un âge d'entrée en ponte plus tardif des poules du régime coton (fig. 1).

L'emploi de tourteau de coton pendant la période adulte chez des poules nourries au tourteau de soja pendant la croissance (TS-TC) leur permet d'atteindre une intensité de ponte très voisine de celles n'ayant eu que du tourteau de soja (76,2 vs 76,8 p. 100) (tabl. VIII). Le poids d'œuf (60,3 vs 62,2 g) et la masse d'œuf exportée (45,9 vs 47,8 g/j) sont cependant diminués chez les premières, alors que la consommation alimentaire (130,3 vs 123,6 g/j) et le gain de poids (539,5 vs 442,0 g) sont au contraire augmentés.

Chez les poules nourries avec du tourteau de coton pendant la croissance puis avec du tourteau de soja pendant la période adulte, il y a, par rapport à celles recevant du tourteau de coton toute leur vie, dégradation de l'intensité de ponte (72,9 vs 75,1 p. 100) mais légère augmentation du poids de l'œuf (61,0 vs 58,9 g) ce qui, par compensation, conduit à une masse d'œuf exportée tout à fait comparable (44,2 vs 44,5 g/j) à gain de poids pratiquement égal (502,8 vs 522,0 g/j).

La qualité du sperme ne semble pas affectée par les régimes contenant du tourteau de coton. La fertilité moyenne des œufs, entre le second et le 8e jour suivant l'insémination (mesurée sur 9 250 œufs), reste comparable entre les 2 traitements en ponte (59,1 p. 100 pour le régime soja et 58 p. 100 pour le régime coton). Le taux d'éclosion est lui aussi comparable entre les traitements (88,5 p. 100 pour TC et 86,5 p. 100 pour TS, $P \geq 0,05$) (tabl. VIII).

Au total les variations induites par les différents régimes alimentaires des poules au niveau de l'intensité de ponte et du poids d'œuf montrent que l'emploi du tourteau de coton a toujours tendance à diminuer la masse d'œuf exportée (y compris chez les poules alimentées avec du tourteau de soja pendant la croissance) mais augmente le gain de poids vif des poules pendant la période de ponte.

DISCUSSION et CONCLUSION

De cet ensemble de résultats ressortent les conclusions suivantes :

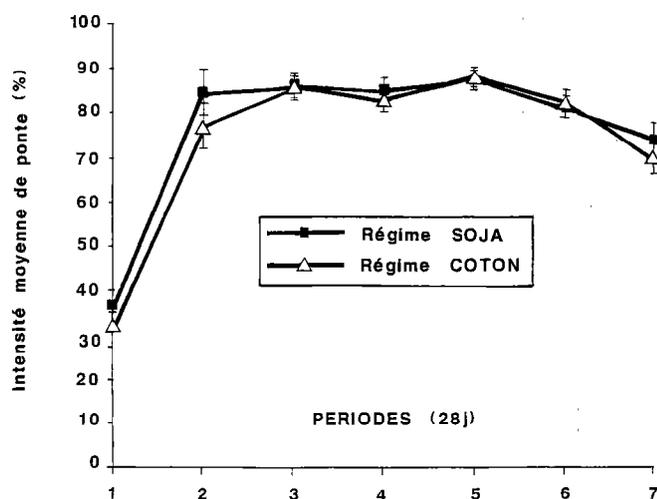


Figure 1 : Essai 3 : influence du régime de croissance sur l'intensité de ponte moyenne des poules (n = 80 poules/traitement) pendant 7 périodes de 28 jours.

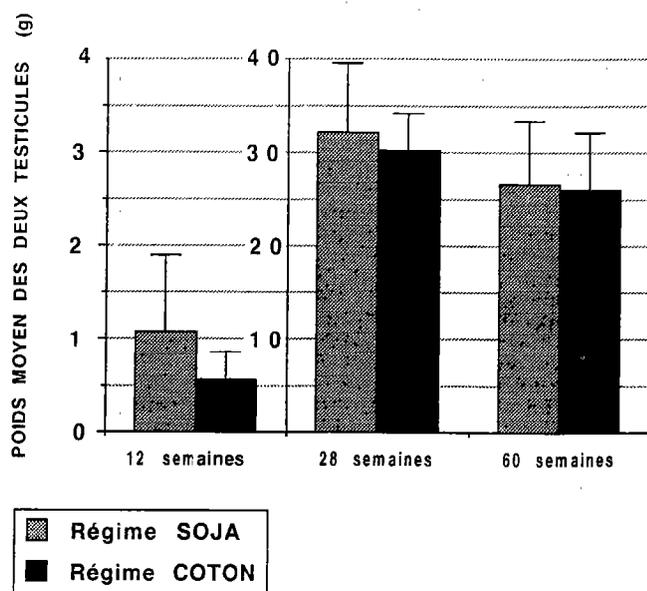


Figure 2 : Essai 3 : influence du régime alimentaire sur le développement testiculaire.

- Chez le coq reproducteur et dans nos conditions expérimentales, l'utilisation de tourteau de coton au lieu de tourteau de soja diminue la croissance corporelle et n'a pas d'effet nettement défavorable sur le développement pondéral des testicules (fig. 2), le volume des éjaculats et leur concentration en spermatozoïdes, non plus que sur la motilité de ces derniers. Il ne paraît pas non plus ressortir d'effet défavorable du tourteau de coton sur les taux de fécondation des œufs obtenus après insémination artificielle faite à partir de coqs alimentés au tourteau

de coton, que ce soit pendant la seule période adulte ou dès la croissance.

- Chez la poule, la réduction de croissance occasionnée par le tourteau de coton administré dès le jeune âge entraîne un retard d'entrée en ponte de quelques jours, réduit l'intensité de cette dernière (même si les poules reçoivent du tourteau de soja à l'âge adulte) et la masse d'œuf exportée, tout en augmentant le gain de poids corporel pendant la période adulte. Il s'agit peut-être d'une croissance compensatrice. Les effets défavorables du tourteau de coton sur ces deux derniers critères apparaissent encore s'il n'est distribué que pendant la période adulte. La supplémentation en lysine du tourteau de coton ne permet pas de remédier en totalité à son insuffisance nutritionnelle.

Cette disparité d'effets suivant le sexe des reproducteurs ne doit pas surprendre. Chez le coq une légère réduction de la croissance corporelle par restriction alimentaire affecte peu le développement testiculaire, à moins que ces restrictions ne soient sévères (2). Les besoins du coq reproducteur adulte semblent en fait se limiter à ses besoins d'entretien, si bien que la teneur de l'aliment en protéines brutes et en acides aminés peut y être largement réduite (par rapport à celle nécessaire chez la poule) sans inconvénient pour la quantité de spermatozoïdes produits. Il semble même qu'une teneur protéique élevée (> 10 p. 100) soit au contraire défavorable à la qualité des spermatozoïdes, alors qu'une alimentation énergétique libérale nuit à la facilité de récolte du sperme, en favorisant l'engraissement des coqs. Dans nos conditions expérimentales, les besoins des coqs vis-à-vis de la production de spermatozoïdes ont donc été probablement couverts en dépit de la moindre valeur nutritionnelle du tourteau de coton. En outre, l'apport de gossypol libre de ce tourteau n'a manifestement pas suffi pour altérer la qualité des spermatozoïdes, si l'on en juge par leur motilité ou les taux de fécondation obtenus.

Chez la poule au contraire, il est bien connu que la production d'œufs correspond à une exportation importante d'énergie et de protéines et qu'elle a donc, par rapport à son poids corporel, des besoins très supérieurs à ceux du coq pendant la période de reproduction. La future pondeuse supporte par contre assez bien les restrictions alimentaires pendant la croissance. Il lui faut cependant atteindre à la fin de celle-ci un développement corporel suffisant pour avoir une intensité de ponte optimum (4). Cette condition n'a pas été remplie ici chez les poules nourries au tourteau de coton, malgré une supplémentation en lysine. Ceci est sans doute dû au fait que les protéines (et acides aminés) de ce tourteau sont rendues peu digestibles par le chauffage qu'il aurait subi au moment de l'extraction d'huile, alors que les besoins en protéines et acides aminés de la poulette sont élevés entre 17 et 20 semaines d'âge et peuvent atteindre 19 p. 100 de matières azotées totales dans un régime équilibré et ayant une digestibilité normale, comme le montrent les résultats d'une alimentation en libre choix (17). C'est

peut-être pour cette raison que les poules adultes de l'expérience 3 supportent mieux le tourteau de coton pendant la période adulte si elles ont reçu au préalable du tourteau de soja jusqu'à l'entrée en ponte.

La déficience de la teneur en protéines digestibles du tourteau de coton ne suffit pas pour expliquer la réduction de la masse d'œuf exportée chez les poules adultes qui en consomment. En effet, on situe en moyenne à 67 et 84 p. 100 la digestibilité des protéines des tourteaux de coton ou de soja (16). Pour les régimes de l'expérience 3, contenant 18,5 p. 100 de protéines brutes et consommés à raison de près de 125 g/j, il y aurait donc apport respectif de 15,5 ou 19,4 g/j de protéines digestibles, quantités théoriquement suffisantes pour assurer les besoins en période de ponte (7). Un calcul similaire, aboutissant à des conclusions comparables peut être fait pour la lysine. S'il en est bien ainsi, c'est donc soit que la digestibilité des protéines du tourteau de coton est surestimée, soit que d'autres déficiences en acides aminés digestibles que la lysine existent.

On pourrait par ailleurs soupçonner un rôle néfaste du gossypol libre apporté par le tourteau. Dans notre régime expérimental (TC) la teneur en gossypol libre est de 150 ppm. Ce taux a-t-il eu un effet sur la croissance des animaux ? Ceci semble peu probable car l'effet dépressur du gossypol sur la croissance ne se manifeste généralement qu'au-delà de 200 ppm (6, 19) et sa toxicité ne s'exprime qu'à partir de 400-600 ppm (1, 10).

Quoi qu'il en soit les régimes à base de tourteau de coton même supplémentés en lysine ont un effet dépressur sur la croissance des coqs et poules reproducteurs et pénalisent la production des œufs et l'efficacité alimentaire. Ainsi le tourteau de coton déprime les capacités de reproduction des volailles même pour des concentrations de gossypol d'environ 150 ppm dans le régime. Les effets du tourteau de coton ne sont que partiellement compensés par l'addition de lysine au régime. L'action spécifique du gossypol mériterait donc d'être mieux précisée afin d'expliquer les faibles croissances des poussins et les effets sur la reproduction en les dissociant de ceux des acides gras cyclopropéniques, de la qualité des protéines, de la teneur en parois cellulaires et des autres constituants nutritionnels ou toxiques du tourteau de coton. La réduction des coûts alimentaires liée à l'emploi du tourteau de coton suggère donc une poursuite de l'effort de recherche sur cette matière première.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude au ministère français de la Coopération et à l'Institut des recherches zootechniques et vétérinaires du Cameroun pour le financement de ces travaux. Nos remerciements vont également à M. PICARD pour la correction du manuscrit, à M. Hans HOCKER pour les analyses statistiques, à MM. Simeon NGANWA et Jacques KAMMEGNI et à Mme TCHAKOUNTÉ pour leur assistance technique.

BIBLIOGRAPHIE

1. COUCH (J.R.), CHANG (W.Y.), LYMAN (C.M.). The effect of free gossypol on chick growth. *Poult. Sci.*, 1955, **34** : 178-183.
2. DE REVIERS (M.). Effets du rationnement alimentaire chez le coq de type chair. Interactions avec la durée quotidienne d'éclaircissement. *Prod. anim.*, 1990, **3** : 21-30.
3. EL BOUSHY (A.R.), RATERINK (R.). Replacement of Soyabean by cottonseed meal and peanut meal or both in low energy diets for broilers. *Poult. Sci.*, 1989, **68** : 799-804.
4. HARMS (R.H.). Feeding layers in hot tropical climates. *Poultry int.*, 1983, **22** (11) : 24-26.
5. HEYWANG (B.W.), BIRD (H.R.), ACTSCHUL (A.M.). The effect of pure gossypol on egg hatchability and weight. *Poult. Sci.*, 1950, **29** : 916-920.
6. HEYWANG (B.W.), BIRD (H.R.). Relationship between the weight of chicks and levels of dietary free gossypol supplied by different cottonseed products. *Poult. Sci.*, 1955, **34** : 1239-1247.
7. Institut national de la recherche agronomique (INRA). L'alimentation des monogastriques : porc, lapin, volaille. Paris, INRA, 1984. 282 p.
8. JONES (L.A.). Nutritional values for cottonseed meal. *Feedstuffs*, 1981, **53** : 21-24.
9. NABER (E.C.), MORGAN (C.L.). Fat supplementation of chick starting rations containing cottonseed meal. *Poult. Sci.*, 1957, **36** : 727-732.
10. NARAIN (R.), LYMAN (C.M.), COUCH (J.R.). High levels of free gossypol in hens diets: effects on body weight, feed consumption and egg production. *Poult. Sci.*, 1957, **36** : 1351-1354.
11. NWOKOLO (E.N.), BRAGG (D.B.), KITTS (W.). The availability of amino acid from palm kernel, soyabean, cottonseed and rape seed meal for growing chick. *Poult. Sci.*, 1976, **55** : 2300-2304.
12. PETITJEAN (M.J.). Recherches sur l'estimation du pouvoir fécondant des coqs. Poitiers, Mémoire d'Ingénieur du CNAM, 1965. 84 p.
13. PHELPS (R.A.). Cottonseed meal for poultry: from rescach to practical application. *Wld's Poult. Sci. J.*, 1966, **22** : 86-112.
14. PIERSON (E.E.M.), POTTER (L.M.), BROWN (R.D.). Amino acid digestibility of deshulled Soyabean meal by adult turkeys. *Poult. Sci.*, **59** : 845-848.
15. PONE (K.D.), NGROUPAYOU (J.D.N.), DONGMO (T.). The effect of feeding graded levels of cottonseed cake to laying chickens. *Revue sci. technol. Sér. Sci. zootech.*, 1987, **3** (2) : 181-188.
16. ROJAS (S.W.), SCOTT (M.L.). Factors affecting the nutritive value of cottonseed meal as a protein source in chicks diets. *Poult. Sci.*, 1969, **48** : 818-835.
17. SCOTT (T.A.), BALNAVE (D.). Responses of sexually maturing pullets to self selection feeding under different temperature and lighting regimes. *Br. Poult. Sci.*, 1989, **30** : 135-150.
18. SEXTON (T.J.). A new poultry semen extender. 1. Effect of extension on the fertility of chicken semen. *Poult. Sci.*, 1977, **56** : 1443-1446.
19. WALDROUP (P.W.). Cottonseed meal in poultry diets. *Feedstuffs*, 1981, **53** : 21-24.

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), DE REVIERS (M.). Use of cottonseed oil-meal in poultry feeding. I. Study performed in *Gallus domesticus* breeding animals. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 609-619

Three experiments were carried out to determine the effects of cottonseed oil-meal (TC) on the performances of breeding cocks and hens. Trial 1 : 13 "Isabrown" 12-month old cocks received a diet containing 30 % TC and 13 other cocks were fed control diet based on soyabean oil-meal (TS). The lysine content of both diets was the same. These cocks were used to inseminate 160 "Lohmann" hens receiving 30 % TC in their diet. Fertility measured in 846 eggs was not significantly different from one treatment to another ($P > 0.05$). Trial 2 : 192 30-week old "Shaver" laying hens received a diet containing 23 p. 100 TC supplemented with 0.3 % lysine and/or 0.2 % iron sulphate, or a control diet based on TS. Despite lysine supplementation, the egg weight, egg-laying rate, exported egg mass, feed efficiency and weight gain were lower for TC than for TS groups. The lysine supplementation and/or the neutralisation of gossypol by iron sulphate did not result in similar performances in groups TC and TS. Trial 3 : 200 "Lohmann" female chicks and 156 males were used from the age of 1 day to 21 weeks. Half of the animals were fed a diet containing 30 % TC and the other half a diet based on TS. At the age of 21 weeks, each group of hens was separated into two groups of 40 and received an egg-laying diet of type TC or TS until the age of 60 weeks. Crossing were performed between the cocks and hens (a factorial design : 4 egg-laying treatments x 2 cocks treatments). In spite of lysine supplementation, cotton oil-meal had a negative effects on the growth of the young. During the laying periods, hens fed with soyabean oil-meal behaved better than those receiving the TC diet. The performances of TS growing hens and TC laying hens were located between the two extreme groups (soyabean oil-meal or cottonseed oil-meal). No difference in fertility was observed between treatments ($P \geq 0.05$). It may be concluded that the negative effects of TC were more marked on the reproductive abilities of hens than on those of cocks, but the specific action of gossypol should be further analysed and should be dissociated from the many effects caused by other factors limiting cottonseed oil-meal intake or digestibility.

Key words : Poultry - Cock - Laying hen - Feeding - Cottonseed cake - Soyabean meal - Feed supplement - Lysine - Ferrous sulfate - Feed efficiency - Growth - Liveweight gain - Laying performance - Fertility - Crossbreeding - Artificial insemination.

DONGMO (T.), POUILLES-DUPLAIX (M.), NGOU NGOUPAYOU (J.D.), BLESBOIS (E.), DE REVIERS (M.). Uso de la torta de algodón en la alimentación aviar. I. Estudio zootécnico en reproductores de la especie *Gallus domesticus*. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1993, **46** (4) : 609-619

Se midieron los efectos de la torta de algodón (TC) sobre el rendimiento de gallos y gallinas reproductores. Ensayo 1 : 13 gallos "Isabrown" de 12 meses de edad, recibieron un alimento con un contenido de 30 p. 100 de TC. Otros 13 gallos siguieron una dieta control, a base de torta de soja (TS). Los dos alimentos contenían el mismo porcentaje de lisina. Estos gallos se utilizaron para inseminar 160 gallinas "Lohmann", las cuales recibieron una dieta con 30 p. 100 de TC. La fertilidad, medida sobre 846 huevos, no diferió significativamente entre los dos tratamientos ($P > 0,05$). Ensayo 2 : 192 ponedoras "Shaver", de 30 semanas de edad recibieron un régimen alimenticio con 23 p. 100 de TC complementado con 0,3 p. 100 de lisina y/o 0,2 p. 100 de sulfato de hierro, o un régimen control a base de TS. A pesar de la complementación con lisina, el peso del huevo, la intensidad de postura, la masa exportada de huevo, la eficiencia alimenticia y la ganancia de peso, fueron inferiores para los tratamientos TC que para los TS. La complementación con lisina y/o la neutralización del gossipol con sulfato de hierro, no bastan para obtener rendimientos comparables entre TC y TS. Ensayo 3 : 200 pollitas "Lohmann" y 156 machos de 1 día de edad se utilizaron de un día a 21 semanas. La mitad de los animales recibió un régimen con 30 p. 100 de TC y el resto un alimento a base de TS. A 21 semanas, cada grupo de gallinas se separó en dos lotes de 40, a los que se administró un régimen de postura de tipo TC o de tipo TS hasta 60 semanas de edad. Se efectuaron cruces entre los gallos y las gallinas (dispositivo factorial: 4 tratamientos postura x 2 tratamientos, gallos). A pesar de la complementación en lisina, la torta de algodón tiene un efecto negativo sobre el crecimiento de los jóvenes. Durante la postura, las gallinas alimentadas con TS se comportaron mejor que las que recibieron TC. Las gallinas TS en crecimiento y las TC en postura tuvieron rendimientos intermedios entre los dos grupos extremos (torta de soja o torta de algodón). No se obtuvo una diferencia significativa en la fertilidad entre los distintos tratamientos ($p \geq 0,05$). En resumen, los efectos negativos de la TC se manifiestan más claramente sobre las funciones reproductivas de las gallinas que sobre las de los gallos. Sin embargo, la acción propia del gossipol merece análisis complementarios para poder disociar los múltiples efectos provocados por otros factores limitantes del consumo o de la digestibilidad de la torta de algodón.

Palabras claves : Aves de corral - Gallo - Gallina ponedora - Alimentación - Torta de algodón - Torta de soja - Complemento alimenticio - Lisina - Sulfato ferroso - Eficiencia alimenticia - Crecimiento - Ganancia de peso - Rendimiento en la postura - Fertilidad - Cruzamiento - Inseminación artificial.