

Influence de l'alimentation sur des paramètres de reproduction chez des aulacodines (*Thryonomys swinderianus*) élevées en captivité dans le département de Grand-Lahou en Côte d'Ivoire

M. K. Ettian¹, S. Babatoundé², K. Foua-Bi³, G. A. Mensah⁴ et A. Fantodji⁵

Résumé

L'influence de l'alimentation sur des paramètres de reproduction (mise bas, intervalle de parturition, taille de la portée, taux de fécondité, taux de prolificité et taux de reproduction) chez des aulacodines (aulacodes femelles) est étudiée chez 9 groupes d'aulacodes reproducteurs d'élevage dans le département de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). Chaque groupe est composé d'un aulacodin (aulacode mâle) et 4 aulacodines. L'hypothèse d'étude était que la ration alimentaire à base de plus de 70% de fourrages verts séchés améliorerait les performances de reproduction des aulacodes. Le dispositif expérimental était un bloc aléatoire simple de Fisher à 3 traitements, les rations alimentaires et à 3 répétitions, les groupes d'aulacodes reproducteurs. Les résultats ont montré que le nombre de mises bas enregistré chez des aulacodines nourries avec la ration alimentaire T₃ composée de 85% de fourrages était significativement ($p < 0,05$) 3 fois supérieur à celui enregistré chez des aulacodines nourries avec la ration T₁ composée de 50% de fourrages et 2,25 fois celui enregistré chez des aulacodines nourries avec la ration T₂ composée de 75% de fourrages. Somme toute, la ration T₃ ayant un taux de fourrages de base de 85% confirme le taux d'au moins 70% de fourrages conseillé par la recherche et déjà vulgarisé en milieu réel dans les aulacodicultures en Afrique au Sud du Sahara.

Mots clés : ration, pourcentage de fourrages, aulacodines, mises bas, Côte d'Ivoire.

Abstract

Feeding influence on reproductive parameters of grasscutter (*Thryonomys swinderianus*) does raised in captivity in the department of Grand-Lahou in Côte-d'Ivoire

The influence of the feeding on reproductive parameters (afterbirth, interval of parturition, litter size, conception rate, prolificity rate and reproduction rate) on grasscutter does is studied on 9 grasscutter reproductive groups raised in the department of Grand-Lahou in Côte-d'Ivoire. Each group comprised one grasscutter buck and 4 grasscutter does. The study hypothesis was that the diet based on more than 70% of dried green fodder improved performances of grasscutter breeders. The experimental design was a randomized complete block design with 3 treatments, diets and with 3 replicates, reproductive groups. Results showed that the number of afterbirths registered at grasscutter does fed with diets T₃ comprised of 85 % forages was significantly ($p < 0.05$) 3 times higher than this registered at grasscutter does fed with diets T₁ comprised of 50% forages and 2.25 times this registered at grasscutter does fed with diets T₂ comprised of 75% forages. In conclusion, the diet T₃ comprised of 85% forages confirms the rate from at least 70% forages advised by research and already used by grasscutter farmers in Africa in Southern Sahara.

Keys words: diet, rate of forage, grass cutter does, afterbirths, Côte d'Ivoire.

¹ Ettian Mian Kouadio, UFR des Sciences et la Nature (SN), Université d'Abobo-Adjamé (UAA), 08 BP 109 Abidjan 08. Côte d'Ivoire. Cel. (225) 02 731 174. E-mail : mk_ettian@yahoo.fr

² Dr Ir. Babatoundé Sévérin, Laboratoire de Zootechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526, Cotonou 01, (Bénin) Tél. : (229) 21 35 00 70/21 30 02 64 / 32 24 21, Fax : (229) 21 30 07 36 / 21 30 37 70, E-mail: babatoundesev@yahoo.fr

³ Foua-Bi Kouahou, UFR Biosciences, Université de Cocody, 22 BP 582 Abidjan 22. Côte d'Ivoire. Tel. (225) 21 247 085 / 07 814 652

⁴ Prof. Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, (Bénin) Tél. : (229) 21 35 00 70/21 30 02 64 / 32 24 21, Fax : (229) 21 30 07 36 / 21 30 37 70, E-mail: mensahga@gmail.com, ga_mensah@yahoo.com, craagonkanmey@yahoo.fr

⁵ Prof. Dr TOGBE Agathe épouse FANTODJI, Université d'Abobo-Adjamé, UFR des Sciences de Nature, Laboratoire de Biologie et Cytologie et Cytologie Animale, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire, Tél. : (++225) 20 37 81 21/22 Poste 330, Tél. Mobile : (++225) 05 09 22 25, Fax : (225) 20 37 81 18/16, E-mail : agatfa@hotmail.com

INTRODUCTION

L'aulacode est un gibier très recherché dans l'alimentation humaine et bien connu sur les marchés ruraux et urbains au Bénin, en Côte d'Ivoire et dans divers pays en Afrique au sud du Sahara (Heymans et Mensah, 1984 ; Fantodji et Mensah, 2000). Diverses actions sont entreprises en Afrique et particulièrement en Côte d'Ivoire afin de promouvoir l'élevage des aulacodes ou aulacodiculture (Amany, 1974 ; Mensah, 1991 ; IEMVT-CIRAD, 1992). Toutefois, le développement de l'aulacodiculture non seulement passe par la maîtrise de la conduite de l'élevage mais aussi et surtout par la formulation de rations alimentaires qualitativement et quantitativement équilibrée et adaptée aux différents stades physiologiques de l'animal (Traoré, 2010).

Des études antérieures ont établi la liste des fourrages et ingrédients alimentaires consommés par l'aulacode et ont formulé un complément alimentaire composé de matières énergétiques, azotées, vitaminiques et minérales (Mensah, 1995 ; Toleba *et al.*, 2007). Les rations alimentaires de l'aulacode sont composés d'au moins 70% de fourrages verts séchés et d'au plus 30% de compléments d'ingrédients alimentaires riches en matières énergétiques, azotées et minéraux-vitaminées (Mensah, 1993 ; Toléba *et al.*, 2009 ; Traoré *et al.*, 2009). Ainsi, une alimentation rationnelle fournissant les éléments nutritifs nécessaires permet de couvrir facilement les besoins nutritionnels, de production et de reproduction des aulacodes d'élevage. Dans le présent article l'influence de l'alimentation sur les performances de mise bas est étudiée chez des aulacodes élevés en captivité dans le département de Grand-Lahou en zone forestière au sud de la Côte d'Ivoire. L'hypothèse d'étude est que la ration alimentaire composée de plus de 70% de fourrages verts séchés améliore les performances de reproduction des aulacodes d'élevage.

MILIEU D'ETUDE

La localité du site d'élevage est située dans la zone de transition du parc national d'Azagny à environ 12 km de la ville de Grand-Lahou au sud de la Côte-d'Ivoire (figure 1).

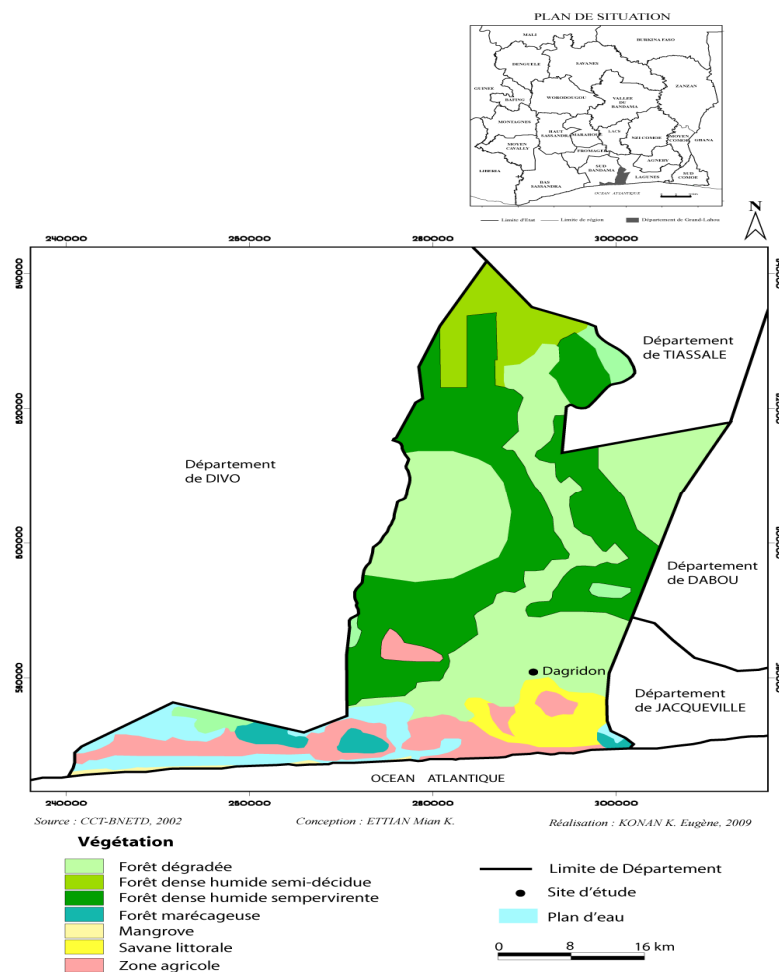


Figure 1. Situation géographique de la zone d'étude dans le département de Grand-Lahou, Côte d'Ivoire (CCT-BNETD, 2002, modifiée)

Le choix de ce site est lié à sa proximité du parc national d'Azagny, lieu de conservation des espèces de la faune et de la flore naturelle du littoral ivoirien. C'est une région de forêt dense humide sempervirente caractérisée par une zone rurale forestière composée d'une mosaïque de zones incultes, de recrus forestiers et de jachères (Adjanooun, 1962 ; Ake Assi, 1991). Le site présente un paysage lagunaire et maritime à côte sableuse, de collines et de plateaux étroitement raccordé à de grandes surfaces de bas-fonds propices aux cultures agricoles (Perraud, 1971). Ce milieu est caractérisé par un ensemble de sols ferrallitiques faiblement et/ou fortement désaturés, soumis à l'influence du climat.

Le climat est de type subéquatorial à faciès attiéen. Les relevés climatiques de la ville de Grand-Lahou (Haudecœur, 1969) présentent 9 mois humides de mars à novembre avec des maxima en juin (386,53 mm de pluie) et en septembre (192,27 mm de pluie) et 3 mois secs, de décembre (20,87 mm de pluie) à février (28,2 mm de pluie). La hauteur moyenne annuelle des précipitations est de 1.475,07 mm de pluie (Avit *et al.*, 1999). La température moyenne annuelle varie entre 24 et 27 °C. L'humidité relative moyenne de l'air oscille entre 80 et 90%. La durée annuelle de l'insolation est très variable selon les saisons et la moyenne est estimée à 1.762 heures (Avit *et al.*, 1999).

MATERIELS ET METHODES

Matériels

Les matériels utilisés comportaient des matériels biologiques, des ingrédients alimentaires (Tableaux I et II) et des infrastructures d'élevage. Le matériel animal est composé de 9 groupes d'aulacodes reproducteurs comprenant chacun un aulacodin (aulacode mâle) et 4 aulacodines (aulacodes femelles) soit un effectif de 45 têtes d'aulacodes reproducteurs dont 9 aulacodins de poids vif corporel de 1,9-2,5 kg et 36 aulacodines de poids vif corporel de 1,5-2,5 kg.

Les aulacodes d'élevage sont affourragés deux fois par jour, puis entre 12 et 13 heures, ils reçoivent le complément alimentaire (Mensah, 1995 ; Mensah *et al.*, 2007). La ration alimentaire des aulacodes d'élevage conseillée par la recherche est composée d'au moins 70% de fourrages verts (aliments de base) et d'au plus 30% de compléments alimentaires énergétiques, azotés et minéraux-vitaminés (Mensah et Ekué, 2003 ; Mensah *et al.*, 2007). Le matériel végétal est composé de *Pennisetum purpureum* (herbe à éléphant) et *Panicum maximum* (herbe de Guinée), des fourrages verts servis aux aulacodes à 50, 75 ou 85% comme des aliments (Tableau I). D'autres plantes comme la légumineuse (*Leuceana leucocephala*), les cossettes de manioc (*Manihot esculenta*), les grains et le son de maïs (*Zea mays*) sont utilisés pour composer la ration alimentaire complémentaire servie aux aulacodes à 15, 25 ou 50% (Tableau II).

Tableau I. Composition des rations alimentaires expérimentées chez les aulacodes

Ration alimentaire	Taux de	
	mélange de fourrages verts	compléments alimentaires
T ₁	50%	50%
T ₂	75%	25%
T ₃	85%	15%

Tableau II. Composition de la ration alimentaire complémentaire servie à 15, 25 ou 50% aux aulacodes

Ingrédients alimentaires	Taux (%)
Grains de maïs	41,7
Cossettes de manioc	40,0
Son de maïs	9,6
Poudre de folioles de <i>Leucaena leucocephala</i>	1,0
Cendre de coquille d'huîtres	4,8
Sel de cuisine (NaCl)	2,9
Total	100,0

Le matériel d'élevage est composé d'une aulacoderie (bâtiment d'élevage) de 12,50 m de longueur, de 8,55 m de largeur et de 2,84 m de hauteur, ayant une toiture en tôle métallique à double pente et comportant 23 enclos à double compartiment (aulacodères) de 1,96 m de longueur, de 0,98 m de largeur et de 0,60 m de hauteur. Chaque enclos est compartimenté à l'aide d'un mur médian dans lequel est aménagée une ouverture carrée de 20 cm de côté permettant le libre passage des aulacodes d'un compartiment à l'autre. Chaque aulacodère individuelle munie d'un couvercle grillagé en lattes de bois espacées de 2 cm s'ouvrant verticalement vers le haut et numérotée par une lettre alphabétique est équipée d'un abreuvoir et d'une mangeoire.

Méthodes

Conduite de l'élevage

La conduite de l'élevage était quotidienne et se déroulait dans la matinée. Les rations alimentaires sont distribuées une fois par jour à 8 h du matin avec des proportions et de poids frais variables par tête d'aulacode comme suit :

- Ration T₁ composée de 50 % de fourrages (227,48 g/aulacode/jour) et 50 % de compléments alimentaires (227,48 g/aulacode/jour) ;
- Ration T₂ composée de 75 % de fourrages (341,23 g/aulacode/jour) et 25 % de compléments alimentaires (113,74 g/aulacode/jour) ;
- Ration T₃ composée de 85 % de fourrages (386,72 g/aulacode/jour) et 15 % de compléments alimentaires (68,25 g/aulacode/jour).

Les animaux sont abreuvés avec de l'eau de boisson laissée à leur disposition *ad libitum*. Les aulacodères sont nettoyées quotidiennement et désinfectées toutes les 2 semaines avec de l'eau de javel et du grésil. Afin d'éviter l'incidence des vers parasites gastrodigestifs sur les performances zootechniques, les animaux sont déparasités aux antihelminthiques (Albendazole 20 %, vermiprazole et vermitan) pendant 3 jours consécutifs une fois par trimestre. La technique de mise en accouplement temporaire est utilisée (Edderai *et al.*, 2001) et au bout de 2 à 3 mois de séjour des aulacodines gestantes avec l'aulacodin dans l'aulacodère de reproduction, les femelles gravides sont retirées et mises dans un autre enclos jusqu'à la mise-bas. Tout aulacodin géniteur reste indifférent des aulacodines une fois qu'elles sont gestantes (Mensah et Baptist, 1986 ; Adjanohoun, 1992). Les aulacodeaux sont sevrés à 45 jours d'âge et l'aulacodine mère est remise au mâle pour un autre accouplement. Les aulacodeaux de même âge sont regroupés et élevés par lot de 8 têtes dans une aulacodère (Mensah, 1991 et 2000).

Dispositif expérimental, Constitution des groupes et Collecte des données

Le dispositif expérimental était un bloc aléatoire simple de Fisher à 3 traitements qui étaient les rations alimentaires et à 3 répétitions qui étaient les groupes reproducteurs. Les 9 groupes d'aulacodes reproducteurs expérimentaux sont répartis en raison de 3 groupes d'aulacodes reproducteurs par ration alimentaire soit 15 têtes d'aulacodes reproducteurs. Les groupes reproducteurs sont placés individuellement dans les enclos. Les 9 groupes d'aulacodes reproducteurs expérimentaux composés chacun d'un mâle et 4 femelles (Mensah et Baptist, 1986) soit 45 aulacodes reproducteurs sont répartis sur la base de leurs poids vifs corporels des animaux (Tableau III).

Tableau III. Constitution des groupes d'aulacodes reproducteurs expérimentaux

Groupe d'aulacodes reproducteurs	Sexe	Poids vif moyen (g)	Ration alimentaire reçue
Groupe A1	1 mâle	2.000	Ration T ₂ (75 % fourrages et 25 % complément)
	4 femelles	1.700 ± 250,15	
Groupe A2	1 mâle	2.000	
	4 femelles	1.800 ± 197,37	
Groupe A3	1 mâle	2.500	
	4 femelles	2.000 ± 196,35	
Groupe B1	1 mâle	2.200	Ration T ₁ (50 % fourrages et 50 % complément)
	4 femelles	1.950 ± 243,12	
Groupe B2	1 mâle	2.250	
	4 femelles	2.150 ± 210,44	
Groupe B3	1 mâle	2.000	
	4 femelles	1.800 ± 197,37	
Groupe C1	1 mâle	1.900	Ration T ₃ (85 % fourrages et 15 % complément)
	4 femelles	1.850 ± 197,40	
Groupe C2	1 mâle	2.300	
	4 femelles	1.750 ± 153,57	
Groupe C3	1 mâle	2.050	
	4 femelles	1.900 ± 211,21	

Le nombre de mises bas, la taille de la portée (nombre d'aulacodeaux à chaque mise bas) chez chaque aulacodine d'élevage, l'intervalle de parturition, les taux de prolificité, de fécondité et de reproduction sont les données collectées pendant 2 années consécutives d'avril 2004 à mars 2006. Par définition, le nombre de mises bas correspond au nombre de fois qu'une aulacodine est capable de mettre bas au cours de l'année. Le nombre moyen de mises bas d'une aulacodine est de 2 par an (Mensah et Baptist, 1986 ; Fantodji et Soro, 2004). La durée de la gestation de l'aulacode (I_0) est de 152 ± 2 jours (Mensah et Baptist, 1986). L'intervalle de mise bas de saillies fécondantes d'un animal est le temps mis entre deux mises bas et celui de l'aulacodine ($Itmf$) estimé à partir du nombre moyen de parturition des aulacodines (Nmp) est calculé comme suit :

$$\text{Nombre moyen de parturition (Nmp)} : Nmp = \frac{Im \ p}{t} \quad , \text{ où :}$$

Im = Intervalle moyen de parturition (en jours) ; t = durée en jours (30 jours). Ainsi, l'intervalle de temps d'une mise bas de saillie fécondante ($Itmf$) est ce qui suit : $Itmf = Nmp - I_0$, où : I_0 : durée de la gestation.

Le taux de fécondité des aulacodines correspondant à la capacité des aulacodines à se reproduire, s'exprime par le rapport du nombre total des aulacodeaux nés vivants sur le nombre d'aulacodines mise en accouplement et est calculé avec la formule suivante (Mémento de l'Agronome, 2002) :

$$Tf = \frac{\sum PNv}{\sum Fs} \times 100 \quad , \text{ où :}$$

Tf : taux de fécondation (en%) ; PNv : nombre d'aulacodeaux nés vivants ; Fs : nombre d'aulacodines mises en accouplement.

Le taux de fertilité des aulacodines correspondant à la capacité des aulacodines de produire beaucoup d'aulacodeaux, s'exprime par le rapport du nombre total de mise bas sur le nombre d'aulacodines mises en accouplement et est calculé avec la formule suivante (Mémento de

$$\text{l'Agronome, 2002) : } Tfer = \frac{\sum Nmb}{\sum Fs} \times 100 \quad , \text{ où :}$$

$Tfer$: taux de fertilité (en%) ; Nmb : nombre de mise bas ; Fs : nombre d'aulacodines mises en accouplement.

Le taux de reproduction des aulacodines correspondant à une fonction biologique ayant pour résultat la perpétuation des espèces animales vivantes, s'exprime par le rapport du nombre d'aulacodines ayant mis bas sur le nombre d'aulacodines mises au mâle et est calculé avec la formule suivante

$$\text{(Soulé, 2000 ; Mémento de l'Agronome, 2002) : } TR = \frac{Nfmb}{Nfmm} \times 100 \quad , \text{ où :}$$

TR : taux de reproduction (en%) ; $Nfmb$: nombre d'aulacodines ayant mis bas ; $Nfmm$: nombre d'aulacodines mises au mâle.

La prolificité des aulacodines correspondant à la fécondité de l'aulacodine, s'exprime par le rapport du nombre d'aulacodeaux nés sur le nombre de mises bas et est calculé avec la formule suivante :

$$Pr = \frac{Nn}{Nmb} \quad , \text{ où :}$$

Pr : prolificité ; Nn : nombre d'aulacodeaux (de naissances) ; Nmb : nombre de mises bas.

Analyses statistiques des données

Les statistiques descriptives comme la moyenne (μ) et l'erreur-type de la moyenne (e) sont calculées. La comparaison des moyennes est faite par le test de Newman-Keuls (Dagnelie, 1986) au seuil de 5%. L'analyse de variance à un critère de classification (ANOVA 1) est utilisée pour les analyses statistiques des paramètres de reproduction des aulacodes avec le logiciel Statistica 6.0.

RESULTATS

Influence de l'alimentation sur le nombre de mises bas, sur la taille de la portée et sur l'intervalle de parturition enregistrés chez des aulacodines d'élevage

Au cours d'une année, le nombre maximum d'aulacodines nourries avec la ration alimentaire T_3 ayant mis bas est significativement ($p < 0,05$) le triple de celles nourries avec la ration alimentaire T_1 et significativement ($p < 0,05$) 2,25 fois celles nourries avec la ration alimentaire T_2 (Tableau IV). La différence d'une mise bas entre les nombres moyens de mises bas chez les aulacodines sous les rations alimentaires T_1 et T_2 n'était pas statistiquement significative ($p > 0,05$). Au cours d'une année les aulacodines nourries avec la rations alimentaire T_1 ont eu significativement ($p < 0,05$) 10,50 aulacodeaux de moins que celles sous la ration alimentaire T_2 . Les aulacodines sous la ration alimentaire T_2 ont eu significativement ($p < 0,05$) 9,50 aulacodeaux de moins que celles sous la ration alimentaire T_3 (Tableau IV). La différence d'un aulacodeau entre les nombres moyens d'aulacodeaux nés chez les aulacodines sous les rations alimentaires T_1 et T_2 n'était pas significative ($p > 0,05$). Au cours d'une année une différence significative ($p < 0,05$) a existé entre les durées moyennes de parturition des aulacodines dans les 3 groupes d'aulacodes reproducteurs soumis aux 3 rations alimentaires (Tableau IV). La durée moyenne de parturition chez les aulacodines nourries avec la ration alimentaire T_1 a été la plus longue car elle a augmenté de 62 jours par comparaison à celle obtenue chez les aulacodines sous la ration alimentaire T_3 et de 33 jours en la comparant à celle observée chez les aulacodines sous la ration alimentaire T_2 . La ration alimentaire T_3 a été la meilleure ayant donné la valeur minimum de la durée de l'intervalle entre deux mises bas chez les aulacodines.

Tableau IV. Valeurs moyennes du nombre de mises bas, du nombre d'aulacodeaux nés et de la durée de l'intervalle de parturition (en jours) enregistrées au cours d'une année chez des aulacodines nourries avec des rations alimentaires à base de 50, 75 et 85% de fourrages comme ration de base

Caractéristiques	Valeurs moyennes [Minimum & Maximum] enregistrées chez des aulacodines dans des groupes d'aulacodes d'élevage reproducteurs nourris avec la ration alimentaire		
	T_1 (50% de fourrages et 50% de compléments alimentaires)	T_2 (75% de fourrages et 25% de compléments alimentaires)	T_3 (85 % de fourrages et 15 % de compléments alimentaires)
Nombre moyen de mise bas	1c [1 & 6]	1,50b [1 & 8]	2a [4 & 10]
Nombre moyen d'aulacodeaux nés	1,91c [4 & 27]	3,46b [4 & 29]	5,71a [4 & 48]
Intervalle moyen de parturition (jours)	212,58a [208 & 218]	170,58b [168 & 196]	151,58c [150 & 152]

Les valeurs moyennes sur une même ligne indexées avec des lettres alphabétiques différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

Influence de l'alimentation sur les taux de fécondité, de fertilité et de reproduction enregistrés chez des aulacodines d'élevage

Au cours d'une année les aulacodines nourries avec la ration alimentaire T_1 ont eu significativement ($p < 0,05$) 56,25% comme taux de fécondité de moins que celles sous la ration alimentaire T_3 . Les aulacodines sous la ration alimentaire T_2 ont eu significativement ($p < 0,05$) 20,14% comme taux de fécondité de plus que celles sous la ration alimentaire T_1 (Tableau V). La différence de 20,14% entre les taux moyens de fécondité chez les aulacodines sous les rations alimentaires T_1 et T_2 était significative ($p < 0,05$). Au cours d'une année, une différence significative ($p < 0,05$) a existé entre les taux de fertilité moyens des aulacodines dans les 3 groupes d'aulacodes reproducteurs soumis aux 3 rations alimentaires (Tableau V). Les aulacodines nourries avec la rations alimentaire T_1 ont eu significativement ($p < 0,05$) un taux de fertilité de 8,34% de moins que celui obtenu chez les aulacodines sous la ration alimentaire T_3 . Les aulacodines sous la ration alimentaire T_2 ont eu significativement ($p < 0,05$) un taux de fertilité de 4,17% de moins que celui obtenu chez les aulacodines sous la ration alimentaire T_3 . Au cours d'une année une différence significative ($p < 0,05$) a existé entre les taux de reproduction moyens des aulacodines dans les 3 groupes d'aulacodes reproducteurs soumis aux différentes rations alimentaires (Tableau V). Les aulacodines nourries avec la ration alimentaire T_1 ont eu significativement ($p < 0,05$) un taux de reproduction de 25% de moins

que celui obtenu chez les aulacodines sous la ration alimentaire T₃. Les aulacodines sous la ration alimentaire T₂ ont eu significativement ($p < 0,05$) un taux de reproduction de 14,58% de moins que celui obtenu chez les aulacodines sous la ration alimentaire T₃.

Tableau V. Valeurs moyennes des taux (%) de fécondité, de fertilité et de reproduction enregistrées au cours d'une année chez des aulacodines nourries avec des rations alimentaires à base de 50, 75 et 85% de fourrages comme ration de base

Taux moyen de	Valeurs moyennes, [Minimum & Maximum] enregistrées chez des groupes d'aulacodes d'élevage reproducteurs nourris avec la ration alimentaire		
	T ₁ (50% de fourrages et 50% de compléments alimentaires)	T ₂ (75% de fourrages et 25% de compléments alimentaires)	T ₃ (85 % de fourrages et 15 % de compléments alimentaires)
Fécondité (%)	28,47c [11,1 & 75]	48,61b [11,1 & 80,6]	84,72a [11,1 & 133,3]
Fertilité (%)	8,33c [2,8 & 16,7]	12,50b [2,8 & 22,2]	16,67a [11,1 & 27,8]
Reproduction (%)	25c [8,3 & 50]	37,50b [8,3 & 66,7]	50a [33,3 & 83,3]

Les valeurs moyennes sur une même ligne indexées avec des lettres alphabétiques différentes sont significativement différentes ($p < 0,05$).

DISCUSSION

Influence de l'alimentation sur le nombre de mises bas enregistrées au cours d'une année chez des aulacodines d'élevage

Le nombre de 1 à 2 mises bas enregistrées au cours d'une année chez l'aulacodine d'élevage nourrie avec l'une des trois rations alimentaires expérimentales est semblable aux 2 mises bas par femelle attendues normalement. Toutefois, il est inférieur aux 2,4 mises bas par femelle attendues dans la pratique de l'accouplement permanent et du sevrage des aulacodeaux à 28 jours d'âge (Asibey, 1974 ; Baptist et Mensah, 1986 ; Mensah et Baptist, 1986 ; Mensah et Ekué, 2003 ; Fantodji *et al.*, 2003 ; Fantodji et Soro, 2004 ; Mensah *et al.*, 2007 ; Soro, 2007). Certes, les aulacodines nourries avec la ration composée de 85% de fourrages et de 15% de complément alimentaire ont le nombre de mises bas le plus élevé et elles sont suivies de celles nourries avec la ration composée de 75% de fourrages et de 25% de complément alimentaire. Toutefois, les aulacodines nourries avec la ration composée de 50% de fourrages et de 50% de complément alimentaire ont le nombre de mises bas le plus bas. Toute ration alimentaire ayant un taux de fourrages de base inférieur à 70% est préjudiciable à l'aulacode d'élevage, qui du coup, n'extériorise guère ses performances zootechniques (Mensah, 1993 ; Mensah et Ekué, 2003 ; Mensah *et al.*, 2007 ; Soro, 2007 ; Traoré, 2010). Nos résultats doivent être meilleurs chez les aulacodines nourries avec les rations alimentaires à base de 75 et 85% de fourrages si nous avons pratiqué l'accouplement permanent au lieu de l'accouplement temporaire (Edderai *et al.*, 2001 ; Soro, 2002 ; Mensah et Ekué, 2003 ; Mensah *et al.*, 2007 ; Soro, 2007), le sevrage à 28 jours au lieu de 45 jours (Mensah et Baptist, 1986 ; Schrage, 1992 ; Mensah et Ekué, 2003 ; Mensah *et al.*, 2007) puis couplé le tout avec la communication au-delà des mots entre l'aulacodicultrice, l'aulacodier et les aulacodes de son cheptel (Soro, 2004 ; Mensah et Ekué, 2003 ; Mensah *et al.*, 2007 ; Soro, 2007) car les yeux de l'éleveur engraisent le troupeau (Mensah *et al.*, 2007). Des études menées en aulacodicultures en milieu réel ont montré que le nombre de mise bas est influencé par la taille de la portée et par l'âge (N'Tsamé et Edderai, 2000 ; Soro, 2002 ; Yewadan et Kassavi, 2002 ; Fantodji *et al.*, 2003 ; Traoré, 2010). Nos résultats ne font que confirmer le fait suivant : la ration alimentaire des aulacodes d'élevage conseillée par la recherche est composée d'au moins 70 % de fourrages verts (aliments de base) et d'au plus 30 % de compléments alimentaires énergétiques, azotés et minéraux-vitaminés (Mensah et Ekué, 2003 ; Mensah *et al.*, 2007).

Influence de l'alimentation sur la taille des portées enregistrées chez des aulacodines d'élevage

Le nombre de 1,91 à 5,71 aulacodeaux obtenus au cours d'une année chez l'aulacodine d'élevage nourrie avec l'une des trois rations alimentaires expérimentales est semblable aux 5 aulacodeaux par femelle attendus normalement et aux 6 aulacodeaux par femelle attendus dans la pratique de l'accouplement permanent et du sevrage des aulacodeaux à 28 jours d'âge (Mensah et Baptist, 1986 ; Mensah et Ekué, 2003 ; Fantodji *et al.*, 2003 ; Fantodji et Soro, 2004 ; Mensah *et al.*, 2007 ; Soro, 2007). Certes, les aulacodines nourries avec la ration composée de 85% de fourrages et de 15% de complément alimentaire ont la taille de la portée la plus élevée et elles sont suivies de celles nourries avec la ration composée de 75% de fourrages et de 25% de complément alimentaire. Les tailles des

portées obtenues chez les aulacodines nourries avec les rations à base de 75 et 85% de fourrages confirment les 3,83 à 5,25 aulacodeaux par aulacodine obtenus au cours des travaux réalisés en matière de performances de reproduction chez des aulacodines d'élevage (Yewadan et Kassavi, 2002 ; Mensah et Ekué, 2003 ; Fantodji et Soro, 2004 ; Soro, 2007 ; Traoré, 2010). Soro (2007) souligne qu'en aulacodiculture, la taille de la portée est plus élevée chez les multipares (4,03 à 5,25 aulacodeaux) que chez les primipares (3,33 à 4,25 aulacodeaux). L'influence de l'alimentation sur les performances de reproduction chez les aulacodines est manifeste et bien établie, d'où la nécessité de respecter et de couvrir les besoins nutritifs des aulacodes d'élevage reproducteurs (Traoré *et al.*, 2009 ; Traoré, 2010).

Influence de l'alimentation sur l'intervalle de parturition enregistrée chez des aulacodines d'élevage

Le fait que les performances de reproduction les plus faibles s'obtiennent avec les aulacodes sous la ration alimentaire T₁ est normal. En effet, le taux des proportions de fourrages verts composant cette ration alimentaire T₁ est inférieure de 20% au taux de 70% recommandé (Mensah, 1993). De même, le fait que les performances de reproduction sont les plus élevées chez les aulacodines sous la ration alimentaire T₃ est encore normal. Ce qui confirme les résultats des travaux antérieurs en matière de formulation des rations alimentaires chez l'aulacode d'élevage (Baptist et Mensah, 1986 ; Mensah et Baptist, 1986 ; Mensah, 1993). En effet, cette ration alimentaire T₃ contient 15% de complément de plus de fourrages verts que les 70% au moins recommandés. Edderai *et al.* (2001) pensent que dans ces conditions, très peu d'aulacodines sont fécondées. Ce long intervalle de parturition est lié à un retard de mise en chaleur des aulacodes résultant d'un phénomène de blocage comportemental ou nutritionnel (Poulet *et al.*, 1981). La réduction de l'intervalle de parturition constatée chez les femelles nourries avec la ration alimentaire T₃ (85% de fourrages et 15% de compléments alimentaires) indique que le régime alimentaire a une action importante dans le contrôle de la durée de reproduction des aulacodes d'élevage. En effet, cette ration alimentaire agit sur la vigueur, la libido, la fertilité, la mise en chaleur, le développement de l'embryon des aulacodes. Nos résultats sont en accord avec ceux qui ont rapporté une réduction de l'intervalle de parturition de 5,06 jours chez des aulacodes (Mensah et Baptist, 1986 ; Jori, 1995 ; Schrage et Yewadan, 1995).

Influence de l'alimentation sur les taux de fécondité enregistrés chez des aulacodines d'élevage

Les performances des taux de fécondité enregistrés chez des aulacodines d'élevage montrent que la qualité et la quantité d'aliments ont une influence sur la fécondité des animaux. Cela s'observe nettement avec les taux moyens de fécondité obtenus chez les aulacodines nourries avec les trois rations alimentaires T₁, T₂ et T₃. Nos résultats révèlent que la fécondité est normale conformément aux taux protéiques de la ration et les valeurs plus élevées sont enregistrées chez les aulacodines sous la ration T₃. Cependant, des études ont montré que la reproduction des aulacodines et les performances de reproduction chez l'aulacode en général sont influencés par des facteurs nutritionnels (N'Tsamé et Edderai, 2000 ; Soro, 2002 ; Fantodji *et al.* 2002 ; Yewadan et Kassavi, 2002 ; Traoré, 2010) et par les effets activateurs des facteurs nutritionnels (Fotso *et al.*, 1995 ; Manjeli *et al.*, 1998).

Influence de l'alimentation sur les taux de fertilité enregistrés chez des aulacodines d'élevage

De meilleures performances des taux de fertilité (16,67%) s'obtiennent alors chez les aulacodines alimentées sous la ration à base de 85% de fourrages. Nos résultats montrent que la fertilité des aulacodines varie avec les taux de fourrages dans les rations alimentaires. De ce fait, les performances de fertilité enregistrées chez des aulacodines d'élevage sont normales et confirment les résultats de recherche sur la formulation des rations alimentaires conseillées par la recherche (Mensah et Baptist, 1986 ; Mensah, 1993). Toutefois, les besoins nutritionnels ont une influence sur la fertilité chez les aulacodines (N'Tsame et Edderai, 2000 ; Soro, 2002 ; Fantodji *et al.* 2002 ; Yewadan et Kassavi, 2002 ; Traoré, 2010). Selon Ettian *et al.* (2009), les matières minérales (sel, poudre de coquillage), à faible dose, activent fortement la reproduction des aulacodes d'élevage. Le mélange de fourrage vert et compléments alimentaires apparaît comme un élément activateur de la reproduction et apporte une alimentation équilibrée aux aulacodes en captivité. Ce comportement alimentaire s'observe mieux en milieu naturel où la recherche de nutriments conduit souvent ces animaux à varier leur source de nourriture en consommant de façon occasionnelle des éléments organiques, de la terre riche en sels de calcium et de magnésium ou à pratiquer la coprophagie en consommant leurs propres fèces pour compenser leur potentiel en sels minéraux (Riou, 1974 ; Whittle et Whittle, 1977 ; Ettian *et al.*, 2009). Ainsi, les deux traitements, respectivement T₂ ayant 25% de complément

alimentaire et T₃ ayant 15% de complément alimentaire, produisent sensiblement les mêmes effets et cela s'explique par leur teneur en matières minérales. Les concentrations extrêmes de matières minérales dans les régimes alimentaires semblent avoir des effets négatifs sur la reproduction des aulacodes en captivité. Cette situation s'observe clairement chez les aulacodines sous le taux de la ration alimentaire T₁ composée de 50% de complément d'ingrédients alimentaires. Toutefois, les variations de taux de fertilité des aulacodines montrent qu'il existe une différence significative ($p < 0,05$) chez les aulacodines nourries avec les trois rations alimentaires testées (T₁, T₂ et T₃). Il ressort de cette étude que la ration T₃ avec un taux de fourrages de base de 85% confirme le taux d'au moins 70% recommandé et déjà vulgarisé en milieu réel dans les aulacodocultures.

Influence de l'alimentation sur les taux de reproduction enregistrés chez des aulacodines d'élevage

Les performances sur les taux de reproduction enregistrés chez des aulacodines d'élevage montrent que la qualité et la quantité d'aliments ont une part importante sur la reproduction des animaux. Cela se perçoit nettement dans cette étude chez les aulacodines nourries avec les trois rations alimentaires. De meilleures performances s'obtiennent chez des aulacodines alimentées avec la ration T₃ (50 % de taux de reproduction). Les tendances qui sont respectivement T₃, T₂ et T₁, montrent qu'il y a des différences significatives ($p < 0,05$). Ces différences se situent entre les taux de reproduction enregistrés chez les animaux sous les rations alimentaires T₁, T₂ et T₃ en matières minérales et celles observées chez des aulacodines nourries avec toutes les trois rations alimentaires distribuées, composées de fourrages verts en majorité au seuil de 5 % décrit par le test de Newman-Keuls. Les valeurs obtenues par d'autres auteurs nous renseignent sur les performances de reproduction en matière d'aulacodoculture (Soro, 2002 et 2007 ; Fantodji et Soro, 2004 ; Goué *et al.* 2005 ; Mensah *et al.* 2007). L'utilisation de la ration alimentaire à base de 85% de fourrages permet d'augmenter rapidement le cheptel d'aulacodes reproducteurs, et partant, accroître le revenu financier, ainsi que, réduire la pauvreté et le braconnage régulier dans les aires protégées de Côte d'Ivoire. Certes, l'analyse bromatologique des échantillons des trois rations T1, T2 et T3 doit montrer que les taux des nutriments (fibres, cellulose, lignine, matières azotées totales, matières grasses et minéraux) qu'ils contiennent, influencent plutôt les performances de reproduction mais que ce n'est guère le pourcentage des fourrages dans la ration la ration alimentaire qui en est la cause. En effet, le stade de récolte des fourrages donc leur âge doit avoir une influence significative sur les performances de reproduction des aulacodes d'élevage.

Influence de l'alimentation sur les prolificités enregistrées chez des aulacodines d'élevage

Les performances réalisées sur les prolificités en aulacodoculture permettent de conclure que la qualité et la quantité d'aliments ont une influence chez les aulacodines en élevage. Toutefois, les performances obtenues de prolificité sont plus élevées chez les aulacodines alimentées sous la ration T₃. Elles sont également normales (5,71 aulacodeaux). En effet, le taux de fourrages pour cette étude est de 85% et contient 15% de plus que les 70% de fourrages recommandés. Ce qui confirme les résultats obtenus quant à la formulation des rations alimentaires aux aulacodes en reproduction (Mensah et Baptist, 1986 ; Mensah, 1993). De nombreuses expériences menées en Côte d'Ivoire et dans d'autres pays africains nous renseignent sur les performances de reproduction et leurs avantages en aulacodoculture (Soro, 2002 et 2007 ; Fantodji et Soro, 2004 ; Goué *et al.*, 2005 ; Mensah *et al.*, 2007 ; Ettian *et al.*, 2009 ; Traoré, 2010). L'optimum de prolificité enregistré (5,71 aulacodeaux) chez les aulacodines nourries avec la ration alimentaire T₃ est meilleur en matière d'aulacodoculture et mérite d'être conseillée aux éleveurs.

CONCLUSION

Les performances de mises bas réalisées chez les aulacodines offrent des potentialités d'exploitation durable de l'aulacodoculture en milieu réel. Analyser les potentialités des performances zootechniques des aulacodines d'élevage revient à considérer leurs performances de reproduction et de production. Les hypothèses relatives à l'amélioration des performances de reproduction des aulacodes d'élevage se confirment puisque les valeurs les plus élevées et d'intérêts communs s'obtiennent chez les aulacodines nourries avec la ration alimentaire à base de 85 % de fourrages. Toutefois, quels taux de fibres (hemicellulose; cellulose brute et lignine), de protéines (matières azotées totales), de matières grasses et de minéraux faut-il pour optimiser les performances de reproduction chez les aulacodines d'élevage ? Telle est une question de recherche fondamentale à laquelle la recherche doit y répondre dans une autre expérimentation relative à l'alimentation des aulacodes reproducteurs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adjanooun E., 1962. Etude phytosociologique des savanes de basse Côte d'Ivoire (savanes lagunaires). Végétation, XI, n°s 1-2: 1-38.
- Ake-Assi L., 1991. Aspects floristiques de l'aménagement d'une forêt naturelle et des produits secondaires utilisés par la population locale. Rapport de séminaire sur l'aménagement intégré des forêts denses humides et des zones agricoles périphériques. Université de Cocody / CNF. Côte d'Ivoire, 221 – 226.
- Amany K., 1974. Anatomie du tractus génital mâle de *Thryonomys swinderianus*. Annales Université d'Abidjan, Côte d'Ivoire, série C, 10 : 21 – 24.
- Amany K., 1978. Données écologiques et biologiques sur l'aulacode (*Thryonomys swinderianus* – Temminck) dans les savanes de Lamto. Moyenne Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat 3^e Cycle. Université de Cocody, Côte d'Ivoire, 127p.
- Asibey E. O. A., 1974a. Reproduction in the Grass cutter (*Thryonomys swinderianus*. Temminck) In Ghana. Symposium Zoology Society London, 34: 251 – 263.
- Asibey E. O. A., 1974b. The Grass cutter (*Thryonomys swinderianus*. Temminck) In Ghana. In I. W. Rowland, B. J. Weir (Eds). Symposium Zoology Society London, 34: 161 – 170.
- Avit J. L. F., Patrick L. P. & Sankaré Y., 1999. Diversité Biologique de la Côte d'Ivoire – Rapport de synthèse - Ministère de l'Environnement et de la Forêt, Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 273 p. www.biodiv.chm.or.
- Baptist R. & Mensah G. A., 1986. Aulacode - Animal d'élevage prometteur Revue Mondiale de Zootechnie, 60: 2-6.
- Dagnelie P., 1986. Théorie et méthodes statistiques : Applications agronomiques, Vol.2. Les presses agronomiques de Gembloux, A.S.B.L. (Belgique), 463 p.
- Edderaï D., Ntsame M. et Houben P., 2001. Gestion de la reproduction en aulacodiculture. Synthèse des outils et méthodes existants. INRA Production Animale, 14 (2) : 97-103 <http://www.inra.fr/Internet/Produits/PA/an2001/num212/eddeira/de212.htm>
- Ettian M. K., Soulemame O. Tahoux T. M., 2009 : Influence du régime alimentaire sur l'intervalle de parturition des aulacodes en captivité dans la région de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest). Revue Journal of Animal & Plant Sciences, 4 (1): 311 – 319.
- Fantodji A., Mensah G. A., 2000. Rôle et impact économique de l'élevage intensif de gibier au Bénin et en Côte d'Ivoire. In Actes séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire en Afrique, mai 2000, Projet DGEG/VSF/ADIE/CARPE/UE, Gabon, 25 – 42.
- Fantodji A., Traoré B., Kouamé L.P., 2003. Influence de la drêche de brasserie et de *Leucaena leucocephala* sur la croissance de *Thryonomys swinderianus* en captivité, *Agronomie Africaine* Vol., 15 (1) 39-50.
- Fantodji A. et Soro D., 2004. L'élevage d'aulacodes. Expérience en Côte d'Ivoire. Edition Gret, Ministère des Affaires étrangères, programme Agridoc. Paris, France, 136p.
- Goué D.; Fantodji A. et Aoussi S., 2005. Aulacodiculture communautaire : cas du groupement villageois à vocation coopérative (GVC) Koubilaïgnan de Garango (Bouaflé, Côte d'Ivoire) : organisation structurale et conduite de l'élevage Revue Sciences et Nature, 2 (2) : 143 – 154.
- Haudécœur B., 1969. Le déterminisme du climat ivoirien. Conférence prononcée à Abidjan le 8/4, dans le cadre de la deuxième journée de la climatologie en Côte d'Ivoire. In diversité biologique de la côte d'Ivoire. Rapport de synthèse. Ministère de l'Environnement et de la forêt. Avit J. B., Pedia P. et Sangare Y. (1999), www.biodivchn.org, 273 p.
- Heymans J. C. & Mensah G. A., 1984. Sur l'exploitation rationnelle de l'aulacode - rongeur Thryonomidae en Rép. Pop. du Bénin. - Données préliminaires. *Tropicultura*, 2 (2): pp. 56-59.
- Heymans J. C., 1996. L'élevage de l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*). Cahier FAO conservation n°31, Rome (Italie), 79p.
- IEMVT-CIRAD, 1992. L'élevage de l'aulacode. Fiches techniques d'élevage tropical. Productions animales. Ministère de la Coopération et du Développement. Maisons Alfort. N°2, France, 10p.
- Mémento de l'Agronome, 2002. Ministère de la coopération collection techniques rurales en Afrique, 4^{ème} édition, imprimerie CHIRAT, 1605 p.
- Mensah G. A., 1991. Elevage des espèces de gibier; cas de l'aulacodiculture (élevage de l'aulacode : *Thryonomys swinderianus*). Actes du Dixième Congrès Forestier Mondial, Paris-1991, Revue Forestière Française, Hors série, 5 : 301 – 309.
- Mensah G. A., 1993. Futteraufnahme und Verdaulichkeit beim Grasnager (*Thryonomys swinderianus*). Thèse de Doctorat, Institut 480, Universität Hohenheim, Allemanden, 107p.
- Mensah G. A., 1995. Consommation et digestibilité alimentaire chez l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*). *Tropicultura*, 3 (13) : 123-124.
- Mensah G. A., 2000. Présentation générale de l'élevage d'aulacodes, historique et état de la diffusion en Afrique. In Actes séminaire international sur l'élevage intensif de gibier à but alimentaire à Libreville (Gabon). Projet DGEG/VSF/ADIE/CARPE / U.E, 45 – 59.

- Mensah G. A. & Baptist R., 1986. Aspect pratiques de l'élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus* Temminck, 1827). I. Modes d'accouplement et durée de la gestation. *Revue d'Elevage et de Médecine Vétérinaires des Pays Tropicaux*, 39 (2) : 239-242.
- Mensah G. A., Koudané O. D. et Mensah E. R. C. K. D., 2007. Captive breeding and improvement program of the larder grass cutter (*Thryonomys swinderianus*). *Revue Bulletin Recherche Agricole, Bénin*, 56 : 18 – 23.
- Mensah G. A. et Ekué M. R. M., 2003. L'essentiel en aulacodiculture. C.B.D.D./NC-IUCN/KIT, ISBN: 99919-902-4-0, République du Bénin/Royaume des Pays-Bas, 168 p.
- N'tsamé N. M. et Edderai D., 2000. Résultats zootechniques de la station d'aulacodiculture d'Owenda. Actes du Séminaire International sur l'Elevage Intensif de Gibier à but Alimentaire en Afrique. Libreville 23 et 24 mai 2000. Projet développement au Gabon de l'Elevage de Gibier. Libreville, Gabon, 75-77.
- Perraud A., 1971. Carte pédologique de la Côte d'Ivoire, in Atlas de la Côte d'Ivoire, ISBN – Ed, Paris, France, 1979 p.
- Riou G., 1974. Les sols de la région de Lamto. Bulletin de liaison des chercheurs de Lamto, Côte d'Ivoire, 1 : 33-37.
- Soro D., 2000. Conduite de l'élevage du grand aulacode (*Thryonomys swinderianus*) en captivité étroite dans l'aulacoderie expérimentale de l'Université d'Abobo-Adjamé : données sur la reproduction et la croissance. Mémoire de maîtrise de Production animale, UFR SN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Côte d'Ivoire, 43 p.
- Soro D., 2002. Essais d'amélioration des performances de reproduction à travers la pratique de divers modes de conduite de l'élevage de l'aulacode en captivité étroite. Mémoire de DEA, GVRN, option Productions animales, UFR SN, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), Côte d'Ivoire, 59p.
- Soro D., 2007. Stratégies de conduite d'élevage pour des performances de reproduction des aulacodes d'élevage en Côte d'Ivoire, étude intégrée de la physiologie sexuelle de l'aulacodin. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), UFR SN, Côte d'Ivoire, 251 p.
- Traoré B., 2002. Etude de la digestibilité de *Pueraria phaseoloïdes*, de *Panicum maximum* et de *Glycine max* (Soja) chez l'aulacode en captivité. Mémoire de DEA Gestion et Valorisation des ressources naturelles, option : Biologie et Production animales, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), UFR/SN, Abidjan, Côte d'Ivoire, 43 p.
- Traoré B., 2010. Analyse de quelques activités enzymatiques digestives et influence des aliments complets granulés sur des performances zootechniques de l'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) d'élevage. Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé (UAA), UFR/SN, Abidjan, Côte d'Ivoire, 243 p.
- Traoré B. ; Fantodji A. et Allou K. V., 2008. Digestibilité in vivo chez l'aulacode (*Thryonomys swinderianus*). *Revue Archivos Zootecnia*, 57 (218) : 229 – 234.
- Whittle E. C. & Whittle E. P.: 1977. Domestication and breeding of Maxwell's duiker. *Niger Fled* 4: 13-21.
- Wilson E. O., 1988. The current state of biological diversity. In: Biodiversity. Wilson E. O. (Eds), National academic Press, Washington: 3 – 18.