

**Premier article :** Effet de la digestibilité des substances nutritives de *okara* et du tourteau de coton des ovins Djallonké au centre du Bénin

Par : A. R. Adéossi, A. H. Soule, J. A. Djènontin, M. Houinato, S. Babatounde et G. A. Mensah

Pages (pp.) 01-08.

**Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) - Numéro Spécial  
Interdisciplinaire - Septembre 2019**

Le BRAB est en ligne (on line) sur les sites web <http://www.slire.net> & <http://www.inrab.org>

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



**Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)**

Centre de Recherches Agricoles à vocation nationale basé à Agonkanmey (CRA-Agonkanmey)

Programme Information Scientifique et Biométrie (PIS-B)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél.: (229) 21 30 02 64 / 21 13 38 70 / 21 03 40 59 ; E-mail : [brabinrab@yahoo.fr](mailto:brabinrab@yahoo.fr) / [craagonkanmey@yahoo.fr](mailto:craagonkanmey@yahoo.fr)

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB)  
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01

Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com)

République du Bénin

## Sommaire

Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Bulletin d'abonnement	vii
Effet de la digestibilité des substances nutritives de <i>okara</i> et du tourteau de coton des ovins Djallonké au centre du Bénin <b>A. R. Adéossi, A. H. Soule, J. A. Djènantin, M. Houinato, S. Babatounde et G. A. Mensah</b>	1
Efficacité économique de la production piscicole dans la vallée de l'Ouémé au Sud-Bénin <b>C. F. J. Dassoundo-Assogba, A. J. Yabi et E. B. Ogouniyi Adimi</b>	9
Évolutions des systèmes d'élevage bovin au nord-ouest du Bénin <b>A. Sounon Kon'De L. S., P. Lesse, A. Ickowicz, S. Messad, M. Houinato et G. A. Mensah</b>	22
Comportement alimentaire des ruminants en Afrique tropicale et valorisation des drêches : Synthèse bibliographique <b>G. X. Gbenou, A. H. Soule, Y. Akpo, A. J. Djenontin, S. Babatounde, H. Sidi, B. O. Kperou Gado et G. A. Mensah</b>	30
Effet des variantes technologiques de production de <i>yanyanku</i> et du contenant de fermentation des graines de néré sur la qualité du <i>sonru</i> <b>P. B. Agbobatinkpo, J. Mouele-Balimbi, L. Adinsi, P. Azokpota et D. J. Hounhouigan</b>	48
Contraintes et difficultés de l'élevage de porcs dans les départements de l'Ouémé et du Plateau au Sud-Est-Bénin <b>M. Dahouda, B. Gbenou, S. Adjolohoun, P. Kiki, S. Séibou Toléba et I. Youssao Abdou Karim</b>	61

ISSN sur papier (on hard copy) : 1025-2355 et ISSN en ligne (on line) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

### Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie deux (02) numéros par an mais aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

**Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB)**  
**01 BP: 884 Cotonou 01 Recette Principale – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com)**  
**République du Bénin**

**Editeur :** Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

**Comité de Rédaction et de Publication :**

**Directeur de rédaction et de publication :** Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, Directeur de Recherche (CAMES)

**Secrétaires de rédaction, de publication et de mise en ligne :** Dr Ir. KPERA-MAMA SIKA Gnanki Nathalie, Chargé de Recherche (CAMES) et Dr Ir. Sètchéchè Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche

**Membres :** Dr Ir. Adolphe ADJANOHOON, Directeur de Recherche (CAMES), Dr DMV Olorounto Delphin KOUNDANDE, Directeur de Recherche (CAMES) et Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche (CAMES)

**Conseil Scientifique :** Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Ecologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahamane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakaï Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUNDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Gauthier BIAOU (Economie, Bénin), Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Economie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOON (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Elevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Sénégal)

**Comité de lecture :** Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

## Indications aux auteurs

### Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs.

Le BRAB publie deux (2) numéros par an mais aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de quarante mille (40.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

### Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : *E-mail* : [brabpibinrab@gmail.com](mailto:brabpibinrab@gmail.com). Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris e-mail) d'au moins trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin.

Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple et format A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des lecteurs, spécialistes du domaine. Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brèves** (supprimer les expressions creuses).

### Titre

On doit y retrouver l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum ou 100 caractères et espaces) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Il comporte les mots de l'index *Medicus* pour faciliter la recherche sur le plan mondial. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte. Ils doivent être écrits en minuscules, à part la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues.

### Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1<sup>ère</sup> lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs) sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Prof., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, B P, Tél., e-mail, pays, etc.) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme et à la rédaction de l'article. L'auteur principal est celui qui a assuré la direction de la recherche et le plus en mesure d'assumer la responsabilité de l'article.

### Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est nécessaire. Ce résumé doit être précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est : un compte rendu succinct ; une représentation précise et abrégée ; une vitrine de plusieurs mois de dur labeur ; une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document ; etc. Il doit contenir l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Un bon résumé a besoin d'une bonne structuration. La structure apporte non seulement de la force à un résumé mais aussi de l'élégance. Il faut absolument éviter d'enrober le lecteur dans un amalgame de mots juxtaposés les uns après les autres et sans ordre ni structure logique. Un résumé doit contenir essentiellement : une courte **Introduction (Contexte)**, un **Objectif**, la **Méthodologie** de collecte et d'analyse des données (**Type d'étude, Échantillonnage, Variables**

et **Outils statistiques**), les principaux **Résultats** obtenus en 150 mots (**Résultats importants et nouveaux pour la science**), une courte discussion et une Conclusion (**Implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches**). La sagesse recommande d'être efficacement économe et d'utiliser des mots justes pour dire l'essentiel.

#### **Mots-clés**

Les mots clés suivront chaque résumé et l'auteur retiendra 3 à 5 mots qu'il considère les plus descriptifs de l'article. On doit retrouver le pays (ou la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline et le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

#### **Texte**

Tous les articles originaux doivent être structurés de la manière suivante : Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Discussion, Conclusion, Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques. Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible.

#### **Introduction**

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

#### **Matériel et méthodes**

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

#### **Résultats**

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

#### **Discussion**

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs.

Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

### **Résultats et Discussion**

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

### **Conclusion**

Il faut une bonne et concise conclusion. Il ne faut jamais laisser les résultats orphelins mais il faut les couvrir avec une conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion ne comporte jamais de résultats ou d'interprétations nouvelles. On doit y faire ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats. La conclusion n'est pas l'endroit pour présenter la synthèse des conclusions partielles du texte car c'est une des fonctions du résumé. Il faut retenir que la conclusion n'est pas un résumé de l'article.

### **Références bibliographiques**

Il existe deux normes internationales régulièrement mise à jour, la :

- **norme Harvard** : -i- West, J.M., Salm, R.V., 2003: Resistance and resilience to coral bleaching: implications for coral reef conservation and management. *Conservation Biology*, 17, 956-967. -ii- Pandolfi, J.M., R.H. Bradbury, E. Sala, T.P. Hughes, K.A. Bjorndal, R.G. Cooke, D. McArdle, L. McClenachan, M.J.H. Newman, G. Paredes, R.R. Warner, J.B.C. Jackson, 2003: Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, 301 (5635), 955-958.
- **norme Vancouver** : -i- WEST, J.M., SALM, R.V., (2003); Resistance and resilience to coral bleaching: implications for coral reef conservation and management. *Conservation Biology*, vol. 17, pp. 956-967. -ii- PANDOLFI, J.M., et al., (2003); Global trajectories of the long-term decline of coral reef ecosystems. *Science*, vol. 301 N° 5635, pp. 955-958.

Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités dans les références bibliographiques. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées dans la liste des références et inversement. La bibliographie doit être présentée en ordre alphabétique conformément aux deux (2) exemples donnés ci-dessus comme suit : nom et initiales du prénom du 1<sup>er</sup> auteur, puis initiales du prénom et nom des autres auteurs ; année de publication (ajouter les lettres a, b, c, etc., si plusieurs publications sont citées du même auteur dans la même année) ; nom complet du journal ; numéro du volume en chiffre arabe, éditeur, ville, pays, première et dernière page de l'article. Dans le texte, les publications doivent être citées avec le nom de l'auteur et l'année de publication entre parenthèses de la manière suivante : Sinsin (1995) ou Sinsin et Assogbadjo (2002). Pour les références avec plus de deux auteurs, on cite seulement le premier suivi de « *et al.* » (mis pour *et alteri*), bien que dans la bibliographie tous les auteurs doivent être mentionnés : Sinsin *et al.* (2007). Les références d'autres sources que les journaux, par exemple les livres, devront inclure le nom de l'éditeur et le nom de la publication. Somme toute selon les ouvrages ou publications, les références bibliographiques seront présentées dans le BRAB de la manière suivante :

#### **Pour les revues :**

Adjanooun, E., 1962 : Étude phytosociologique des savanes de la base Côte-d'Ivoire (savanes lagunaires). *Vegetatio*, 11, 1-38.

Grönblad, R., G.A. Prowse, A.M. Scott, 1958: Sudanese Desmids. *Acta Bot. Fenn.*, 58, 1-82.

Thomasson, K., 1965: Notes on algal vegetation of lake Kariba. *Nova Acta R. Soc. Sc. Upsal.*, ser. 4, 19(1): 1-31.

Poche, R.M., 1974a: Notes on the roan antelope (*Hippotragus equinus* (Desmarest)) in West Africa. *J. Applied Ecology*, 11, 963-968.

Poche, R.M., 1974b: Ecology of the African elephant (*Loxodonta a. africana*) in Niger, West Africa. *Mammalia*, 38, 567-580.

**Pour les contributions dans les livres :**

Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. In: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), The biology of cyanobacteria. Oxford, Blackwell.

Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. In : Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

**Pour les livres :**

Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.

Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

**Pour les communications :**

Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA, 3243-3247.

Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

**Pour les abstracts :**

Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. Plant Cell Physiology abstracts, 1980, 4533.

**Thèse ou mémoire :**

Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

**Pour les sites web :**

<http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h. - <http://www.cites.org>, consulté le 12/07/2008 à 09 h.

**Équations et formules**

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

**Unités et conversion**

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

**Abréviations**

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Éviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

**Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales**

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

**Tableaux, figures et illustrations**

Chaque tableau (avec les colonnes et toutes les lignes rendues visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures et photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. Concernant les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et non scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées. Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de

données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.



**Bulletin d'abonnement N°** .....

**Nom** : .....

**Prénoms** : .....

**Organisme** : .....

.....

**Adresse** : .....

.....

**Ville** : ..... **Pays** : .....

désire souscrire.....abonnement(s) au Bulletin de la Recherche Agronomique de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

**Date** : ..... **Signature** : .....

**Paiement par (cocher la case) :**

**Chèque à l'ordre du CRA-Agonkanmey/INRAB**

**Virement à effectuer au compte bancaire du CRA-Agonkanmey/INRAB établi comme suit :**

<b>Nom :</b>	CRA-AGONKANMEY/INRAB – 01 BP 884 RP – Cotonou - Bénin			
<b>N° de compte bancaire :</b>	<b>Code bancaire</b>	<b>Position du code</b>	<b>Compte N°</b>	<b>RIB</b>
	0062	01018	011720001108	66
<b>Banque de paiement</b>	ECOBANK - Agence Etoile - 01 BP 1280 Recette Principale – COTONOU - Bénin			
<b>Swift code</b>	ECOC BJ BJ			

**Retourner ce bulletin accompagné de votre règlement à :**

**CRA-Agonkanmey/INRAB**  
**01 B.P. 884 Recette Principale**  
**COTONOU 01 (République du Bénin)**  
**E-mail : [brabpisbinrab@gmail.com](mailto:brabpisbinrab@gmail.com)**

**Tarifs pour un abonnement annuel donnant droit à deux (2) numéros du BRAB entier en versionpdf par voie électronique :**

<b>Bénin :</b>	<b>Individu :</b>	<b>4.000 F CFA (# 6 euros)</b>
	<b>Institution :</b>	<b>15.000 F CFA (# 23 euros)</b>
<b>Hors du Bénin :</b>	<b>Individu :</b>	<b>30.000 F CFA (# 46 euros)</b>
	<b>Institution :</b>	<b>50.000 F CFA (# 77 euros)</b>
<b>Abonnement de soutien :</b>		<b>70.000 F CFA (# 107 euros)</b>

## **Effet de la digestibilité des substances nutritives de Okara et du tourteau de coton des ovins Djallonké au centre du Bénin**

**A. R. Adéossi<sup>1</sup>, A. H. Soule<sup>2</sup>, A. J. Djènontin<sup>3</sup>, M. Houinato<sup>1</sup>, S. Babatounde<sup>1</sup> et G. A. Mensah<sup>4</sup>**

### **Résumé**

L'alimentation du troupeau constitue l'un des principaux freins au développement du secteur de l'élevage, notamment en saison sèche. Ainsi, il est intéressant que des compléments alimentaires soient apportés aux ovins afin de leur permettre d'extérioriser leurs capacités de production. L'étude a été réalisée au centre national ovin de la ferme d'élevage de Bétécoucou sur 32 antenais de race Djallonké pesant en moyenne  $13,60 \pm 0,41$  kg. Les animaux ont été répartis individuellement en quatre lots homogènes de huit animaux et ont tous reçu du foin de *Panicum maximum* comme ration de base. Les animaux du lot 1 ont été complétés avec du tourteau de coton (R1). Ceux du lot 2 ont reçu en complément 50% de tourteau de coton et 50% de okara (R2). La complément des ovins du lot 3 est composée de 25% de tourteau de coton et de 75% de okara (R3). Les animaux du lot 4 ont été complétés avec de okara (R4). Après une période d'adaptation de 15 jours suivi d'une période d'embouche de 60 j, la digestibilité des matières sèches, organiques et azotées totales ont été déterminé. L'analyse de la variance a révélé une différence significative ( $p < 0,0011$ ) entre le coefficient de digestibilité de la matière azotée totale et la matière azotée digestible ( $p < 0,0320$ ) des antenais des quatre lots. La digestibilité de la matière azotée totale des rations (dMAT) a varié en moyenne de 55,26 à 84,19%. Les valeurs énergétiques (EB, ED, EM et UFL) des différentes rations ont révélé une variabilité sur le plan énergétique ( $p < 0,01$ ) pour les aliments étudiés. Du point de vu EB, la ration R4 (4.182,48 Kcal/kg MS) a été la plus faible en énergie brute. La même tendance a été observée au niveau de l'énergie métabolisable (EM). L'analyse de la variance a révélé une différence significative ( $p < 0,0442$ ) entre le rapport MAD/UFL des antenais des quatre lots. Le rapport MAD/UFL du lot R4 est supérieur à ceux des lots R1, R2 et R3 respectivement de 9, 70 et 17 points. La substitution totale de okara en embouche sur les ovins Djallonké est la plus digestible par rapport aux autres rations alimentaires.

**Mots clés :** Alimentation, tourteau de coton, okara, digestibilité, ovins.

## **Effect of substitution of soybean meal by Okara on fattening performance of Djallonke sheep in Center of Bénin**

### **Abstract**

Feeding the herd is one of the main obstacles to the development of the livestock sector, especially in the dry season. It would therefore be interesting if food supplements were brought to the sheep in order to allow them to externalize their production capacities. The research was carried out at the sheep's national center of the stock farm of Betecoucou. It concerned thirty two Djallonke sheep averaging initial live weight of  $13.60 \pm 0.41$  kg. They were divided individually into four feeding groups

---

<sup>1</sup>MSc. Alphonse Raoul ADEOSSI, Laboratoire de Zootechnie (LZ), École des Sciences et Techniques de Production Animale (ESTPA), Université d'Abomey-Calavi (UAC), 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [adraoulal@gmail.com](mailto:adraoulal@gmail.com), Tél. : (+229) 96 69 84 33, République du Bénin

Dr Ir. Marcel HOUINATO, LZ/ESTPA/UAC, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [mrhouinat@yahoo.fr](mailto:mrhouinat@yahoo.fr), Tél. : (+229) 97 69 65 64, République du Bénin

Dr Ir. Sévérin BABATOUNDÉ, LZ/ESTPA/UAC, 01 BP 526 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [babatoundesev@yahoo.fr](mailto:babatoundesev@yahoo.fr), Tél. : (+229) 97 44 67 01, République du Bénin.

<sup>2</sup>Dr Ir. Abdou Hamidou SOULE, BP : 298 Parakou, E-mail : [souleabdou@yahoo.fr](mailto:souleabdou@yahoo.fr), Tél. : (+229) 97 98 84 54, République du Bénin

<sup>3</sup>Dr Ir. Jonas André DJENONTIN, Laboratoire d'Écologie, de Santé et de Production Animales (LESPA), Faculté d'Agronomie (FA), Université de Parakou (UP), 01 BP 123, Parakou, E-mail : [djendjoan@gmail.com](mailto:djendjoan@gmail.com), Tél. : (+229) 96 17 78 07, République du Bénin

<sup>4</sup>Dr Ir. Guy Apollinaire MENSAH, Laboratoire des Recherches Zootechnique, Vétérinaire et Halieutique, Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey, Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, 01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01, E-mail : [mensahga@gmail.com](mailto:mensahga@gmail.com), [ga\\_mensah@yahoo.com](mailto:ga_mensah@yahoo.com), Tél. : (+229)95229550/97490188, République du Bénin

of eight heads each and all received *Panicum maximum* forages. Animals from group 1 were supplemented with cotton seed cake (R1) and the ones from group 2 received 50% of cotton seed cake and 50% of Okara (R2) the supplementation of the sheep's group 3 was composed of 25% of cotton seed cake and 75% of Okara (R3). Animals from group 4 were supplemented with Okara (R4). After an adaptation period of 15 days followed by a fattening period of 60 days, the digestibility of dry matter, organic and total nitrogen was determined. Analysis of the variance revealed a significant ( $p < 0.0011$ ) difference between the digestibility coefficient of the total nitrogenous matter and the digestible nitrogenous matter ( $p < 0.0320$ ) of the antennas of the four batches. The digestibility of total nitrogen content of diets (dMAT) varied on average from 55.26 to 84.19%. The energy values (EB, ED, EM and UFL) of the different diets revealed an energy variability ( $p < 0.01$ ) for the studied feed. From the EB point of view, the R4 ration (4,182.48 Kcal/kg DM) was the lowest in gross energy. The same trend has been observed in metabolizable energy (ME). Analysis of the variance revealed a significant ( $p < 0.0442$ ) difference between the MAD/UFL ratio of the antennas of the four batches. The ratio MAD/UFL of lot R4 was higher than those of batches R1, R2 and R3 respectively of 9, 70 and 17 points. The complete substitution of okara fattening on Djallonke sheep is the most digestible compared to other food rations.

**Key words:** Food, cotton seed cake, okara, digestibility, sheep.

## INTRODUCTION

Au cours de ces dernières décennies, l'écart entre l'offre en produits d'origine animale et la demande des populations ne cesse de s'accroître. Cette situation est imputable à la croissance démographique qui y est enregistrée. Les prévisions d'évolution démographique et de l'augmentation de la consommation individuelle des produits animaux montrent que, d'ici 2020, il va falloir produire plus de 100 milliards de tonnes de viande dans les pays en voie de développement (Faye et Alary, 2001). L'utilisation de rations alimentaires basées sur des ressources alimentaires hors ferme (sous-produits agro-industriels) en complément au fourrage grossier a été la technique la plus vulgarisée. Cependant, la faisabilité technique du rationnement alimentaire à base de ces sous-produits agro-industriels (SPA) est confrontée à leur disponibilité et accessibilité chez les producteurs. En outre, les différents tests réalisés en milieu paysan ont montré que bien souvent, ces producteurs adaptent les rations proposées aux ressources alimentaires dont ils disposent localement (Bougouma-Yaméogo *et al.*, 2002). L'objectif global de l'étude a été de tester différents niveaux de substitution du tourteau de coton par okara sur la digestibilité de leurs substances nutritives.

## MATERIELS ET METHODES

### Milieu d'étude

L'étude a été réalisée à la Ferme d'Élevage de Bétécoucou (FEB) qui abrite le Centre National Ovin (CNO) dans le Département des collines, Commune de Dassa-Zoumè à 24 km du centre-ville de Dassa. Elle est comprise entre : 2°20' et 2°28' de longitude Est et 7°45' et 7°52' de latitude Nord. La ferme d'élevage de Bétécoucou est une ferme d'Etat créée en 1970 et couvre une superficie totale de 11.127 ha et appartient au domaine phytogéographique guinéen (Sinsin *et al.*, 2003).

### Matériel animal

L'étude a été menée sur 32 antenais de race Djallonké tous nés et élevés au CNO, âgés de 32 semaines en moyenne et pesant en moyenne  $13,60 \pm 0,41$  kg. Le choix de ces animaux a été basé sur l'homogénéité de l'âge et du poids. Ils ont été répartis individuellement dans un box d'une superficie de 1,5 m<sup>2</sup> en quatre lots homogènes de huit animaux après une période d'adaptation de 15 jours. Avant le début de l'essai, tous les animaux ont été vaccinés contre la Peste des Petits Ruminants (PPR), déparasités à l'aide de Benzal 10% à large spectre (0,8 ml/10 kg de poids vif corporel par animal et par voie orale) et soumis mensuellement à des bains détiqueurs. En outre, les animaux étaient suivis et soignés chaque fois que cela était nécessaire.

### Traitements alimentaires

Okara est une fibre, un sous-produit du lait de soja, avec un goût similaire au lait de coco (CNUCED, 2016). Alabi (2016) souligne que les restes des graines de soja après la filtration, le pressage et l'extraction du lait s'appellent Okara. Ce mot provient du japonais et signifie « coque honorable » ou « de la pâte de soja ». Il contient moins de protéines que les graines de soja entières, mais la protéine restante est de haute qualité.

Les ovins ont été alimentés individuellement. Dans le tableau 1 ont été présentées la composition et la valeur nutritive des rations alimentaires servies aux ovins expérimentaux.

Tableau1. Composition et valeur nutritive des rations

Composition	R1	R2	R3	R4
Panicum maximum (g)	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>	<i>ad libitum</i>
Tourteau coton (g)	250,00	125,00	62,50	-
Okara (g)	-	125,00	187,50	250,00
<b>Valeur nutritive</b>				
Matière sèche (g)	98,13	98,74	98,84	97,14
Énergie brute (kcal/kg MS)	4.224,08	4.205,64	4221,83	4182,48
Énergie digestible (kcal/kg MS)	2.532,78	2.996,35	2831,33	2679,87
Énergie métabolisable (kcal/kg MS)	2.218,29	2.676,24	2521,98	2372,59
Matières azotées totales (g)	435,00	360,00	352,50	364,60
Matières azotées digestibles (g)	181,00	171,00	196,00	204,00
Cellulose brute (g)	153,00	131,40	140,70	150,00
Matières grasses (g)	73,00	82,90	93,00	113,00
Cendre totale (g)	72,80	81,30	74,00	91,60

La ration de base a été identique pour tous les animaux. Elle était constituée de foin de *Panicum maximum* variété C1, offerte *ad libitum* en deux repas (08 h 00 et 12 h 00). Le foin de *Panicum maximum* a été fauché et stocké puis servi tous les jours aux animaux. La complémentation alimentaire a été effectuée à 16 h 00 en un seul repas. Les animaux du lot 1 ont été complétés avec du tourteau de coton (R1). Ceux du lot 2 ont reçu en complémentation l'aliment 50% du tourteau de coton et 50% de okara. Le complément donné aux animaux du lot 3 est composé de 75% de tourteau de coton et de 25% de okara. Celui donné aux animaux du lot 4 est composé 100% de okara. Pendant l'essai d'embouche et de digestibilité, les ovins avaient libre accès à l'eau d'abreuvement et à la pierre à lécher LAMDAM'BLOC dont la composition d'un bloc de 5 kg a été la suivante : Chlorure de Sodium (NaCl) : 785 g ; Calcium (Ca) : 647 g ; Phosphore (P) : 87,5 g ; Ratio Ca/P : 7 ; Zinc (Zn) : 700 mg ; Magnésium (Mg) : 3.500 mg ; Manganèse (Mn) : 2.500 mg ; Fer (Fe) : 3.000 ppm.

### Animaux et dispositif expérimental

Pour mieux comparer les différents traitements, un essai de digestibilité *in vivo* des rations (rations utilisées dans le 1<sup>er</sup> essai) a été conduit. A cet effet, 16 animaux à raison de quatre par lot ont été utilisés. Tout comme le 1<sup>er</sup> essai, les animaux ont été répartis individuellement et les rations distribuées en deux repas espacés de 07 h (09 h à 16 h). L'essai de digestibilité a duré 10 jours. Pendant cette période, des mesures individuelles des quantités d'aliment ingérées, les reliquats et des quantités journalières de fèces excrétées ont été effectuées. La collecte de fèces a été faite tôt le matin à 08 h avant la distribution des repas. Ainsi, 300 g environ de fèces et de refus ont été échantillonnées par mouton et pré-séchées à 60°C jusqu'au moment des analyses.

Au terme de l'essai, les échantillons pré-séchés ont été bien mélangés puis séchés à 60 °C dans une étuve ventilée jusqu'à poids constant. Ces échantillons secs sont ensuite moulus pour les analyses chimiques. Ces analyses ont porté sur la matière sèche (MS), la matière organique (MO) et matière azotée totale (MAT). Le rapport entre les quantités de chaque nutriment dans les produits ingérés et dans les fèces ont permis le calcul des coefficients d'utilisation digestive apparent (CUDa) ou coefficients de digestibilité apparent (CDA) selon les formules suivantes :

$$CDA (MS) = \frac{MS \text{ ingéré} - MS \text{ fécales}}{MS \text{ ingéré}} * 100 ;$$

$$CDA (MO) = \frac{MO \text{ ingéré} - MO \text{ fécales}}{MO \text{ ingéré}} * 100 ;$$

$$CDA (MAT) = \frac{MAT \text{ ingéré} - MAT \text{ fécales}}{MAT \text{ ingéré}} * 100.$$

### Mesure de l'ingestibilité et de la croissance pondérale des ovins

L'ingestion volontaire a été calculée à partir de la formule suivante :

$$Ing\text{estion} \left( \frac{g}{\text{jour}} \right) = \text{Quantité distribuée} \left( \frac{g}{\text{jour}} \right) - \text{Quantité refusée} \left( \frac{g}{\text{jour}} \right).$$

Concernant les mesures des performances pondérales, des prises de poids ont eu lieu tôt le matin avant le service des rations aux animaux. Les données collectées ont permis de calculer les gains absolus de poids (GP), les gains moyens quotidiens (GMQ) par période ainsi que les indices de consommation alimentaire (IC) de ces animaux en utilisant les formules suivantes :

$$\text{Gain d'poids (kg)} = \text{Poids final (kg)} - \text{Poids initial (kg)}$$

$$\text{Indice d'consommation} = \frac{\text{Quantité d'aliment ingéré (kg d'matière sèche (MS))}}{(\text{Poids vif final} - \text{Poids vif initial})}$$

$$\text{Gain moyen quotidien (g/jour)} = \frac{\text{Gain d'poids}}{\text{Durée d'embouchure (jour)}} * 100$$

### Détermination de la composition chimique des rations

Au total, 37 échantillons ont été collectés et soumis aux analyses chimiques de laboratoire. Les teneurs en matière sèche (MS), la matière organique (MO), les matières azotées totales (MAT), la cellulose brute (CB) et les matières grasses (MG) ont été déterminées selon les méthodes officielles approuvées par Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995).

### Analyses statistiques de données

Les coefficients de la digestibilité de la matière sèche (dMS), de la matière organique (dMO) et de la matière azotée totale (dMAT), la matière organique digestible (MOD), la matière azotée digestible (MAD), l'unité fourragère lait (UFL) et le rapport MAD/UFL ont été soumis à une analyse de variance à un critère de classification au seuil de 5% au logiciel R version 3.5.3 avec les packages (Rcmdr, FactoMineR). Les probabilités de signification associées aux valeurs F de Fisher ont été calculées. Les comparaisons de moyennes multiples ont été réalisées en utilisant le test Student Newman et Keuls de Dagnelie (1986).

## RESULTATS

### Digestibilité in vivo des rations alimentaires

Dans le tableau 2 a été présenté le coefficient de digestibilité apparente de la matière sèche (dMS), de la matière organique (dMO) et de la matière azotée totale (dMAT) des différentes rations utilisées. Aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) n'a existé entre les coefficients de digestibilité de la matière sèche et de la matière organique chez les antenais des quatre lots. Ainsi, le degré d'utilisation des aliments ou des nutriments était pratiquement le même suivant les antenais des quatre lots.

Tableau 1. Coefficients de digestibilité apparente (%)

Caractéristiques	Rations alimentaires				P
	R1	R2	R3	R4	
dMS (%)	63,10 ± 7,51a	74,10 ± 3,73a	70,40 ± 14,87a	68,00 ± 5,93a	0,4116
dMO (%)	60,90 ± 8,19a	72,40 ± 4,36a	68,10 ± 16,37a	65,10 ± 6,42a	0,4471
MOD (g/kg MS)	555,40 ± 74,65a	658,10 ± 39,63a	622,00 ± 149,17a	588,50 ± 58,04a	0,4477
dMAT (%)	65,26 ± 8,75b	70,99 ± 3,27b	82,94 ± 5,80a	84,19 ± 2,64a	0,0011
MAD (g/kg MS)	181,00 ± 24,32ab	171,00 ± 7,87a	196,00 ± 13,71ab	204,00 ± 6,40b	0,0320

R1 = Tourteau de coton (TC); R2 = 50% TC + 50% Okara ; R3 = 25% TC + 75% Okara ; R4 = Okara. (a, b) = Les chiffres de la ligne, indicés de lettres différentes sont significativement différents selon le test de Student Newman-Keuls, dMS : digestibilité de la matière sèche ; dMO : digestibilité de la matière organique ; dMAT : digestibilité de la matière azotée digestible ; MOD : Matière Organique Digestible ; MAD : Matière Azotée Digestible ; P : Probabilité.

L'analyse de la variance a révélé une différence significative ( $p < 0,0011$ ) entre le coefficient de digestibilité de la matière azotée totale et la matière azotée digestible ( $p < 0,0320$ ) des antenais des quatre lots. La digestibilité de la matière azotée totale des rations (dMAT) a varié en moyenne de 55,26 à 84,19%. Cette dMAT était de 5,73% plus élevée dans la ration R2 que celle de la ration R1. Elle était de 13,2 à 18,93 plus élevée dans la ration R4 que celles des rations R1 et R2. Du point de vue MAD, la ration R4 était supérieure à celles de R1 et R2 de 23 à 33 points. La ration R4,

composée de (100% Okara) a été la plus digestible ; cela pouvait s'expliquer par l'absence de gossypol dans cette ration.

### Valeurs énergétiques des rations alimentaires

Les valeurs énergétiques (EB, ED, EM, UFL) des différentes rations ont été présentées dans le tableau 3. Ces résultats ont révélé une variabilité sur le plan énergétique ( $p < 0,01$ ) pour les aliments étudiés. Du point de vu EB, la ration R4 (4.182,48 Kcal/kg MS) a été la plus faible en énergie brute. Les plus faibles valeurs de l'énergie digestible ont été observées au niveau des rations R1 et R4. La même tendance a été observée au niveau de l'énergie métabolisable (EM). L'énergie métabolisable contenue dans ces deux rations est très faible comparée aux rations R2 et R3. Les rations constituées d'un mélange de tourteau de coton et de okara (R2 et R3) sont bien pourvues en énergie nette lait (plus de 0,80 UFL/kg MS) que les rations constituées de 100% tourteau de coton ou 100% de okara. Les rations R2 et R3 ont été les plus énergétiques.

Tableau 3. Valeurs énergétiques des rations alimentaires

Paramètres	Rations alimentaires				P
	R1	R2	R3	R4	
EB (kcal/kg MS)	4.224,08 ± 74,65d	4.205,64 ± 39,63b	4.221,83 ± 149,17c	4.182,48 ± 58,04a	0,0020
dE (%)	59,96 ± 8,06a	71,25 ± 4,29c	67,06 ± 16,09b	64,07 ± 6,32b	0,0071
ED (kcal/kg MS)	2.532,78 ± 340,57a	2.996,35 ± 180,51b	2.831,33 ± 679,34b	2.679,87 ± 264,40a	0,0002
EM (kcal/kg MS)	2.218,29 ± 317,37a	2.676,24 ± 182,17b	2.521,98 ± 631,91b	2.372,59 ± 242,28a	0,0040
UFL (kg/MS)	0,76 ± 0,13a	0,96 ± 0,08d	0,90 ± 0,28b	0,83 ± 0,10c	0,0004

R1 = Tourteau de coton (TC) ; R2 = 50% TC + 50% Okara ; R3 = 25% TC + 75% Okara ; R4 = Okara. (a, b, c, d) : Les valeurs suivies de la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes selon le test de Student Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ). EB : Energie Brute ; dE : digestibilité de l'énergie ; ED : Energie digestible ; EM : Energie Métabolisable ; UFL : Unité fourragère Lait ; P : Probabilité.

### Valeurs azotées des rations alimentaires

Les valeurs azotées digestibles (dMAT, MAD et MAD/UFL) des rations ont été consignées dans le tableau 4. Toutes les rations étaient bien pourvues en matière protéiques (plus de 120 g/kg MS). L'analyse de la variance a révélé une différence significative ( $p < 0,0442$ ) entre le rapport MAD/UFL des antenais des quatre lots. Le rapport MAD/UFL du lot R4 était supérieur à ceux des lots R1, R2 et R3 respectivement de 9, 70 et 17 points. Les rapports MAD/UFL des rations R3 et R4 ont été de 58 à 70 g/kg MS plus élevés que ceux de la ration R2. Entre le rapport MAD/UFL de la ration R3 et celle de la ration R4, l'écart n'était que de 17 g/kg MS.

Tableau4. Valeurs azotées des rations alimentaires

Paramètres	Rations alimentaires				Probabilité
	R1	R2	R3	R4	
dMAT (%)	65,26 ± 8,75a	70,99 ± 3,27a	82,94 ± 5,80b	84,19 ± 2,64b	0,0010
MAD (g/kg MS)	181 ± 24,32ab	171 ± 7,87a	196 ± 13,71ab	204 ± 6,40b	0,032
MAD/UFL (g/kg MS)	239 ± 10,53ab	178 ± 10,36a	231 ± 58,94ab	248 ± 25,80b	0,0442

R1 = Tourteau de coton (TC) ; R2 = 50% TC + 50% Okara ; R3 = 25% TC + 75% Okara ; R4 = Okara. (a, b) : Les valeurs suivies de la même lettre sur la même ligne ne sont pas significativement différentes selon le test de Student Newman-Keuls ( $p < 0,05$ ). dMAT : digestibilité de la Matière Azotée Totale ; MAD : Matière Azotée Digestible ; UFL : Unité fourragère Lait.

**Évolution pondérale et ingestion et indice de consommation alimentaire**

L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative ( $p > 0,05$ ) entre les poids vifs corporels initiaux et finaux des ovins des quatre lots (tableau 5). Par contre, les gains pondéraux absolus de poids et les gains moyens quotidiens ont été significativement ( $p < 0,05$ ) différents d'un lot à l'autre (tableau 5). Par conséquent, le type de ration a eu d'effets sur la croissance pondérale des antenais des quatre lots. L'analyse de la variance a révélé une différence significative ( $p < 0,05$ ) entre l'indice de consommation des animaux des quatre lots après 60 jours d'embouche (Tableau 5). Ainsi, les antenais des quatre lots n'avaient pas utilisés les mêmes quantités de matière sèche pour produire un kilogramme de gain de poids. Par conséquent, le meilleur indice de consommation alimentaire qui s'était rapproché le plus au lot témoin a été enregistré chez les ovins du lot R2 (10,92 kg de MS) complémentés à (50% TC et 50% Okara).

**Tableau 5. Évolution pondérale et ingestion et indice de consommation alimentaire des ovins**

Paramètres	Rations alimentaires			
	R1	R2	R3	R4
Poids vif corporel initial (kg)	13,500 ± 0,926a	13,938 ± 1,700a	13,500 ± 1,604a	13,500 ± 1,852a
Poids vif corporel final (kg)	18,750 ± 1,102a	18,913 ± 2,203a	18,263 ± 1,348a	17,325 ± 2,656a
Gain absolu de poids (kg)	5,250 ± 0,964a	4,975 ± 0,916ab	4,763 ± 1,016ab	3,825 ± 1,217b
Gain moyen quotidien (g)	87,50 ± 16,87a	82,91 ± 16,65ab	79,38 ± 11,98ab	63,75 ± 9,3b
Ingestion (g MS/jour)	815,62 ± 1,54a	899,8 ± 3,82ab	948,95 ± 5,98b	885,03 ± 7,94ab
Indice de Consommation (kg MS/kg/PV)	9,52 ± 1,55b	10,92 ± 2,32ab	12,18 ± 3,01ab	14,06 ± 5,02a

R1 = Tourteau de coton (TC) ; R2 = 50% TC + 50% Okara ; R3 = 25% TC + 75% Okara ; R4 = Okara. Les valeurs de la même ligne, indicées de même lettres ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

**DISCUSSION****Digestibilité in vivo de la matière organique**

Les coefficients de digestibilité de la matière organique (dMO) obtenus au cours de cet essai s'établissent à 60,9% pour la ration du lot R1 (témoin) et à 72,4, 68,1 et 65,1% pour les rations des lots R2, R3 et R4 composées respectivement (50% TC et 50% Okara), (25%TC et 75% Okara) et (100% Okara) en complément à la ration de base constituée par *Panicum maximum*. Ces résultats enregistrés étaient comparables à ceux obtenus par Houmani *et al.* (1999) sur des blocs multi nutritionnels à base de grignons bruts d'olives, de fientes de volaille et de mélasse chez des brebis taries et des agneaux en croissance (66,4 à 72,2%). La dMO obtenue au niveau de la R4 (100% Okara) était proche de celle enregistrée par Babatoundé *et al.* (2016) au Bénin, en étudiant la digestibilité *in vitro* de la matière organique en présence du jus de rumen chez des moutons Djallonké soumis à des pierres à lécher (63,5%). Elle a été conforme à celle obtenue par Montcho *et al.* (2016), chez des moutons Djallonké soumis à une quantité variable de fourrages et complémenté par les blocs multi nutritionnels (BMN) au Bénin (65,8%).

Les valeurs de la matière azotée digestible (MAD) obtenues au cours de notre étude s'établissent à 181 g/kg MS pour le lot R1 (témoin), 171 g/kg MS, 196 g/kg MS et 204 g/kg MS respectivement pour le lot R2 complémenté de (50% TC et 50% Okara), le lot R3 complémenté de (25% TC et 75% Okara) et R4 complémenté de (100% Okara). Ces résultats étaient conformes à ceux obtenus par Alkoiret *et al.* (2007) dans la même ferme et sur la même race de notre étude, en utilisant une ration à base de *Panicum maximum* complémentée avec des coques de la graine de coton et du tourteau de coton (avec des MAD de 240, 170 et 197 g/kg MS). Par contre, nos résultats sont supérieurs à ceux rapportés par Montcho *et al.* (2016) au Bénin, chez des moutons Djallonké soumis à une quantité variable de fourrages et de sous-produits (avec des MAD de 51,4 ; 91,6 et 101,4 g/kg MS) et complémentés par les blocs multi nutritionnels (BMN). Les MAD de notre expérimentation sont inférieures (343,93 et 316,86 g/kg MS) à celles obtenues par Idrissou *et al.* (2017) en complémentant les moutons Djallonké avec du *Leucaena leucocephala* ou *Gliricidia sepium*. La ration et l'âge des animaux pouvaient expliquer ces résultats.

## Valeurs alimentaires

Par rapport aux normes alimentaires, il faut un apport de 0,80 UFL comme teneur en énergie nette lait et un rapport MAD/UFL de l'ordre de 120 g par kg de MS pour obtenir des gains moyens quotidiens (GMQ) de 50 g/j (Babatoundé *et al.*, 2008). Les ovins des quatre lots dans la présente étude ont reçu des surplus de MAD de 119, 58, 111 et 128 g par UFL respectivement pour les lots R1, R2, R3 et R4. Par conséquent, les quatre lots d'animaux ont été satisfaisants sur le plan énergétique et azoté, car les GMQ obtenus au cours de l'essai d'engraissement étaient supérieurs à 50 g/j (respectivement de 87,50 ; 82,91 ; 79,38 et 63,75 g/j pour les lots R1, R2, R3 et R4). Néanmoins, des cas de diarrhée ont été observés chez deux individus du lot R1. Un excès d'azote a pu être suspecté dans le régime, ayant engendré la baisse de la digestibilité et de l'ingestion de *Panicum maximum* du fait de la présence du gossypol dans ce régime. Ainsi, ceci peut être à l'origine de la baisse des GMQ dans le lot R1 ayant reçu le tourteau de coton. Aucune incidence néfaste n'a été enregistrée chez les animaux du lot R4 soumis à 100% de *okara*. Cela témoigne de la quasi inexistence de facteurs antinutritionnels ou nuisibles dans ce résidu pouvant limiter son utilisation dans l'alimentation des ruminants contrairement aux tourteaux de coton. Cette remarque permet de conclure que *okara* contenait tous les éléments nutritifs requis pour la croissance normale de ces animaux. Par conséquent, *okara* est une source de protéine fiable et peut être alors utilisé en remplacement partiel ou total des sources protéiques généralement utilisées.

## Consommation alimentaire et évolution pondérale

Les indices de consommation (IC) de matière sèche (MS) obtenus au cours de l'essai d'embouche (9,52 à 14,06) étaient comparables à certains résultats d'études menées sur les ovins. En utilisant une ration de base de *Panicum maximum*, complétée avec des coques de graine de coton et du tourteau de coton sur les ovins Djallonké au Bénin, Alkoiret *et al.* (2007) ont signalé des IC variant de 11,9 à 12,9 kg de MS par kg de croît. Idrissou *et al.* (2017) en alimentant des ovins Djallonké aux fourrages de *Gliricidia sepium* et de *Leucaena leucocephala* en complément d'une ration de base faite de fourrage de *Panicum maximum* variété C1, ont rapporté des IC variant de 7,72 à 8,97 kg de MS par kg de croît. Ayéna (2016) ont aussi rapporté des IC variant de 5,61 à 8,57 kg de MS par kg de gain de poids sur les ovins Djallonké recevant différents niveaux d'incorporation de *okara* en embouche.

Les indices de consommation alimentaires issus de notre essai étaient plus bas que ceux trouvés par Bouchel *et al.* (1991) en complétant *Brachiaria* avec différents sous-produits sur les ovins Djallonké au Bénin (6,9 à 21,3 kg de MS par kg de croît). La différence entre nos résultats et ceux de ces auteurs peut être liée à la ration, au mode d'élevage et aussi à l'âge des animaux.

Les GMQ obtenus au cours de cet essai s'établissent à 87,50 g/j pour les animaux du lot R1 (témoin) et à 82,91, 79,38 et 63,75 g/j en 60 jours pour les animaux des lots R2, R3 et R4 ayant reçu respectivement (50% TC et 50% *Okara*), (25 TC et 75% *Okara*) et (100% *Okara*) en complément à la ration de base constituée par *Panicum maximum*. Ces résultats sont supérieurs à ceux rapportés par Montcho *et al.* (2016) au Bénin, chez des moutons Djallonké soumis à une quantité variable de fourrages et de sous-produits (avec des GMQ de 18,33 à 58,00 g/j) et complétés par les blocs multi nutritionnels (BMN) au Bénin. Les GMQ de notre expérimentation étaient aussi supérieurs aux valeurs entre 60,02 et 70,83 g rapportées par Idrissou *et al.* (2017) quand il complétait les moutons Djallonké avec du *Leucaena leucocephala* ou *Gliricidia sepium*. Toutefois, en complétant *Panicum maximum* avec *okara* chez les ovins Djallonké à Djougou au Nord-Ouest du Bénin, Ayéna (2016) ont rapporté un GMQ de 79,38 g. Cette valeur est conforme à celle enregistrée chez les ovins du lot R3 complétés à 25% TC et 75% *Okara* ; mais elle est plus élevée que 63,75 g obtenu chez les ovins du lot R4 complétés à 100% *Okara*. Néanmoins, l'ensemble des GMQ issus de notre étude sont inférieurs aux 165 à 195,76 g rapportés chez les ovins de race Bali-bali soumis à différentes rations alimentaires dans la province d'Oubritenga au Burkina Faso (Somda, 2001). Les GMQ de notre expérimentation sont aussi inférieurs aux valeurs entre 96,66 et 162,06 g rapportées par Kiema *et al.* (2008) quand il complétait les moutons de race sahéenne avec du *Piliostigma reticulatum* (Pr) et *Acacia raddiana* (Ar). La ration, la race et le mode d'élevage peuvent expliquer ces différents résultats. Les écarts de croissance pondérale observés entre nos quatre lots expérimentaux sont liés à la ration reçue par chacun des lots.



## CONCLUSION

L'étude s'inscrit dans la perspective de mettre à la disposition des éleveurs du Bénin une technique de rationnement alimentaire d'embouche ovine basée sur les ressources localement disponibles. Okara, un résidu issu de la transformation du soja substitué ou incorporé à différents taux dans l'alimentation des ovins améliore leur croissance pondérale. La complémentation à base de okara à des taux différent donne des performances de croissance pondérale différentes sur les ovins Djallonké en embouche. La substitution totale de ce sous-produit est la plus digestible par rapport aux autres rations. Le prix de okara est à la portée des petits éleveurs et son utilisation peut être recommandée comme compléments alimentaires aux éleveurs de petits ruminants.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient sincèrement le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO) au Bénin, pour avoir financé ce travail. Leurs remerciements vont également à l'endroit du Dr. Issak DAOUDA de la Ferme d'Élevage de Bétécoucou pour avoir autorisé et facilité la réalisation de l'étude.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alabi, A. C. D., 2016 : Effet de la substitution du tourteau de soja par l'okara dans les aliments de lapin de souche locale en phase d'engraissement au nord du Bénin. Mémoire de master professionnel, Université de Parakou, Bénin, 70 p.
- Alkoiret, T. I., A. A. S. Manne, A. B. Gbangboché, E. Y. Attakpa, 2007 : Performances d'embouche des ovins Djallonké complémentés avec les coques de graine de coton au Bénin. *Livest. Res. Rural Dev.*, 19 (10): 141.
- AOAC, 1990 : Official Methods of Analysis. 15th Edn., (Association of Official Analytical Chemists, INC, Va. USA).
- Ayéna, J. A., 2016 : Performances de croissance des ovins Djallonké complémentés avec okara à Djougou au Nord-Ouest du Bénin. Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master professionnel, Université de Parakou, Bénin, 80 p.
- Babatoundé, S., M. F. Houndonougbo, A. B. Aboh, M. J. D. Bahini, M. Montcho, A. Guédou, A. A. C. M. Chrysostome, G. A. Mensah, 2016 : Valeur nutritive des blocs multi nutritionnels et des pierres à lécher disponibles chez les éleveurs formés par le PPAAO au Bénin. *Bul. Rech. Agr. du Bénin*, 79, 35-42.
- Babatoundé, S., S. S. Toleba, C. C. Adandedjan, M. Dahouda, H. Sidi, A. Buldgen, 2008 : Comportement alimentaire et évolution pondérale des moutons Djallonké sur des pâturages de fourrages cultivés en mélange. *Ann. Sci. Agr. Du Bénin*, 10 (1): 31- 49.
- Bouchel, D., N. Bodji, B. J. Kouao, 1991: Effect of supplementing a poor quality base diet with *Albizia zygia* on feeding behaviour and growth in Djallonké sheep. In the complementarity of feed resources for animal production in Africa. Proceeding of the joint feed resources networks workshop Held in Gaborone, Botswana 4-8 March 1991: 113-126.
- Bougouma-Yaméogo, V., A. J. Nianogo, J. Somda, 2002 : Rentabilité économique et adoption de la technologie de l'embouche ovine au Burkina Faso. Document de travail n° 022. Ouagadougou : Fondation pour la sécurité alimentaire durable en Afrique de l'Ouest (SADAOC), 24 p.
- CNUCED (Conférence des Nations Unies sur le Commerce Et le Développement), 2016 : Soja. 25 p.
- Dagnelie, P., 1986 : Théorie et méthodes, statistiques. Applications agronomiques, vol. 2. Presses Agronomiques de Gembloux, A.S.B.L. Belgique, 463 p.
- Faye, B., Alary V., 2001 : Les enjeux des productions animales dans les Pays du Sud. *Prod. Anim.*, 14 : 3-13.
- Houmani, M., Tisserand, J L., 1999 : Complémentation d'une paille de blé avec des blocs multi nutritionnels : effets sur la digestibilité de la paille et intérêt pour des brebis taries et des agneaux en croissance. *Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences*, 1999, 48 (3) 199-209.
- Idrissou, Y., S. A. Assani, I. T. Alkoiret, G. A. Mensah, 2017 : Performances d'embouche des ovins Djallonké complémentés avec les fourrages de *Gliricidia sepium* et de *Leucaena leucocephala* au Centre du Bénin. *Bul. Rech. Agr. du Bénin*, 81, 1-7.
- Kiéma, A., A. J. Nianogo, T. Ouedraogo, J. Somda, 2008 : Use of local feed resources in the farmers ram fattening scheme: technical and economical performance. *Cahiers Agricultures*, 17, 24-27.
- Montcho, M., S. Babatoundé, B. A. Aboh, M. J. D. Bahini, A. A. M. C. Chrysostome, G. A. Mensah, 2016 : Performances zoo-économiques en milieu réel des ovins Djallonké complémentés par les blocs multi nutritionnels (BMN) au Bénin. *J. Rech. Sci. Univ. Lomé (Togo)*, 2016, Série B, 18 (4): 9-22.
- Sinsin, B, O. Teka, G. Hougou, A. Mama, 2003 : Suivi écologique et gestion des écosystèmes. Rapport annuel 2002, Laboratoire d'écologie appliqué, Faculté des Sciences Agronomiques, Université Abomey-Calavi, Bénin, 35 p.
- Somda, J., 2001 : Performances zootechniques et rentabilité financières des ovins en embouche au Burkina Faso. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 5 (2): 73-78.