



Valorisation de *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale: synthèse bibliographique

Carine C. Hêdji^{1,2*}, Diane N.S. Kpoguè Gangbazo^{1,3}, Marcel R. Houinato² et Emile D. Fiogbé¹

Laboratoire de recherche sur les zones humides / Faculté des Sciences et Techniques (FAST)/ Université d'Abomey-Calavi (UAC). Rép du Bénin

Laboratoire de Zootechnie/ Faculté des Sciences Agronomiques (FSA)/ Université d'Abomey-Calavi (UAC). Rép du Bénin

École d'Aquaculture de la Vallée/ Université d'Agriculture de Kétou. Rép du Bénin.

* Corresponding author, E-mail: christmel13@yahoo.fr

Original submitted in on 21st August 2014. Published online at www.m.elewa.org on 30th September 2014. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v8i11.4>

RESUME:

Objectif : Le présent article de revue fait état des études relatives aux utilisations des ressources alimentaires non conventionnelles utilisées en alimentation animale. Il met l'accent sur la description, la composition et les intérêts agronomiques de ces dernières.

Méthodologie et Résultats : Dans la recherche des informations sur les ressources alimentaires non conventionnelles plusieurs travaux scientifiques publiés ont été consultés et leur synthèse a été faite. L'examen des résultats de recherche a révélé l'utilisation des ressources alimentaires non conventionnelles comme une alternative face aux coûts élevés des ressources conventionnelles qui sont pour la plupart importées vers les pays tropicaux. Les travaux traitant de l'utilisation des ressources alimentaires non-conventionnelles et particulièrement de *Azolla Spp*, *Moringa oleifera*, son de riz, viscères de poulet et de poisson dans l'alimentation des animaux sont parcourus

Conclusion et application des résultats: Leur standardisation permettrait de les rendre applicables en milieu paysan. Ces ressources pourraient ainsi constituer une alternative de choix face aux coûts des aliments conventionnels utilisés en production animale.

Mots-clés : alimentation animale, *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, son de riz, viscères poulet ou poisson

ABSTRACT:

Objective: This review article set out the results of studies on the use of non-conventional feed resources in animal feed, in terms of description, composition and agronomic interest.

Methods and Results: In the search of information about the non-conventional feed resources several published scientific works were consulted and their synthesis was made. The review of research results revealed the use of non-conventional feed resources as an alternative to the high cost of conventional resources which are mostly imported by tropical countries. Works addressing the use of non-conventional feed resources and particularly *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, rice bran, chicken viscera and fish by product in the diet of animals are reviewed. This synthesis is primarily concerned with the description, the composition and the, as well as agricultural interests of these feed resources.

Conclusion and application of results: Their standardization would make them applicable in rural areas. These feed resources could be an alternative choice against the increasingly high cost of conventional feed used in animal production.

Keywords : animal feed, *Azolla* spp, *Moringa oleifera*, rice bran, chicken or fish viscera

INTRODUCTION

L'abondante biodiversité des régions tropicales met à disposition de la science agroalimentaire de nombreuses ressources végétales locales pouvant être valorisées en alimentation animale. Les ressources alimentaires non-conventionnelles, sont des aliments d'origine végétale, animale ou industrielle, très peu ou pas exploités pour l'alimentation animale, qui n'entrent pas en concurrence avec l'alimentation humaine et qui sont peu connus de la plupart des éleveurs (Geoffroy et al., 1991 ; Dahouda et al., 2009). Il s'agit d'aliments de substitution ou de remplacement des aliments conventionnels. Ce sont notamment des graines (*Mucuna* spp., *Lablab purpureus*, *Canavalia ensiformis*, *Sesamum indicum*, de feuilles (*Moringa oleifera*, *Leucaena leucocephala*, *Azolla pinnata*, *Gliricidia sepium*, *Cassia tora*, *Centrosoma pubescens*, *Manihot esculenta*, *Cajanus cajan*), des tubercules (manioc, patate, igname), des fruits (banane et autres) mais également des produits issus de l'agro-transformation (sons divers, pulpes etc.), et de produits d'origine animale (D'Mello, 1992 ; Dahouda et al., 2009). Dans les pays en développement, l'intérêt suscité par ces ressources pendant ces dernières décennies s'est particulièrement accru avec la crise céréalière et l'augmentation du prix du soja sur le marché

AZOLLA

Description : *Azolla* est une petite fougère aquatique flottant librement à la surface des écosystèmes d'eaux douces des régions tropicales, subtropicales, tempérées chaudes de l'Afrique, l'Asie et des Amériques (Costa et al., 2009). Elle pousse naturellement dans les milieux lenticules comme les étangs, les marécages, etc. Une plante d'*azolla* est souvent appelée fronde. Chaque fronde est constituée d'une tige principale (Van Hove, 1989) dont la longueur maximale excède rarement 3- 4 cm, flottant à la surface de l'eau et couverte de petites feuilles alternes étroitement imbriquées et cachant ainsi la tige. Sa

forme est plus ou moins circulaire ou triangulaire selon les espèces. Les espèces de *Azolla* sont classées en deux sous-genres: *Euazolla* et *Rhizosperma*. Le sous-genre *Euazolla* a 5 espèces, à savoir *A. caroliniana* Willd., *A. filiculoides* Lam., *A. mexicana* Presl., *A. microphylla* Kaulf. et *A. rubra* R.Br., tandis que le sous-genre *Rhizosperma* possède deux espèces: *A. nilotica* Decne. ex Mett. (NI) et *A. pinnata* R. Br. (Raja et al., 2012).
La composition de certains produits ainsi que leurs utilisations ont déjà fait l'objet de nombreuses études et revues. Leur valeur nutritionnelle est aujourd'hui relativement bien décrite. Cette synthèse vise à faire le point de l'utilisation de certaines ressources alimentaires non conventionnelles comme *Azolla*, *Moringa*, les viscères de poulet et de poisson mais aussi le son de riz en alimentation animale. Elle présente leur description ainsi que leur composition générale. Elle expose aussi les intérêts agronomiques de l'utilisation de ces ressources non-conventionnelles.

forme est plus ou moins circulaire ou triangulaire selon les espèces. Les espèces de *Azolla* sont classées en deux sous-genres: *Euazolla* et *Rhizosperma*. Le sous-genre *Euazolla* a 5 espèces, à savoir *A. caroliniana* Willd., *A. filiculoides* Lam., *A. mexicana* Presl., *A. microphylla* Kaulf. et *A. rubra* R.Br., tandis que le sous-genre *Rhizosperma* possède deux espèces: *A. nilotica* Decne. ex Mett. (NI) et *A. pinnata* R. Br. (Raja et al., 2012).

Composition générale : Selon Alalade et al. (2006), la farine de *Azolla pinnata* contient 21,4% de protéines brutes, 12,7% de fibres brutes, 2,7% d'extrait à l'éther,

16,2% de cendres et 47,0% de glucides. L'analyse chimique de *A. pinnata* séché au soleil pendant 3 jours a montré qu'il contient 88,80% de matière sèche, 25,46% de protéines brutes, 2,66% d'extrait à l'éther, 14,80% de fibres brutes, 41,58% d'azote libre, et 15,5% de cendres totales. L'*Azolla* séché contient également 2,25% de calcium et 0,40% de phosphore. La valeur de l'énergie métabolique calculée de *Azolla* séché est de 1807 kcal / kg (Shamna, 2013). La teneur en protéines de l'*Azolla* est proche de celle du soja (Liu et al., 2008). Par rapport aux autres plantes aquatiques (*Ipomea aquatica* et *Lemna minor*), l'*Azolla* contient approximativement la même quantité de protéines (27,5 % en moyenne) mais elle est plus riche en parois végétales (47,3 % en moyenne). L'*Azolla* contient en moyenne 5 g lysine/100 g protéines et a un profil en AA relativement bien équilibré (Leterme et al., 2009). *Azolla* peut être un supplément de protéines précieuses pour de nombreuses espèces animales comme les ruminants, la volaille, les porcs et les poissons (Hasan et al., 2009). *Azolla* contient en moyenne 5 g de lysine/100 g de protéines et a un profil en acides aminés relativement bien équilibré (Leterme et al., 2009). Paoletti et al. (1987) ont mesuré 0,8-6,7% de lipides totaux dans *Azolla* spp. avec une forte proportion d'acides gras poly-insaturés. Castillo (1983) et Querubin et al. (1986) ont mesuré 77-421 ppm de carotène et 254-2800 ppm de xanthophylle chez *Azolla* spp. Semblable aux autres plantes aquatiques, la concentration en nutriments et donc la valeur alimentaire de *Azolla* dépendrait des conditions de culture (taux de minéraux, température et salinité de l'eau et durée d'ensoleillement), de la densité de la plantation et du stade de récolte (Arora et Singh, 2003). **Intérêts agronomiques d'*Azolla***: *Azolla* est une algue fixatrice d'azote atmosphérique grâce à sa symbiose. La plante est utilisée comme engrais vert dans les rizières de nombreux pays asiatiques (Serag et al., 2000). Dans ces milieux, elle permet aussi de contrôler la prolifération des mauvaises herbes. *Azolla* est souvent utilisée suivant deux méthodes en riziculture (Carrapiço et al., 2000). Elle peut être produite soit en milieu inondé pendant deux à trois semaines et enfouie dans le sol deux semaines avant la transplantation des plants de riz, ou cultivée en même temps que le riz. Dans ce dernier cas, l'*Azolla* est inoculée une semaine après la transplantation du riz et la fougère produite est incorporée dans le sol après drainage temporaire de l'eau. En couverture de la surface du périmètre rizicole, elle permet de réduire

la proportion d'azote ammoniacale volatilisable, améliorant ainsi l'efficacité de l'utilisation de l'azote par le riz. Son enfouissement apporte également de la matière organique qui contribue à améliorer la structure des sols (Cagauan, 1999). Elle est utilisée dans le traitement des eaux riches en nutriments par biofiltration (Cohen-Shoel et al., 2002). Du fait de ses caractéristiques nutritionnelles, l'*Azolla* est convenable pour la consommation humaine et pour supplément alimentaire à divers animaux comme : poisson, canards, bétail, volaille etc. afin de réduire le coût de l'alimentation (Hassan et al., 2009 ; Raja et al., 2012). En effet, l'*Azolla* est également utilisée avec succès comme ingrédient dans l'alimentation de la volaille (Beccera et al., 1995 ; Basak et al., 2002; Khatun et al., 1999; Alalade et Iyayi, 2006). Ces auteurs ont souligné l'importance de cette ressource alimentaire non conventionnelle comme une alternative efficace pour nourrir le poulet. Au Bénin, l'*Azolla* a été utilisé avec succès dans l'aquaculture (Shiomi et Kitoh, 2001 ; Fiogbé et al., 2004) et dans l'alimentation des porcs (Accodji et al., 2009). L'*Azolla* peut être servi aux animaux sous forme fraîche ou séchée. Comme *Azolla* frais est très périssable, il est préférable de le sécher quand il ne peut pas être consommé immédiatement ou pour les espèces d'animaux d'élevage pour lesquels une forme séchée est plus pratique ou préférable. *Azolla* séché peut ainsi être incorporé dans l'aliment des poulets de chair jusqu'à un taux de 5 % sans affecter leur croissance (Basak et al., 2002). Une autre étude visant à évaluer la valeur alimentaire de l'*Azolla* sur les performances de ponte des poules a montré la possibilité de l'incorporer à des taux allant jusqu'à 15 % sans affecter la production d'œufs, l'indice de conversion, ou la taille et la couleur des œufs (Khatun et al., 1999 ; Basak et al., 2002 et Esonu et al., 2006). Par contre un taux de 10% a été recommandé pour améliorer les performances des poussins (Alalade et al., 2006).

Selon Leterme et al. (2009) et Accodji et al. (2009), même si le profil en acides aminés est équilibré comparé à une ressource classique comme le tourteau de soja, la digestibilité de l'*Azolla* est faible et le taux de son incorporation dans le régime alimentaire du porc ne doit pas dépasser 10-15 %. Le taux d'inclusion de la farine d'*Azolla* dans les rations des porcs en croissance devrait être limité à 5% du régime alimentaire (Raja et al., 2012). L'*Azolla* peut-être utilisé jusqu'à 40% du régime du Tilapia élevé en étangs fertilisés (Abou., 2007).

MORINGA

Description : *Moringa oleifera* Lam. (Synonyme: *Moringa pterygosperma* Gaertner) appartient à la famille monogénérique des arbustes et arbres des Moringaceae qui comprend environ 13 espèces (Foidl et al., 2001). Les douze autres espèces sont bien connues *M. arborea*, *M. borziana*, *M. concanensis*, *M. drouhardii*, *M. hildebrandtii*, *M. longituba*, *M. ovalifolia*, *M. peregrina*, *M. pygmaea*, *M. rivae*, *M. ruspoliana*, *M. stenopetala* (Fuglie, 2002). *Moringa oleifera* Lam. (syn. *M. pterygosperma* Gaertn.), est l'espèce la plus largement connue et utilisée (Morton, 1991). Originaire de l'Inde, *M. oleifera* est également indigène dans de nombreux pays d'Afrique, d'Arabie, d'Asie du Sud-Est, du Pacifique et des Caraïbes, et en Amérique du Sud (Morton, 1999 ; Price, 2007). L'arbre a une hauteur de 5 à 10 m (Morton, 1991). Il se trouve sauvage et cultivé dans les plaines, en particulier dans les haies et dans les cours des maisons. Il se développe mieux sous le climat tropical insulaire, et est abondant près des lits de sable des rivières et des ruisseaux (The Wealth of India, 1962; Qaiser, 1973). Il peut bien pousser dans les régions tropicales humides ou les terres sèches et chaudes, mais ne peut survivre sur des sols démunis, et est peu affecté par la sécheresse (Morton, 1991 ; Becker et Makkar., 1999 ; Foidl et al., 2001). Il tolère une large gamme de précipitations avec des exigences minimales en matière de précipitations annuelles

estimées à 250 mm et au maximum à plus de 3000 mm et un pH de 5,0-9,0 (Palada et Changl, 2003). Ses feuilles sont duveteuses, alternes et bi ou tripennées et se développent principalement dans la partie terminale des branches (Morton, 1991). Ses fleurs, mesurent 2,5 cm de large et se présentent sous forme de panicules axillaires et tombantes de 10 à 25 cm. Elles sont blanches ou de couleur crème, avec des points jaunes à la base et dégagent une odeur agréable. Les fruits du *M. oleifera* pendent des branches et constituent des gousses à trois lobes mesurant 20 à 60 cm de long. Les gousses sèches s'ouvrent en trois parties en libérant 12 à 35 graines de forme ronde. Un arbre peut produire 15 000 à 25 000 graines par an (Makkar et Becker, 1997). Il est qualifié « d'arbre de vie », « d'arbre miracle » ou « plante divine » du fait de ses nombreuses potentialités nutritives, médicinales et industrielles (Fuglie, 2001 ; Olson, 2001). Il porte différents noms selon les régions : mouroungue, moringa ailé, benzolive, pois quénique et néverdié (pays francophones) ; malunggay ou meilleure amie des mères (aux Philippines), Radish Tree, Never die tree, Drumstick tree, (pays anglophones), ben ailé, noix de behen, moringoa ou moringa, etc. (Boullard, 2001 ; Foidl et al., 2001; Price, 2007). Les noms vernaculaires de *M. oleifera* dans certains pays africains sont consignés dans le tableau 1.

Tableau1 : Noms vernaculaires de *Moringa oleifera*

Pays	Noms vernaculaires
Bénin	(Fon) : Yovokpatin, Kpatima (Yoruba) : Ewé ilé
Burkina Faso	(Joula) : Arjanyiri (Moré) : Arzam tigha ("L'arbre du paradis")
Cameroun	(Foufouldé) : Guiligandja (Mafa) : Gagawandalahai
Côte d'Ivoire	(dioula) : Arjanayiiri
Niger	(Hausa) : Zogala gandi (Zarma) : Windi-bundu
Sénégal	(Wolof) : Neverday, Nébédjay, sap-sap (Sérère) : Nébédjay
Tchad	(Sara) : Kag n'dongue
Togo	(Mina) : Yovoviti
Zimbabwe	(Tonga) : Mupulanga, Zakalanda

Source : Fuglie (2002)

Composition générale : Les feuilles de *M. oleifera* sont un légume de bonne qualité nutritionnelle et sont l'un des meilleurs légumes tropicaux. Elles sont une excellente source de protéines dont les teneurs moyennes varient entre 19-35 % MS (Makkar et Becker, 1996 ; Foidl et al., 2001 ; Fuglie, 2002 ; Richter

et al., 2003 ; Tchiégang et Kitikil, 2004 ; Pamo et al., 2005 ; Kakengi et al., 2007 ; Ndong et al., 2007 ; Adeyinka et al., 2008 ; Olugbemi et al., 2010). Ces différents auteurs ont trouvé que les feuilles matures contiennent moins de protéines que les jeunes feuilles du fait de leur teneur élevée en fibres, notamment en

cellulose brute variant de 9,13-28,2% MS. Les feuilles de *M. oleifera* ont un bon profil en acides aminés. Un phénomène plutôt rare pour une plante, elles possèdent les 10 acides aminés essentiels à l'homme. La teneur en acides aminés (en g/16g N) des feuilles fraîches est plus faible que celle des feuilles traitées à l'éthanol. Ceci est dû à une quantité plus importante d'azote non protéique dans les feuilles fraîches (4,7% contre 2,7%) (Zarkadas *et al.*, 1995). Tous les acides aminés essentiels sont présents à une concentration supérieure par rapport à celle préconisée par la FAO, l'OMS et l'ONU pour les enfants de 2 à 5 ans. La teneur en acides aminés de la farine de feuilles de *M. oleifera* est comparable à celle du tourteau de soja (Bau *et al.*, 1994 ; Makkar et Becker, 1996) avec une digestibilité de 79,2% (Ly *et al.*, 2001). Ayant une teneur relativement élevée en énergie métabolisable, 2273 et 2978 kcal/kg MS (Makkar et Becker, 1996 ; Olugbemi, 2010), les feuilles de *M. oleifera* contiennent une très grande concentration en vitamines A (6,8 mg), B (423 mg), C (220 mg) etc ; en minéraux (fer, calcium, zinc, sélénium, etc.) et sont riches en β -carotène (Fuglie, 2002 ; Mborra *et al.*, 2004). Les minéraux occupent une part modeste de la matière sèche de feuilles de *M. oleifera* avec des teneurs de 0,6 à 11,42% MS. Quant à la matière grasse contenue dans les feuilles de *M. oleifera*, elle varie de 2,3 à 10% MS (Fuglie, 2002 ; Richter *et al.*, 2003 ; Ndong *et al.*, 2007 ; Olugbemi *et al.*, 2010). En somme, *M. oleifera* se caractérise par une forte teneur en nutriments, en antioxydants, en glucosinolates, en composés phytochimiques et par ses qualités organoleptiques. Cependant, le stade de maturation des feuilles et la saison de récolte peuvent influencer ses teneurs, d'un facteur de 1,5 à 3, en particulier pour le β -carotène, le fer et les facteurs antinutritionnels (Yang *et al.*, 2006).

Intérêts agronomiques du *Moringa oleifera* : Le jus des feuilles fraîches peut être utilisé comme fertilisant qui augmente les rendements de 25 à 30% pour de nombreuses cultures à savoir les oignons, le poivron, le soja, le maïs, le sorgho, le café, le thé, le piment, melon, car il contient de la Zéatine, une hormone végétale (Makkar and Becker 1996; Fuglie 2001; Basra *et al.* 2009a, 2009b). Le tourteau qui reste après extraction de l'huile des graines peut également être épandu comme engrais, ou dans le traitement de l'eau trouble où il est appliqué à une dose non supérieure à 250 mg / litre d'eau. En plus de produire de l'huile servant à stabiliser les senteurs en parfumerie, les graines de *M. oleifera* sont utilisées pour traiter l'eau (Wilson, 1992 ; Foidl *et al.*, 2001 ; Price, 2007). Les

feuilles de *M. oleifera*, ajoutées au fourrage pour l'alimentation animale, pourraient être utilisées comme agent bioceutique pour remplacer les antibiotiques (Yang *et al.*, 2006). Une activité anthelminthique a été découverte au niveau des fleurs et des feuilles de cette espèce (Shola et Isaiah, 2013). Du fait de ses qualités nutritives exceptionnelles, les feuilles de *M. oleifera* ont été utilisées aussi bien en alimentation humaine qu'animale (Price, 2007). Nombre d'auteurs se sont intéressés à l'utilisation de la farine de ces feuilles en alimentation animale. Plusieurs travaux se sont aussi intéressés aux feuilles de *M. oleifera* Lam. (Kakengi *et al.*, 2007; Makkar et Becker, 1996). Elles contiennent un taux élevé de protéines (23%), et possèdent un profil en acides aminés adéquat et de faibles taux de facteurs antinutritionnels (Makkar et Becker, 1996). Une étude menée par Tendonkeng *et al.* (2008) a montré que l'incorporation jusqu'à 60 % de farine de feuilles de *M. oleifera* dans la ration finition des poulets de chair en substitution au tourteau de soja, n'a eu aucun effet négatif sur le gain moyen quotidien (GMQ), la consommation et l'indice de consommation alimentaire. Il en est de même de Kaijage *et al.* (2003) et Kakengi *et al.* (2007) qui avec des taux élevés (20 et 15% respectivement) ont constaté une amélioration significative de la coloration en jaune du jaune d'œuf, de la productivité et de la consommation alimentaire chez les poules pondeuses. Ces auteurs ont attribué cette coloration du jaune d'œuf à l'existence des pigments (β -carotènes) dans les feuilles de *M. oleifera*. Toutefois, à 20 % d'incorporation de la farine de ces feuilles, Kakengi *et al.* (2007) ont observé une dépréciation de l'indice de consommation, une baisse de la production et du taux de ponte et une diminution du poids d'œufs. Ces résultats suggèrent que la farine de feuilles de *M. oleifera* remplace partiellement ou complètement la farine de graine de tournesol afin d'améliorer les caractéristiques de la qualité des œufs et des préférences du consommateur, voire améliorer la valeur marchande des œufs. Price (2007) a montré que le gain moyen quotidien (GMQ) des bovins de boucherie et la production de lait ont augmenté respectivement de 30% et de 7-10 l/jour en incorporant les feuilles de *M. oleifera* à 40% dans leur ration. Sarwatt *et al.* (2002) ont montré que la supplémentation des rations des caprins avec les feuilles de *M. oleifera* a amélioré la consommation de la matière sèche, le gain moyen quotidien (GMQ) et le poids vif contrairement à Richter *et al.* (2003), qui ont constaté alors une diminution de ces paramètres chez le tilapia. Ces derniers auteurs ont justifié cette baisse des

performances par la présence des facteurs antinutritionnels (saponines, phénol total, acides phytiques) ou de fibres. Les travaux de Kakengi *et al.* (2007) en Tanzanie sur des poules pondeuses confirment que les performances obtenues avec les feuilles de *M. oleifera* sont parmi les meilleures par rapport aux autres feuilles. La farine de feuilles de *M. oleifera* pourrait ainsi remplacer jusqu'à 20 % la principale source protéique sans entraîner d'effets néfastes sur la ponte. La farine de *M. oleifera* peut être incorporée jusqu'à 24% dans la ration de poulets

indigènes au Sénégal (Ayssiwedé *et al.*, 2011). Le taux d'incorporation pourrait ainsi dépasser 10 % dans le cas des régimes à forte densité énergétique. La farine de feuilles de *M. oleifera* peut être utilisée à des concentrations allant jusqu'à 6% dans l'alimentation des poulettes en croissance, jusqu'à 10% dans l'alimentation des poules pondeuses, jusqu'à 5% dans celle des poulets de chair, et jusqu'à 20% dans celle des lapins sevrés sans effets délétères sur la performance (Abbas, 2013).

SON DE RIZ

Description : Le son de riz provient du tamisage ou vannage des résidus de décortilage du riz qui sont ainsi débarrassés des balles. On lui donne encore le nom de farine basse de riz « paddy » (Widyobroto, 1989; Liorca, 1995). Il renferme des brisures de grain et de la balle. Le son de riz est le plus important sous-produit du riz. Le son de riz est souvent frelaté avec des coques de riz, car il doit avoir une teneur en cellulose brute de 10-15% (Gohl, 1982). Les sous-produits locaux issus de la transformation du riz, notamment les sons, non consommés par l'homme sont valorisés par les animaux dont les porcs. De plus, baser l'élevage des animaux sur les ressources locales permettrait d'augmenter la productivité par unité de ressources fondamentales disponibles (Preston, 1987).

Composition générale : Les difficultés de catégorisation des sous-produits de riz en l'occurrence les balles, le son et la farine basse riz se traduisent par une divergence des résultats sur leur composition chimique au sein de chaque groupe selon les auteurs. Au Bénin, la valeur alimentaire du son de riz est de : 16,1 ; 17,2 ; 27,5 et de 13,6% respectivement pour la matière azotée totale, les cendres totaux, la cellulose brute et les matières grasses (Toléba *et al.*, 2009). La teneur en matière azotée totale est estimée à 2,15% et celle en matières grasses à 1,53% (Mopaté *et al.*, 2011). En ce qui concerne le son de riz, la plupart des échantillons analysés renferment des taux de nutriments inférieurs à celle des tables de l'INRA 1989 (Larbier et Leclercq., 1992)

Intérêts agronomiques : Le son de riz peut substituer une bonne partie du maïs dans les aliments de volaille à cause de sa teneur élevée en matières grasses (13,5 à 18 % MS) et en protéines (12,5 % MS). Cette richesse en matières grasses limite son taux d'utilisation de l'ordre de 25 %. Les acides gras non saturés en cours de rancissement neutralisent l'action des técoférols et provoquent une avitaminose E, qui entraîne une forte mortalité chez le jeune poulet par l'apparition d'encéphalomalacie et une diminution de la fertilité et de l'éclosion des œufs. Ces effets peuvent être éliminés complètement par traitement avec un solvant organique ou addition d'anti-oxydants (Piccioni, 1965). Comme le son de mil, le son de riz constitue une source importante de vitamines du groupe B tout comme le grain entier. L'efficacité zootechnique des régimes contenant du son de riz fait aujourd'hui l'objet de nombreuses controverses entre les auteurs. D'après les travaux de Piang *et al.* (1982) et Hamid et Jaladudin (1987) rapportés par Guérin (1989), le son de riz entraîne une chute de ponte à des taux d'incorporation compris entre 30 et 80 %. Par contre Majun et Payne (1987) ont mis en évidence l'effet bénéfique sur la ponte jusqu'à 60%. Des observations faites montrent que beaucoup de producteurs de porcs africains en font usage (Freitas., 1978 ; Buldgen *et al.*, 1994 ; Mopaté et Koussou, 2003 ; Kiendrébéogo, 2005 ; Mankor *et al.*, 2005).

CO-PRODUITS DE VOLAILLE ET DE POISSON

Description : La AAFCO (Association of American Feed Control Officials) définit les sous-produits de la volaille comme le cou, la tête, les pieds, les œufs non développés, gésiers et intestins (à condition que leur contenu soit vidé), à l'exclusion des plumes (sauf dans les proportions qui peuvent se produire inévitablement

sur les bonnes pratiques de traitement) (AAFCO cité par Watson, 2006). Les co-produits d'abattoir (sang, poumons, intestins) de même que ceux de la pêche (têtes, viscères, arêtes, queues, nageoires, déchets d'usines), sont insuffisamment récupérés et valorisés alors qu'ils constituent d'excellents compléments

protéiques (Ovissipour et al., 2009). Ils peuvent être assez facilement conservés sous forme d'ensilages acides.

Composition générale : L'analyse des compositions de ces matières « secondaires » fait ressortir l'existence de très nombreuses molécules ou groupes de molécules potentiellement valorisables notamment des protéines, des fractions lipidiques, des vitamines, des minéraux mais aussi des composés bioactifs qui ont des propriétés bénéfiques pour la santé humaine et animale (Shahidi, 2006). La farine de co-produits de volaille est une excellence source de protéine, de lysine, de calcium et de phosphore. Elle est constituée de protéines de haute qualité et de matières grasses qui ont été décomposées en acides aminés et en gras pour améliorer le goût par un processus enzymatique. La plupart des sous-produits de volaille peuvent faire l'objet d'une digestion anaérobie dans une installation de production de biogaz à l'exception des os, dont la teneur en cendres est trop élevée (Watson, 2006). Ces déchets d'abattoirs constituent cependant une source potentielle de biomasse valorisable en raison de leurs teneurs en matière organique et fibres. La teneur en éléments nutritifs de la farine de co-produits de volaille peut être très variable et dépend du substrat en cours de traitement (Dale et al., 1993 ; Watson, 2006). Ils sont généralement un ingrédient savoureux et des aliments de haute qualité en raison de sa teneur en acides aminés essentiels, des acides gras, des vitamines et des minéraux, et en plus de son utilisation dans l'élevage, il est en forte demande des industries alimentaires et de l'aquaculture (Meeker et al., 2006). Pour Giri et al. (2000), les viscères de poulet contiennent 92,5% de matières organiques, 32,5% de protéines, 20% de lipides, 7,4% de cendres et 40,1% de glucides. L'analyse chimique des co-produits de poulets a montré une teneur de 60,5% ; 23,4% ; 0,90% et 9,3% respectivement pour les protéines, les lipides, les fibres brutes et les cendres (Hossein et al., 2007). Dans une autre étude de valorisation des viscères de poulet, la teneur en protéines est de 57,90-63,44 % ; celle des lipides de 9,22-16,49% et celle des cendres est comprise entre 4,97 et 12,90% (Saroj, 2013). En Indonésie, les travaux du département Kesehatan sur le poisson *Thunnus atlanticus* en 2001 ont donné une teneur de 20,17% ; 1,17% ; 1,01% et 1002 Kcal/Kg respectivement pour les protéines, les lipides, les fibres brutes et l'énergie métabolisable. La valeur nutritionnelle est évaluée à 14,7% de protéine et 33,6% de lipide pour le poisson-chat (Subramanian et al., 2002). Les viscères de poissons de mer *Epinephelus*

areolatus et *Parupeneus indicus* ont donné respectivement une teneur de 20,70% et de 19,10% pour la protéine (Nithin et al., 2013).

Intérêts agronomiques : La farine des déchets d'abattoirs sont l'un des plus importante source de protéines animales utilisées pour nourrir les animaux domestiques (Meeker et al., 2006). Elles sont utilisées en alimentation animale, humaine, en diététique, en cosmétique (Penda, 2007). Les déchets de poisson issus de la transformation des espèces destinées à la consommation humaine entrent de plus en plus dans la composition des aliments pour animaux et une proportion grandissante de la farine de poisson est désormais fabriquée à partir de ces résidus. La farine de poisson est la première source de protéines utilisée pour l'alimentation des animaux d'élevage en raison de ses hautes qualités nutritives (Nguyen, 2009). Par rapport à la farine de sous produit de poulet, elle est une importante source de protéines dans de nombreux aliments pour animaux domestiques. A partir d'un même type de co-produit (tête, viscères, arêtes, peau) il est possible d'obtenir différents produits dérivés utilisables en :

L'alimentation animale > 71% des solutions de valorisation Produits finis ou ingrédients

Valorisation énergétique > 5% des solutions de valorisation Combustion (graisses, noyaux, balles, etc.) Méthanisation, production biogaz (matières organiques liquides ou solides)

Valorisation agronomique >8% des solutions de valorisation Enrichissement des sols par compostage ou épandage/amendement, fertilisation (bois, boues, effluents,.)

Autres solutions > 16% des solutions de valorisation Les nouvelles matières premières (chimie verte) Extraction de molécules (co-produits végétaux principalement) Ingrédients fonctionnels ou PAI (RESEDA -2007). Les procédés d'hydrolyse enzymatique permettent d'obtenir des peptides biologiquement actifs, dotés de propriétés immunostimulantes, stimulant gastrique, anticancéreuses, anti-hypertensives, anti-oxydantes. La stimulation gastrique s'avère particulièrement intéressante en aquaculture car elle favorise la digestibilité de l'aliment. Au début, les hydrolysats étaient utilisés en remplacement des protéines du lait pour nourrir les veaux. Les hydrolysats protéiques de poisson ont les avantages d'être très digestes et d'avoir une haute qualité nutritive. Ils sont largement utilisés en nutrition animale particulièrement en aquaculture où ils se substituent partiellement à la farine de poisson (Lian

et al., 2005., Kotzamanis et al., 2007). Ce remplacement des farines par des hydrolysats de poisson augmenterait dans certains cas la croissance des poissons (Refstie et al., 2004, Tang et al., 2008). En comparaison avec la caséine, les animaux nourris avec les hydrolysats de poisson gras, après un début de croissance plus lent, atteignent les mêmes masses au bout de quelques semaines. Aujourd'hui, ils interviennent beaucoup dans les aliments de sevrage du porcelet en l'aidant beaucoup à supporter le stress dû au sevrage précoce. Par ailleurs, la médecine vétérinaire, la pharmacie humaine, la cosmétologie ainsi que la diététique sont les domaines d'utilisation des hydrolysats de poissons (Aspmo et al., 2005). Une autre alternative de valorisation des coproduits de la sardine, consiste à obtenir des farines d'hydrolysat des protéines qui sont utilisées comme source de carbone et d'azote pour la production de biomasse et de métabolites. Il a déjà été montré que la synthèse des

protéases a été fortement induite quand la souche de bactérie *Bacillus subtilis* a été cultivée dans un milieu contenant seulement les farines de têtes et de viscères de la sardine (*Sardinella aurita*). Les hydrolysats protéiques ont été aussi utilisés comme source d'azote dans la croissance bactérienne soumise à une production d'enzymes (Triki-Ellouz et al., 2003 ; Ghorbel et al., 2005). Les déchets de poisson sont des sources importantes d'enzymes protéolytiques et de protéines. Les protéases représentent le plus important groupe des enzymes industrielles utilisées dans le monde aujourd'hui. Elles constituent environ 50% du volume d'enzymes de ce marché (Rao et al., 1998). Les protéases ont diverses applications dans les industries du détergeant, alimentaire, agrochimique et pharmaceutique (Zukowski, 1992). Aujourd'hui, il y a une demande de plus en plus croissante d'enzymes protéolytiques de poisson dans les industries alimentaires.

RÉFÉRENCE

- Abbas TE. 2013. The use of *Moringa oleifera* in poultry diets. *Turk J Vet Anim Sci* (2013) 37: 492-496
- Abou Youssouf, Fiogbé Emile D. and Micha Jean-Claude, 2007. Effects of stocking density on growth, yield, and profitability of farming Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, fed *Azolla*-diet, in earthen ponds. Thèse de doctorat : Effet de l'alimentation à base d'*Azolla* sur la production du tilapia du Nil en zones humides au Bénin.
- Accodji J-MM, Fiogbé ED, Gangbazo KH, 2009. Essai de valorisation d'*Azolla* (*Azolla microphylla* Kaulf) dans la production porcine en zone humide. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 3(5): 890-898
- Adeyinka SM, Oyedele OJ, Adeleke TO, Odedire JA, 2008. Reproductive performance of rabbits fed *Moringa oleifera* as a replacement for *Centrosema pubescens*. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy
- Alalade OA, Iyayi EE, 2006. Chemical composition and the feeding value of *Azolla* (*Azolla pinnata*) Meal for egg-type chicks. *International Journal of Poultry Science*, vol. 5, no. 2. pp.137-141.
- Arora et Singh, 2003. Comparison of biomass productivity and nitrogen fixing potential of *Azolla Spp*. *Biomass and Bioenergy* 24 175-178
- Aspmo SI, Horn SJ, Eijsink VGH, 2005. Enzymatic hydrolysis of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) viscera. *Process Biochem.*, 40: 1957-66.
- Ayssiwedé, SB, 2011 : Amélioration de l'alimentation des poulets traditionnels avec des rations à base de feuilles de *Moringa oleifera* (LAM), de *Leuceana leucocephala* (LAM) et de *Cassia tora* (LINN). Thèse de Doctorat en sciences agronomiques de l'université d'Abomey-Calavi, 281 p.
- Basak B, Pramanik MdAH, Rahman MS, Tarafdar SU, Roy BC, 2002. *Azolla* (*Azolla pinnata*) as a feed ingredient in Broiler ration. *International Journal of Poultry Science* 1 (1), 29-34
- Basra SMA, Zahar M, Rehman H, Yasmin A, Munir H., 2009a. Evaluating the response of sorghum and moringa leaf water extracts on seedling growth in hybrid maize. In: *Proceedings of the International Conference on Sustainable Food Grain Production: Challenges and Opportunities*. University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, pp. 22.
- Basra SMA, Zahoor R, Rehman H, Afzal I, Farooq M., 2009b. Response of root applied brassica and moringa leaf water extracts on seedling growth in sunflower. In: *Proceedings of the International Conference on Sustainable Food Grain Production: Challenges and Opportunities*. University of Agriculture Faisalabad, Pakistan, pp. 23.
- Bau HM, Villaume C, Lin CF., Evrard J, Quemener B, Nicolas JP, Méjean L, 1994. Effect of a solid state fermentation using *Rhizopus*

- oligosporum sp.T-3 on elimination of antinutritional substances and modification of biochemical constituents of defatted rapeseed meal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 65: 315-322.
- Boullard B, 2001. *Plantes médicinales du monde: Réalités et Croyances*. Paris : ESTEM éditions.
- Buldgen A, Piraux M, Dieng A, Schmit G, Compère R, 1994. Les élevages de porcs traditionnels du bassin arachidier sénégalais. *Revue Mondiale de Zootechnie*, 80/81, 3 – 4, 63 – 70.
- Buldgen, A., 2009. Nutritional value of aquatic ferns (*Azolla filiculoides* Lam. and *Salvinia molesta* Mitchell) in pigs. *Animal Feed Science and Technology* 149 135-148.
- Cagauan AG, 1999. Production, economics and ecological effects of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* (L.)), a hybrid fern *Azolla* (*Azolla microphylla* Kaulf. x *Azolla filiculoides* Lam.) and mallard duck (*Anas platyrhynchos* L.) in integrated lowland irrigated rice-based farming system in the Philippines. PhD Thesis, UCL, Louvain-La-Neuve, Belgique, 404 p.
- Carrapiço F, teixeira G, Adélia DM, 2000. *Azolla* as a biofertilizer in Africa. A challenge for the future. *Revista de Ciências Agrárias* 23 (3-4), 120-138.
- Castillo LS, 1983. Feeding value of crop residues of food crops grown in rice-based farming systems, p 23. In *Asian Cropping Network, Crop-Livestock Research Workshop*, Los Banos, 25-28 April 1983, (off-print)
- Cohen-Shoel N, Barkay Z, Ilzyer D, Gilath I, Tel-Or E, 2002. Biofiltration of toxic elements by *Azolla* biomass. *Water, Air, and Soil Pollution* 135: 93-104.
- Costa ML, Santos MCR, Carrapico, F, Pereirac, AL, 2009. *Azolla-Anabaena's* behaviour in urban wastewater and artificial media-Influence of combined nitrogen. *Water Resource*. 43, 3743-3750.
- D'Mello JPF, 1992. Nutritional potentialities of fodder trees and fodder shrubs as protein sources in monogastric nutrition. In: Speedy A., Pugliese P.-L. (Eds.), *Legume trees and other fodder trees as protein sources for livestock*.-Rome: FAO.- 339 p.
- Dahouda M, Toléba SS, Senou M, Youssao AKI, Hambuckers A, Hornick J-L, 2009. Les ressources alimentaires non-conventionnelles utilisables pour la production aviaire en Afrique: valeurs nutritionnelles et contraintes. *Ann. Méd. Vét.*, 153: 5-21.
- Dale N, Fancher B, Zumbado M, Villacres A, 1993. Metabolizable energy content of poultry offal meal. *J. Appl. Poult. Res.*, 2: 40–42
- Dumay J, Donnay-Moreno C, Barnathan G, Jaouen P, Bergé JP, 2006. Improvement of lipid and phospholipid recoveries from sardine (*Sardina pilchardus*) viscera using industrial proteases. *Process Biochem.*, 41: 2327-32.
- Esonu BO, Opara MN, Okoli IC, Obikaonu HO, Udedibie C, Iheshiolor OOM, 2006. Physiological response of laying birds to Neem (*Azadirachta Indica*) leaf meal-based diets: body weight organ characteristics and haematology. *Online J. Health Allied Sc*, 5
- Figueroa V et Ly J., 1990. Alimentación Porcina pas convencional. *GEPLACEA / PNUD Série Diversificación*, México pp 215
- Fiogbé ED, Micha J-C, Van Hove C, 2004. Use of a natural aquatic fern, *Azolla microphylla*, as a main component in food for the omnivorous-phytoplanktonophagous tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *J. Appl. Ichthyol.*, vol. 20, pp. 517–520.
- Foidl N, Makkar HPS, Becker K, 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses (45-76). In: Fuglie L. J (editor). *The miracle tree: the multiple attributes of Moringa*.-Wageningen : CTA; Dakar: CWS.- 177p.
- Freitas Koumlanvi I, 1978. Etude des produits et sous-produits agro-industriels du Togo et les possibilités de leurs utilisations en Elevage. Thèse de Doctorat Vétérinaire N° 5, EISMV – Dakar (Sénégal), 174 p. IEMVT (Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux), 1989. Précis d'élevage du porc en zone tropicale. Collection Manuels et précis d'élevage, 2 ème édition, La documentation française, Paris (France), 331 p.
- Frontier-Abour D, Rivière J, Favier P, Abraham J, 1977. Valeur alimentaire de farines fabriquées en laboratoire a partir de poissons de la région de nosy-bé , extraire des anales de nutrition et d'alimentation, vol : 32, ,17p
- Fuglie LJ, 2001. Introduction to the multiple uses of *Moringa* (7-10) In: Fuglie L J (editor). *The miracle tree: the multiple attributes of*

- Moringa.-Wageningen : CTA; Dakar: CWS.-177p
- Fuglie LJ, 2002. Noms vernaculaires du Moringa oleifera (163-167) In : L'arbre de la vie, Les multiples usages du Moringa.-Wageningen : CTA; Dakar: CWS.-177p.
- Fuglie LJ, 2002. Nutrition naturelle sous les tropiques (105-118) In : L'arbre de la vie, Les multiples usages du Moringa.-Wageningen : CTA; Dakar: CWS.-177p.
- Gbogouri GA, Linder M, Fanni J, Parmentier M, 2004. Influence of hydrolysis degree on the functional properties of salmon by-products hydrolysates. J Food Sci., 69(8): 615-22.
- Geoffroy F, Naves M, Saminadin G, Borel H, Alexandre G, 1991. Utilisation des ressources alimentaires non conventionnelles par les petits ruminants. Revue Elev. Méd. Vét. Pays trop, (n° spécial) : 105-112.
- Giri SS, Sahoo SK, Sahu AK, Mukhopadhyay PK, 2000. Growth, feed utilization and carcass composition of catfish *Clarias batrachus* (Linn) fingerlings fed on dried fish and chicken viscera incorporated diets. Aquaculture Research, 31, 767-771.
- Gohl B, 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. Collection FAO : Production et santé animale n° 12, 333 - 336.
- Guérard F, Batista I, Pires C, Thorkelson G, Le Gal Y, 2004. Report on sources and selection criteria for raw material. Rapport établi pour le programme SEAFOOD plus.- 57
- Guérard F, Dufossé L, De La Broise D, Binet A, 2001. Enzymatic hydrolysis of proteins from yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) wastes using alcalase. J Mol Catal B-Enzym., 11: 1051-9.
- Guérard F, Guimas L, Binet A, 2002. - Production of tuna waste hydrolysates by a commercial neutral protease preparation. J Mol Catal B-Enzym., 19-20: 489-98.
- Guérin H, Maignan G, Rasambainarivo JH, 1989. L'alimentation du bétail à Madagascar, les ressources en matières premières, leur utilisation par l'élevage, action à mener pour le développement durable des productions animales. Vol. 1: Ministère de la production animale, 173 p.
- Hasan MR, Chakrabarti R, 2009. Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture: A review. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper, 531. FAO, Rome, Italy
- Hossein JN, Hassan NM, Javad P., Feridoon E. S. and Abolghasem G. 2007 : Determination of Chemical composition, Mineral contents, and Protein Quality of Poultry By-Product Meal. International Journal of Poultry Sciences 6(12) :875-882.
- Imorou Toko Ibrahim. Amélioration de la production halieutique des trous traditionnels à poissons (whedos) du delta de l'Ouémé (sud Bénin) par la promotion de l'élevage des poissons-chats *Clarias gariepinus* et *Heterobranchus longifilis*. Prom. : Kestemont, Patrick (2007)
- INRA, 1989. Alimentation des animaux monogastriques: Porc, lapin, volailles. 2nd (Ed.), Institut National des Recherche Agronomiques.France. P 282.
- Kaijage JT, Sarwatt SV, Mutayoba SK, 2003. Moringa oleifera leaf meal can improve quality characteristics and consumer preference of marketable eggs. Un published dicertation for award of Msc degerde in animal science at Sokoine University of Agriculture, Morogoro, Tanzania.
- Kakengi AMV, Kaijage JT, Sarwatt SV, Mutayoba SK, Shem MN, Fujihara T, 2007. Effect of Moringa oleifera leaf meal as a substitute for sunflower seed meal on performance of laying hens in Tanzania. Livest. Res. Rural Dev.19
- Khatun A, Ali MA, Dingle JG, 1999. Comparative of the nutritive value for laying hens of diets containing *Azolla* (*Azolla pinnata*) based on formulation using digestible protein and digestible amino acid versus total protein and total amino acid. Animal Feed Science and Technology 81, 43-56.
- Kiendrébéogo T, 2005. Diagnostic des élevages porcins de la zone de Bobo-Dioulasso : systèmes d'élevage et conditions technico-économiques de production. Mémoire de DEA en Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN), option. Productions Animales, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Burkina Faso, 48 p. + annexes.
- Kotzamanis YP, Gisbert E, Gatesoupe FJ, Zambonino Infante J, Cahu C, 2007. Effects of different dietary levels of fish protein hydrolysates on growth, digestive enzymes, gut microbiota, and resistance to *Vibrio anguillarum* in

- European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Comparative biochemistry and physiology, 147: 205-14.
- Larbier M, Leclercq B, 1992. Nutrition et alimentation des volailles. INRA, Paris, 355 p.
- Leterme P, Londono AM, Munoz JE, Suarez J, Bedoya CA., Souffrant WB, Buldgen A, 2009. Nutritional value of aquatic ferns (*Azolla filiculoides* Lam. and *Salvinia molesta* Mitchell) in pigs. Animal Feed Science and Technology 149 135-148
- Lian PZ, Lee CM, Park E, 2005. Characterization of squid-processing by-product hydrolysates and its potential as aquaculture feed ingredient. J. Agric. Food Chem., 53: 5587- 92.
- Liorca A., 1995. Les issues du riz, les sons de mil et de maïs, les tourteaux d'arachides et les farines de poissons du SENEAL. Mémoire de stage, DESS productions animales en régions chaudes. IEMVT, INA -PO, ENVA, 57.
- Ly J, Pok S, Preston TR, 2001. Nutritional evaluation of tropical leaves for pigs: Pepsin/pancreatin digestibility of thirteen plant species.
- Makkar HPS, Becker K (1996) Nutritional value and antinutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. Anim Feed Sci Technol 63: 211-228.
- Makkar HPS, Becker K, 1997. Nutrients and antiquality factors in different morphological parts of the *Moringa oleifera* tree. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 128: 311-322
- Makkar HPS, Becker K, 1999. Nutritional value and whole and ethanol antinutritional components of extracted *Moringa oleifera* leaves. Animal Feed Science Technology, 63: 211-228.
- Mankor A, Duteurtre G, D'Hauteville F, 2005. Le marché de la viande à Dakar : la satisfaction des consommateurs en question. Communication au Colloque Société Française d'Economie Rurale (SFER), 19 p. http://epe.cirad.fr/fr/doc/marche_viande_Dakar_2005.pdf
- Mbora A, Mundia G, Muasya S, 2004. Combating nutrition with *Moringa oleifera*.-Nairobi: World Agroforestry Centre.
- Meeker DL, Hamilton CR, 2006. An overview of the rendering industry. In: Essential rendering. Meeker (Ed). National Renderers Association
- Mopaté LY, Kaboré-Zoungrana CY, Facho B, 2011. Disponibilité et valeurs alimentaires des sons de riz, maïs et sorgho mobilisables dans l'alimentation des porcs à N'Djaména (Tchad) Journal of Applied Biosciences 41: 2757 – 2764
- Mopaté LY, 2008. Dynamique des élevages porcins et amélioration de la production en zones urbaine et périurbaine de la ville de N'Djaména (Tchad). Thèse de Doctorat Unique en Gestion Intégrée des ressources Naturelles, option : Productions Animales, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB), Burkina-Faso, 245 p
- Mopaté LY, Koussou MO, 2003. L'élevage porcin, un élevage ignoré mais pourtant bien implanté dans les agro-systèmes ruraux et périurbains du Tchad. In : Jamin J. Y., Seyni Boukar L. et Floret C. (éditeurs scientifiques -CD-ROM), Actes du colloque « Savanes africaines : des espaces en mutations, des acteurs face à des nouveaux défis », Garoua, Cameroun, 27 – 31 /05/2002, 9 p
- Morton JF, 1991. The horseradish tree, *Moringa Pterygosperma* (Moringaceae) –A Boon to Arid Lands. Economic Botany, 45: 318-333.
- Nalinanon S, Benjakul S, Visessanguan W, Kishimura H, 2008. Tuna pepsin: characteristics and its use for collagen extraction from the skin of threagfin bream (*Nemipterus ssp*). J Food Sci., 73(5): 413-9.
- Ndong M, Wade S, Dossou N, Guiro AT, Gning RD, 2007. Valeur nutritionnelle du *Moringa oleifera*, étude de la biodisponibilité du fer, effet de l'enrichissement de divers plats traditionnels sénégalais avec la poudre des feuilles. African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development, 7 (3).
- Nguyen TMH, 2009. Valorisation de matières premières marines de faible valeur ajoutée: application aux co-produits de thon, thèse de doctorat, discipline : génie des procédés, spécialité : biotechnologie, université de nantes ufr sciences et techniques, 23-24
- Nithin KP, Manjunatha RA, Sudhakar NS, Prabhu RM 2013. Physical and chemical properties of filleting waste from grouper and goat fish. International Journal of Science, Environment ISSN 2278-3687 (O) and Technology, Vol. 2, No 4, 2013, 760 – 764
- Olson ME, 2001. Introduction to *Moringa* family (11-28). In: Fuglie L.J (editor). The miracle tree: the multiple attributes of *Moringa*.-Wageningen : CTA; Dakar: CWS.- 177p.

- Olugbemi TS, Mutayoba SK, Lekule FP, 2010. Effect of *Moringa (Moringa oleifera)* Inclusion in Cassava Based Diets Fed to Broiler Chickens. International Journal of Poultry Science, 9 (4): 363-367.
- Ovissipour M, Abedian, A.M, Motamedzadegan A, Rasco B, Safari R., Shahiri, H. 2009. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from the Persian sturgeon (*Accipenser persicus*) viscera. Food Chem 115: 238-242.
- Palada MC, Changl LC, 2003. Suggested cultural practices for *Moringa*. International Cooperators' Guide AVRDC. AVRDC pub # 03-545 www.avrdc.org.
- Pamo ET, Niba AT, Fonteh FA, Tedonkeng F, Kana JR, Boukila B, Tsachoung J, 2005. Effet de la supplémentation au *Moringa oleifera* ou aux blocs multinationnels sur l'évolution du poids post partum et la croissance pré-sevrage des cobayes (*Cavia porcellus* L.). Livestock Research for Rural Development, 17.
- Paoletti C, Bocci F, Lercker G, Capella P, Materassi R, 1987. Lipid composition of *Azolla caroliniana* biomass and its seasonal variation. Phytochemistry 26 (4), 1045-1047
- Penda E, 2007. Contribution à l'étude de la valorisation de protéines d'hydrolysats obtenues par hydrolyse enzymatique des co-produits (tête, viscères) de la Sole tropicale (*Cynoglossus senegalensis*) au Sénégal, thèse de doctorat en médecine vétérinaire à Dakar, Sénégal, 77-88
- Piccioni M, 1965. Dictionnaire des aliments pour animaux, Edizioni Agricole, Italie, 638 p.
- Preston TR, 1987. Porc et volailles sous les tropiques: utilisation des ressources alimentaires locales. CTA (centre technique de coopération agricole et rurale), Belgique, 27p.
- Price ML, 2007. Le *Moringa*. In Note technique- ECHO (revue en 2000, en 2002 et en 2007).
- Qaiser M, 1973. Moringaceae. In Flora of West Pakistan, Nasir E, Ali SI (eds). No.38. University of Karachi Press: Karachi, 1-4.
- Raja W, Rathaur P, John SA, Ramteke PW, 2012. *Azolla*: an aquatic pteridophyte with great potential. International Journal of Research in Biological Sciences 2012; 2(2): 68-72
- Raja W, Rathaur P, John SA, Ramteke PW, 2012. *Azolla-Anabaena* Association and Its Significance In Supportable Agriculture. Hacettepe J. Biol. & Chem., 2012, 40 (1), 1-6
- Rao MB, Tanksale AM., Ghatge MS et Deshpande VV, 1998. Molecular and biotechnological aspects of microbial proteases. Microbiol. Mol. Biol. Rev. 62: 597-635.
- Refstie S, Olli JJ, Standal H, 2004. Feed intake, growth and protein utilization by post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in response to graded levels of fish protein hydrolysate in the diet. Aquaculture, 239: 331-49.
- RESEDA (Réseau des organisations professionnelles et interprofessionnelles pour la Sécurité et la qualité des Denrées Animales) -2007
- Richter N, Siddhuraju P, Becker K, 2003. Evaluation of nutritional quality of *Moringa (Moringa oleifera* Lam.) leaves as an alternative protein source for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.): Aquaculture 217: 599- 611.
- Sarwatt SV, Kapange SS, Kakengi AMV, 2002. The effects on intake, digestibility and growth of goats when sunflower seed cake is replaced with *Moringa oleifera* leaves in supplements fed with *Chloris gayana* hay. Agroforestry Systems, 56: 241-247.
- Serag MS, El-Hakeem A, Badway M, Mousa MA, 2000. On the Ecology of *Azolla filiculoides* Lam. in Damietta District, Egypt. Limnologica 30: 73-81.
- Shahidi F, 2006. Maximising the value of marine by-products. Memorial University of New foundland, Canada, 560 pp.
- Shamna TP, Peethambaran PA, Jalaludeen A, Leo J, Muhammad AMK, 2013. Broiler characteristics of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) at different levels of diet substitution with *Azolla pinnata*. Animal Science Reporter, Volume 7, Issue 2, April, 2013
- Shiomi N, Kitoh S, 2001. *Azolla* in a pond, nutrient composition, and use as fish food. Soil Sci, Plant Nutr., vol. 47(1), pp. 27-34.
- Shola, D.O., Isaiah, O., 2013. Direct effects of *Moringa oleifera* Lam (Moringaceae) acetone leaf extract on broiler chickens naturally infected with *Eimeria* species. Tropical Animal Health and Production, 45(6): 1423-1428.
- Subramaniam S, Witoon P, Casey CG, Joan MK, Steven L, 2002. FA Composition of Crude Oil Recovered from Catfish Viscera. JAOCS, Vol. 79, no. 10 (2002)

- Tang HG, Wu TX, Zhao ZY, Pan XD, 2008. Effects of fish protein hydrolysate on growth performance and humoral immune response in large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea* R.). Zhejiang Univ Sci B., 9: 684-90.
- Tchiégang C, Aissatou K, 2004. Données ethnonutritionnelles et caractéristiques physico-chimiques des légumes-feuilles consommés dans la savane de l'Adamaoua (Cameroun). Tropicultura, 22 (1): 11-18
- Tendonkeng F, Boukila B, Beguidé A, Pamo TE, 2008. Essai de substitution du tourteau de soja par la farine de feuilles de *Moringa oleifera* dans la ration finition des poulets de chair (16). In: Conference Internationale sur le renforcement de la compétitivité en Aviculture Semi-industrielle en Afrique (CIASA) ; 5-9 Mai 2008, Dakar (Sénégal).
- The Wealth of India (A Dictionary of Indian Raw Materials and Industrial Products). 1962. Raw Materials, Vol. VI: L-M; Council of Scientific and Industrial Research: New Delhi, 425– 429.
- Toléba SS, Youssao AKI, Dahouda M, Missainhou UMA, Mensah GA, 2009. Identification et valeurs nutritionnelles des aliments utilisés en élevage d'aulacodes (*Thryonomys swinderianus*) dans les villes de Cotonou et Porto- Novo au Bénin. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin Numéro 64 – Juin 2009
- Triki-Ellouz Y, Ghorbel B, Souissi N, Kammoun S, Nasri M, 2003. Biosynthesis of protease by *Pseudomonas aeruginosa* MN7 grown on fish substrate. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 19: 41-45.
- Wandee T, Tinnagon T, Kunlayaphat W, 2012. Efficiency of *Azolla* (*Azolla microphylla*) Digestibility in Growing Pig Feeds. KHON KAEN AGR.J.40SUPPLEMENT2:468-471(2012).
- Watson H, 2006. Poultry meal vs poultry by-product meal. Dogs in Canada Magazine
- Widyodroto B.P., 1989. Lavaleur alimentaire des issues de riz distribuées aux animaux domestiques. Mémoire de DEA Univ.Rennel, 107p.
- Yang RY, Chang LC, Hsu JC, Weng BBC, Palada Manuel C, Chadha ML, Levasseur V, 2006. Propriétés nutritionnelles et fonctionnelles des feuilles de Moringa. -Du germoplasme, à la plante, à l'aliment et à la santé (1-9). In : Moringa et autres végétaux à fort potentiel nutritionnel : Stratégies, normes et marchés pour un meilleur impact sur la nutrition en Afrique : 16-18 Novembre, Accra (Ghana) 9p.
- Zarkadas CG, Yu Z, Burrows VD, 1995. Protein quality of three new Canadian-developed naked oat cultivars using amino acid compositional data. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43: 415-421.
- Zukowski MM, 1992. Production of commercially valuable products. In R. H. Doi & M. Mc Gloughlin (Eds.), Biology of bacilli: Application to industry (pp. 311–337). London: Butterworth-Heinemann.