

Utilisation des fertilisants organiques d'origine animale et végétale pour le développement de la pisciculture dans les étangs : Synthèse bibliographique.

R Adande, E.D Fiogbe

Laboratoire de recherche sur les zones humides(LRZH), Département de Zoologie, Faculté des Sciences et Techniques (FAST),
Université d'Abomey-Calavi. 01 B.P. 526 Cotonou (Bénin).

Abstract

Les fertilisants organiques d'origine animale (bouse de vache, fiente de volaille, déjections ou lisiers de porc et crotte de lapin) ou d'origine végétale (Azolla, son de maïs et de riz) sont considérées au prime abord comme des déchets. Par contre, ce sont de très bons engrais organiques, dont l'utilisation de façon efficiente et judicieuse pourrait servir de base de développement de l'agriculture en générale et en particulier l'aquaculture. La synthèse de nombreux travaux scientifiques lus, a été faite sur l'utilisation de ces fertilisants organiques dans la production de poissons. Au cours de ce travail, un accent est mis sur la description et la composition chimique et organique ainsi que les intérêts aquacoles et écologiques de ces produits. L'utilisation de ces fertilisants est une alternative nécessaire vis-à-vis de l'engrais chimique qui est source de nombreux dégâts aussi bien pour l'environnement que pour les êtres vivants. La rationalisation de cette pratique dans la production de poissons dans les milieux ruraux contribuerait au développement de la pisciculture.

Keywords: engrais, déchets, environnement, écologie, aquaculture.

Introduction

Dans un monde où la malnutrition chronique atteint aujourd'hui plus de 800 millions de personnes, les besoins globaux croissants de nourriture exigent des augmentations substantielles de production de protéines dans les prochaines années avec un effort de conservation de la biodiversité (FAO, 2014) [25]. Les résidus agricoles de la ferme et les sous-produits de l'élevage sont considérés dans un premier temps comme des déchets qui polluent l'environnement (Morissens, 1979) [63]. Ils constituent de nos jours des aliments organiques primordiaux utilisés dans des systèmes intégrés pour le développement de l'aquaculture dans de nombreux pays de l'Asie et de l'Afrique (Brown., 2014) [15]. L'aquaculture en générale et la pisciculture en particulier contribuent majoritairement à l'alimentation à base de produits halieutiques (Chevassus et Lazard, 2009; Solomon et Ezigbo, 2010; FAO, 2012) [83, 26]. La demande en poisson devient de plus en plus élevée à cause de la croissance rapide de la population qui pourrait atteindre 9.6 milliards d'ici à 2050 (UNDESA, 2013) [88]. Par conséquent, les stocks halieutiques ont diminué au niveau mondial, avec pour corollaire une chute de la courbe de croissance des pêches il y a environ 20 ans (FAO, 2014) [25]. De plus, la biodiversité est fortement menacée en raison de la pollution du milieu naturel et l'exploitation abusive des eaux avec des engins prohibés occasionnant ainsi la disparition de certaines espèces (Portejoie *et al.*, 2002; Toko *et al.*, 2007; Dovonou, 2008; Sohou *et al.*, 2009; Adjahouinou *et al.*, 2012; Rurangwa *et al.*, 2014) [3, 22, 71, 76, 81, 85]. La pisciculture est capable d'une production majoritaire car elle prévoit une croissance annuelle mondiale de 7% (FAO, 2012) [26]. La croissance et la rentabilité de la pisciculture reposent essentiellement sur la productivité naturelle due à la fertilisation d'origine minérale ou organique (Delmondo, 1980; Heper et Pruginin, 1981; Schroeder, 1983;

Barbe *et al.*, 2000; Schlumberger et Bouretz, 2002) [10, 19, 36, 77, 78]. Ainsi, elles constituent des sources importantes d'énergie pour le réseau trophique, base de développement d'une pisciculture optimale (Brown *et al.*, 2014) [15]. Ce sont la bouse de vache, les fientes de volaille, les déjections de porcs, les crottes de lapin, Azolla, le son de riz et de maïs (Sévrin-Reyssac, 1994; Dabbadie, 1996; Morissens *et al.*, 1996; Awaïss et Kestemont, 1997; Prithwiraj *et al.*, 2004; Abou, 2007; Dossou, 2008; Agadjihouede, 2011; Akodogbo *et al.*, 2015; FAO, 2015). Il s'agit donc dans cette synthèse de faire leurs descriptions, compositions générales et intérêts aquacoles [1, 5, 9, 17, 21, 26, 62, 74, 79].

Bouse de vache

Descriptions

Selon Christophe (2004) [16], la bouse est le produit de la digestion des végétaux ingérés par les bovidés. Les différents remaniements dans le tube digestif permettent une assimilation et une intégration d'une partie seulement des matières ingérées, le reste étant éliminé dans les bouses. Ces dernières sont donc riches en différents éléments organiques. C'est pour cette raison que la bouse représente un engrais de qualité notamment pour sa forte teneur en azote, élément primordial pour le développement des végétaux (FAO, 2015) [26]. La bouse est un excellent combustible. Elle servait en Afrique comme couveuse pour éclore les œufs, pour la cuisson de la porterie, le revêtement des murs et en France et en Inde pour la fusion des métaux (Gandilhon, 1978) [28].

Composition générale

La minéralisation et l'humification de la bouse de vache est assurée par les insectes coprophages ensuite les microorganismes. Un tel processus améliore les propriétés physico-chimiques des horizons édaphiques et augmente la

production primaire, car les excréments sont des produits organiques ayant été transformés lors du transit intestinal, donc plus facilement minéralisable que la litière brute (Christophe, 2004) [16]. Le pourcentage des éléments minéraux varie en fonction du type d'alimentation du bovidé. Ainsi, le pourcentage d'élément restitué dans la bouse peut être de: 16,42% d'azote, 13,72% de phosphore, 19,12 % de potassium, 16,21% de calcium, 16,63% de magnésium, 17,87% de sodium et contient 80 à 90% d'eau et 20% de cendre (Lancon 1978) [44]. Son taux de minéralisation est de 1,03% par jour. La composition initiale de la bouse de vache en matière sèche est de 91,01% tandis que la matière organique y représente 44,49% et la matière minérale 55,51%, carbone organique total 25,81%, azote totale 2,22%, phosphate total 0,42%, potassium 0,39% (Lancon 1978) [44]. De plus, son rapport carbone sur azote (C/N), critère de qualité du fertilisant (Paul *et al.*, 1989; Nève *et al.*, 2009), peut varier. Ainsi, Agadjihouèdé *et al.* (2011) et Mallouhi (1997) l'ont estimé respectivement à 11,05 et 21,84 [4, 56, 64, 68].

Fiente de volaille

Description

Les fientes de volailles sont des excréments purs de couleur brune, produits sans litière (ITAVI, 2001). Ces matières ne doivent donc pas être confondues avec les fumiers qui sont des produits mixtes issus des élevages sur paille.

Composition générale

Ce sont des produits pâteux à secs dont la teneur en matière sèche, variable selon leur état de déshydratation, est au moins égale à 20%. Les quantités de fientes produites sont de l'ordre de 0,2 litre de produit brut par animal et par jour, dont seulement une partie peut être utilisée comme fertilisant. La fiente humide a 25% de matière sèche, 15% d'azote, 14% phosphore, 12% de potassium alors que la fiente pré-séchée sur tapis contient 40% de matière sèche, 22% d'azote, 20% de phosphore, 12% de potassium (Gérard *et al.*, 2012) [29]. Selon Agadjihouèdé *et al.* (2011) [4], la fiente de volaille est constituée de 80,80% de matière sèche, 4,59% de matière organique, 56,41% de matière minérale, 25,28% de carbone organique total, 2,18% d'azote total, 1,9% de phosphate total, *et al.*, 91% de potassium. Son rapport carbone sur azote (C/N) est de 9,45. Ce même rapport est de 6,4 selon les résultats de Decoopman (2006) [18]. Cette différence entre les différents résultats peut être justifiée par le type et la qualité d'aliment distribué.

Déjections ou lisiers de porcs

Description

Le lisier de porcs est la résultante du mélange des fèces, des urines, des eaux de lavages, des résidus alimentaires, des additifs divers et des poils (Beline, 2001; Goulet, 2005; Petersen *et al.*, 2005) [11, 32, 69]. Il est constitué de matières organiques et de matières minérales (van *et al.*, 2003) [89]. Les déjections de porcs émettent des odeurs dues à la fermentation du mélange urine-fèces. L'isolement de l'urine et des fèces sous le caillebotis et l'enlèvement rapide des deux fractions, amélioreraient les conditions hygiéniques, l'ambiance, l'environnement porcin et, par le fait même, diminueraient les émissions d'odeurs (Jongebreur, 1981) [41]. L'utilisation rapide des fèces et de l'urine permet de réduire de 50% les émissions d'odeurs, en altérant le processus de dégradation du lisier (Kroodsmas, 1986 et Gilbertson, 1987) [30].

Composition générale

Selon Hamel *et al.* (2003), le lisier de porc renferme dans la fraction solide, 33,7% de matière sèche, 66% d'azote total, 91% phosphore 91% potassium et 94% calcium, alors que la fraction liquide contient en matière sèche, azote total, phosphore total, potassium et calcium respectivement 2,5%, 34%, 9%, 40% et 6%. Ces résultats mettent en évidence l'abondance en éléments fertilisants plus dans la fraction solide que la fraction liquide.

Le lisier de porc contient 49% de matière sèche, 37,28% d'azote total, 11,01% de phosphore total, 17,79% de potassium, et 3,89% de calcium avec 75% d'azote ammoniacal dissous, 10% d'azote organique dans la fraction solide et 15% dans la fraction liquide (LNE, 2012) [54]. Le lisier sédimente en cours de stockage et la teneur en azote total du lisier de porc est donc supérieur dans le fond des fosses (Levasseur, 1998) [52].

Crottes de lapin

Description

Les crottes (excréments) des lapins font environ 10 millimètres de diamètre (Aulagnier *et al.*, 2010; Lebas, 2015) [8, 49]. Les lapins rejettent leurs crottes au hasard, au gré de leurs déplacements, mais aussi dans des endroits bien particuliers. La physiologie digestive est dominée par la caecotrophie, à ne pas confondre avec la coprophagie; en effet, deux types de crottes peuvent être distingués chez le lapin: les caecotrophes, petites crottes luisantes, molles, regroupées le plus souvent en grappes et très odorantes, particulièrement riches en protéines, vitamines et minéraux et consommées par le lapin; et les crottes rondes, dures et sèches, constituant, en revanche, des déchets (Lebas, 1983) [48].

Composition générale

Du fait, de la spécificité des actions digestives aboutissant à leur formation, la composition des crottes molles est différente de celle des crottes dures. Les caecotrophes sont plus riches en eau, en matière azotées totales, 32% MS contre 11% MS pour les crottes dures et matière minérale 8% MS contre 5% MS pour les crottes dures et plus pauvres en cellulose brute 28% MS contre 51% MS crottes dures (Laurent, 2012) [46].

La composition minérale des crottes dépend beaucoup de celle des aliments consommés par les lapins. En particulier, la teneur en azote dépend non seulement de la composition des aliments mais aussi des conditions de compostage (Mimault *et al.*, 2007) [59].

Table 1: Composition moyenne en macroéléments des crottes dures et molles (Djago *et al.*, 2007) [20].

	Crottes dures et Crottes molles (Caecotrophes)
Azote (N)	42,85% *
Phosphore (P)	14,28% *
Potassium (K)	42,85% *

* Moyenne N, P, K du mélange des deux types de crottes. Selon Djago *et al.* (2007) [20], les crottes contiennent aussi des oligo-éléments tels que le cuivre, le fer, le manganèse et le zinc.

Azolla fillicoides

Description

Azolla est une fougère aquatique, de la famille des Azollaceae, ordre des Salviniaceae, constituée de fronde de 3 à 4 cm de longueur. C'est une plante vasculaire facile à cultiver en milieu

lenticque tels que les eaux marécageuses ou en étang d'eau douce (Van Hove, 1989 [39]; Hédji *et al.*, 2014) [35]. Selon Van Hove (1989) [39] et Shiomi (1993) [80], cette plante a la capacité d'enrichir les milieux humides en azote grâce à son caractère diazotrophe, car *Azolla* a l'habilité de transformer l'azote atmosphérique (N₂) en ammoniac (NH₃) à partir d'une cyanobactérie (*Anabeana azolla*). Elle constitue aussi une grande source de protéine pour différentes espèces animales et végétales selon leur milieu (Antoine *et al.*, 1986; Wagner *et al.*, 1997; Lejeune *et al.*, 1999, Accodji *et al.*, 2009) [2, 6, 50, 91].

Composition générale

Azolla est un bon fertilisant dans la production halieutique avec sa composition chimique très riche, capable d'être une source d'énergie pour les êtres vivants (végétaux et animaux) (Abou, 2007) [1]. Les différentes proportions des éléments constitutifs sont consignées dans le tableau 2.

Table 2: composition minérale d'*Azolla* (Lumpkin et Plucknett, 1982) [55]

Azolla	Proportions
Phosphore (% MS)	0,16-1,59
Potassium (% MS)	0,31-5,97
Calcium (% MS)	0,45-1,70
Magnésium (% MS)	0,22-0,66

Son de riz et de maïs

Description

Les sons sont en général les sous-produits des céréales (Iemvt, 1989) [40]. Le son de maïs: le terme son employé résulte d'un

mélange farineux d'enveloppes, d'albumen amylicé et de germe embryonnaire (Liorca, 1995) [53]. De même le son de riz provient de la mouture et du tamisage ou vannage des résidus de décorticage du riz qui sont ainsi libérés des balles. Il est encore dénommé farine basse de riz « paddy ». Il renferme des brisures de grain et de la balle. Le son de riz est le plus important sous-produit du riz. (Widyobroto, 1989; Liorca, 1995; Mopaté *et al.* 2011; Hédji *et al.*, 2014) [35, 53, 61, 92]. Les sons sont valorisés par les animaux terrestres comme aquatiques, tels que les porcs, les poissons, comme source de protéines (Gohl, 1982; Preston, 1987; Agadjihouede *et al.* 2011) [31, 73].

Composition générale

Le son de maïs provenant des moulins industriels contient en matière sèche 17,5% de cellulose brute (Le Grand, 1989) [47]. Il renferme en moyenne 11% de matière grasse, 10% de matière azotée totale, et 6% de cellulose brute (Liorca, 1995) [53]. Selon Freitas (1976) [27], le son de maïs contient en matière sèche 10% de matière protéique brute, 0,72% de phosphore, 0,36% de calcium et 10,76% d'eau. Quant au son de riz, il renferme en matière sèche en calcium et en phosphore respectivement 0,07% et 1,5 (Nir, 2003); 0,06 et 1,4 (Pozy et Dehareng, 1996) [72]; 0,09 et 1,56 (Labier et Leclereq, 1992) [45]; 0,08 et 0,55 (Mongodin et Tacher, 1979) [60]; 0,08 et 1,31 (Picioni, 195). Ces différentes valeurs en calcium et phosphore seraient dues à l'espèce du riz et la qualité du son utilisé. Le son de riz chez les fournisseurs contient selon (Ngom, 2004), 95% de matière sèche, 6,74% de protéines, 6,09% de matières grasses, 31,28% de cellulose brute et 34,54% de cendre.

Table 3: teneur en matière sèche (MS) et composition chimique (en % MS) des sons de riz, de maïs

Sous-produits	MS	MM	MAT	FDN	FDA	LDA	MG	Cendre	cellulose	Références
Son de riz	94,56	19,91	2,15	47,19	31,60	27,00	1,5	-	-	Mopaté <i>et al.</i> 2011.
	-	-	16,1	-	-	-	13,6	17,2	27,5	Toléba <i>et al.</i> 2009
	93,34	17,39	6,68	-	-	-	2,31	-	32,51	Nijimbère, 2003
	89,3	11,9	11,4				10,6		12,5	Pozy <i>et al.</i> 1996
	87	10	12,6				15,9	10,3	Picioni, 1965	
Son de maïs	93,96	4,04	6,79	44,09	12,16	8,08	5,91			Mopaté <i>et al.</i> 2011.
	10,7	3,0	34,9	-	-	-	7,4	3,0	7,5	Freitas, 1976

MM = Matières minérales; MAT = Matières azotées totales; FDN = Fibre détergent neutre; FDA = Fibre détergent acide; LDA = Lignine détergent acide; MG = Matières grasses.

Intérêts aquacoles

De nombreux auteurs parmi lesquels Barbe *et al.*, (2000) [10]; Schlumberger et Bouretz, (2002) [77], Barbe *et al.*, (2010) [10] et FAO (2015) [26] ont montré que la rentabilité d'un plan d'eau dépend de la richesse du milieu (plancton essentiellement), qui est elle-même fonction des apports de fertilisants minéraux et/ou organiques. Les systèmes de production de carpes par exemple en étangs jouent un rôle déterminant dans le recyclage d'effluents d'élevage terrestres (porcs, volailles) (Kestemont, 1995) [42] et Boyd et Massaut (1999) [13] ont évalué les risques associés à l'utilisation de produits chimiques dans les étangs de pisciculture. En se basant sur la cherté et la non disponibilité de l'engrais chimique et surtout sa nocivité pour l'environnement, les plantes, les animaux terrestres et aquatiques ainsi que les humains, alors que ceux d'origine organique ne le sont pas, Boyd et Massaut (1999) [13] suggèrent donc leur utilisation. Les engrais chimiques ou inorganiques agissent sur la production primaire dans des bassins ou étangs alors que les engrais organiques peuvent en plus stimuler directement des niveaux trophiques supérieurs en fournissant

de la matière et des détritiques organiques (Tacon, 1988) [84]. Au-delà de leur contribution non négligeable à l'économie, les fertilisants organiques représentent un vivier important pour le développement de la pisciculture car ces derniers ont l'aptitude de libérer les sels nutritifs indispensables dans l'eau pour la production primaire. Selon Rigler et Peters (1995) [75], l'azote et le phosphore constituent les principaux facteurs limitants de la production du plancton des écosystèmes aquatiques. La pratique agricole essentiellement, l'aquaculture comporte l'utilisation des engrais organiques et d'autres pertes d'élevage des fermes qui favorisent le développement des algues, du zooplancton ainsi que des macroinvertébrés, principales sources nutritives ou supplémentaires, à la croissance des poissons (Ben *et al.*, 2014) [12]. Selon Hecth (2013) [34], la fertilisation organique des étangs assure une bonne production de zooplancton. Pour optimiser la production dans un système d'élevage extensif, ASEAN (1978) [7] et Viveen *et al.*, (1985) [90] recommandent un entretien au préalable des étangs avec de la chaux de l'ordre de 100 à 150 Kg/ha, ainsi, les prédateurs d'invertébrés et les parasites sont éliminés et la fertilisation

organique permet une meilleure production du zooplancton. La dose d'engrais chimique qu'il faut pour l'élevage d'alevins de *Clarias gariepinus* dans des bassins est de 0,5 mg/l de phosphore et de 1,4 mg/l d'azote (Hépher, 1963^[38], 1967; Boyd, 1982)^[14] et cela n'a aucune justification biologique ni économique. Par contre, la fertilisation organique améliore la biologie des larves *Clarias gariepinus* en aliment exogène (Hecht, 2013)^[34]. L'utilisation des fertilisants organiques dans la production du poisson est un modèle de grandes consommations des déchets qui participe à la santé environnementale (Tomazilli *et al.*, 2003)^[87]. Cette pratique est rependue en Asie et actuellement en Amérique, tel que le Brésil (Souza *et al.*, 2002)^[83]. Pour donc optimiser la production du poisson, il faudra développer et valoriser ces systèmes au sein de la communauté rurale piscicole, surtout en Afrique, afin de combler le déficit. Selon la FAO (2012)^[26], l'utilisation raisonnée des engrais organiques et autres, sont des composantes clés du développement de l'aquaculture et de la conservation de la biodiversité.

Conclusion et Perspectives

L'élevage de poisson en général et en particulier les clariidae et les tilapias constitue de nos jours une activité commerciale dans de nombreux pays de l'Afrique sub-saharienne tel que le Nigeria, l'Ouganda et le Kenya, car la production nationale est supérieure à 178 000 tonnes/an dans les deux premiers pays (Hecht, 2013)^[34]. Dans les autres pays, cette production est décrite comme marginale selon les statistiques. Les raisons sont multiples et diverses à savoir : complexité de l'accès aux intrants dans le secteur aquacole, inadaptation de la politique de la pêche au développement du secteur aquacole, manque de semences, la qualité médiocre et le coût élevé des aliments, la dégénérescence génétique des souches, l'insuffisance de recherche et d'encadrement adapté en aquaculture, la non maîtrise des paramètres de production aquacole notamment les protocoles d'élevage de poisson, le coût élevé des infrastructures et équipements pour la production piscicole etc. Au Bénin, la production est très marginale (1500 à 3800 tonnes/an), malgré l'existence de système traditionnelle de production de poisson dont une faible contribution de la pisciculture (inférieure à 1%). La demande en poisson augmente considérablement parallèlement à l'augmentation de la population. Le déficit en poissons risque de se creuser si de véritables mesures ne se prennent pas à temps suivi des techniques innovantes avec une politique rigoureuse (Rurangwa, 2014)^[76], car on estime le déficit en poisson au tour de 2025 à 34040 tonnes si la consommation actuelle par habitant est maintenue. Pour combler ce déficit, la plus grande partie devrait provenir de l'aquaculture plus tôt que de la pêche. C'est pourquoi pour optimiser la production piscicole avec un bon rendement, l'on propose aux agriculteurs l'utilisation de la fertilisation organique d'origine animale ou végétale. En effet, la valorisation de ces fertilisants organiques d'origine animale ou végétale pourrait constituer le fer de lance du développement de l'aquaculture et principalement celle de la pisciculture. Les engrais organiques ou fumiers comprennent toute la matière animale ou végétale et leur valeur fertilisante dépend surtout de leur teneur en carbone, en azote, en phosphore, et en potassium. Leurs utilisations réduiraient les coûts de production par l'augmentation de la productivité primaire et des détritiques qui constituent des sources d'aliments complémentaires avec moins d'incidence sur l'environnement et la conservation de la biodiversité. L'objectif de l'aquaculture

est de combler le vide, résorber toutes les importations et sécuriser la pêche. Dans toute la chaîne de production de la pisciculture, l'aliment occupe entre 50 et 70% des coûts de production; ce qui devrait amener à se tourner vers la production d'aliment à faible coût et de bonne qualité, disponibilité de la semence locale, développer des techniques de productions efficaces dans des systèmes intégrés tout en respectant l'environnement et enfin faciliter l'installation des industries productrices d'aliments (vivants et non vivants) locale.

Remerciement

Les auteurs remercient Dr ADJAHOUINO D. Clément pour tous ses aides, apports et conseils. Nous sommes également reconnaissants pour les aides respectifs de Mr DJIDOHOKPIN Gildas, SOSSOU Donald dans la réalisation de ce travail.

Références

1. Abou Y. Effet de l'alimentation à base d'*Azolla* sur la production du tilapia du Nil en zones humides au Bénin. Thèse de doctorat de l'Université Notre-Dame de la paix de Namur, 2007, 218.
2. Accodji J-MM, Fiogbe ED, Gangbazo KH. Essai de valorisation d'*Azolla* (*Azolla microphylla* Kaulf) dans la production porcine en zone humide. *Int J Biol Chem Sci.* 2009; 5(3):890-898.
3. Adjahouinou DC, Liady ND, Fiogbé ED. Diversité phytoplanctonique et niveau de pollution des eaux du collecteur de Dantokpa (Cotonou-Bénin) *Int J Biol Chem Sci.* 2012; 5(6):1938-1949.
4. Agadjihouédé H, Bonou AC, Montchowui E, Laleye P. Recherche de la dose optimale de fiente de volaille pour la production spécifique de zooplancton à des fins piscicoles. *Cah. Agric* 2011; 20:247-60.
5. Akodogbo HH, Bonou CA, Adandé R, Sossou DS, Fiogbé ED. Optimization of zooplankton production from pig dung optimal dose: renewed Medium. *Agricultural Advances* 2015; 2(4):15-21.
6. Antoine T, Carraro S, Van Hove J-CC. Comparative appetyency for *Azolla* of *Cichlasoma* and *Oreochromis* (Tilapia). *Aquaculture* 1986; 53:95-99.
7. ASEAN. Manual on pond culture of penaeid shrimp. A project of the ASEAN with the assistance of the FAO/UNDP South China Sea Fisheries Development and Coordinating Programme, Manila. ASEAN National Coordinating Agency of the Philippines, Ministry of Foreign Affairs, 1978, 141.
8. Aulagnier S, Haffner P, Mitchell-Jones AJ, Moutou F, Zima J. Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient. Les guides du naturaliste, Eds Delachaux et Niestlé, Paris, 2010, 271.
9. Awaïss A, Kestemont P. Dynamique de production et qualité nutritionnelle du rotifère d'eau douce *Brachionus Calyciflorus*. *Aquat. Living Resour* 1997; 10:111-120.
10. Barbe J, Schlumberger O, Bouretz N. Evaluation de la production piscicole potentielle des étangs. *Ingenieries-E AT*, 2000, 49-62. <hal-00464073> HAL Id: hal-00464073, 2010.
11. Beline F. Le traitement biologique du lisier de porc. Les transformations de l'azote et les émissions gazeuses polluantes, Antony, 2001, 134.
12. Ben M, Chahlaoui A, Rour E, Chahboune M. Diversité taxonomique et structure de la macrofaune benthique des

- eaux superficielles de l'oued khoumane River. Moulay idriss Zerhoun, Maroc *J Mater Environ Sci.* 2014; 1(5):183-198.
13. Boyd CE, Massaut L. Risks associated with the use of chemicals in pond aquaculture. *Aquacultural Engineering* 1999; 20:113-132.
 14. Boyd CE. Water quality management for pond fish culture. *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 9. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Company, 1982, 318.
 15. Brown CL, Tingbao Y, Fitzsimmons K, Remedios B, Bolivar The Value of Pig Manure as a Source of Nutrients for Semi-Intensive Culture of Nile Tilapia in Ponds (A Review) *Agricultural Sciences* 2014; 5:1182-1193.
 16. Christophe JD. La bouse: historique, importance et écosystème. Thèse pour le doctorat vétérinaire: diplôme d'état école nationale vétérinaire de Toulouse, 2004.
 17. Dabbadie L. Etude de la viabilité d'une pisciculture rurale à faible niveau d'intrant dans le Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire: approche du réseau trophique. Thèse de doctorat de l'Université de Paris 6 en Océanologie biologique, 1996, 207.
 18. Decoopman B. Caractérisation des fertilisants organiques, 2006.
 19. Delmondo MN. A review of integrated livestock-fowl-fish farming systems. In: Pullin RSV, Shehadeh ZH, eds. *Integrated agriculture-aquaculture farming systems*. ICLARM conference proceedings, 1980, 4.
 20. Djago A, Kpodeko YM, Lebas F. Editeur: Association Cuniculture 31450 Corronsac-France Document en libre accès sur le Web à : <http://www.cuniculture.info/Docs/Elevage/Tropic-01.htm>. pdf, 2007.
 21. Dossou S. Etude des potentialités et contraintes de développement de la pisciculture dans la commune de Malanville au Bénin. Mémoire d'ing. Agr, 2008, 88.
 22. Dovonou EF. La pollution des plans d'eau au Bénin. Mémoire de DEA/Centre Inter-facultaire pour la Formation et la Recherche en Environnement et Développement (CIFRED), 2008, 67-68.
 23. FAO. (United Nations Food and Agriculture Organization). *The State of World Fisheries and Aquaculture*, 2012.
 24. FAO. Engrais et fertilisant : système d'information sur les ressources alimentaires et d'engrais en aquaculture: [//www.fao.org /fishery/affris /profil-des-especes /nile tilapia /engrais-et-fertilisant /fr/1/2](http://www.fao.org/fishery/affris/profil-des-especes/nile/tilapia/engrais-et-fertilisant/fr/1/2), 2015.
 25. FAO. Gef Mmaf Inception Workshop On Mainstreaming Biodiversity Conservation And Sustainable Use Into Inland Fisheries Practices: In *Freshwater Ecosystems Of High Conservation Value Jakarta, Indonesia*, 2014, 8-9.
 26. FAO. La fertilisation des étangs piscicoles [ftp://ftp.fao.org/ fi/CDrom/ FAO_training/ FAO.../ x6709f06.html](http://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_training/FAO.../x6709f06.html) 30/10/2015.
 27. Freitas KI. Etude des produits et sous-produits agro-industriels du Togo possibilités de leurs utilisations en élevage thèse de doctorat de l'université de Dakar, 1976, 24-25.
 28. Gandilhon R. La bouse de vache, étude d'ethnologie, 1978.
 29. Gérard G. Chambre régionale d'agriculture PACA) Matière organique Fiche, 2012, 19.
 30. Gilbertson CB, Schulte D.D, Clanton CJ. Dewatering screen for hydraulic setting of solids in swine manure. *Transactions of the ASAE* 1987; 1(30):202-206.
 31. Gohl B. Les aliments du bétail sous les tropiques. Collection FAO: Production et santé animale 1982; 12:333-336.
 32. Goulet M. Suivi agronomique de sous-produits fertilisants issus d'un procédé de traitement du lisier de porc. Québec: Université, Institut national de la recherche scientifique, thèse de doctorat, 2005, 288.
 33. Hamel D, Pouliot F, Leblanc R, Godbout S, Robert D, Bernuth V *et al.* Centre de développement du porc du Québec inc. Institut de recherche et de développement en agroenvironnement Michigan State University, 2004.
 34. Hecht T. A review of on-farm feed management practices for North African catfish (*Clarias gariepinus*) in sub-Saharan Africa. In M.R. Hasan and M.B. New, eds. *On-farm feeding and feed management in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Rome, FAO 2013; 583:463-479.
 35. Hêdji CC. Kpoguè Gangbazo NSD, Houinato MR et Fiogbé ED, Valorisation de *Azolla spp*, *Moringa oleifera*, son de riz, et de co-produits de volaille et de poisson en alimentation animale: synthèse bibliographique *Journal of Applied Biosciences*. 2014; 81:7277-7289.
 36. Hopher B, Pruginin Y. Fertilization and manuring. In: Hopher B. Pruginin Y. (eds), *Commercial fish farming, with special reference to fish culture in Israel*. John Wiley et sons (Publ.), New York, Etats Unis 1981; 261:162-191.
 37. Hopher B. Some limiting factors affecting the dose of fertilizers added to fish ponds, with special reference to the Near East. In T.V.R. Pillay, ed. *Proceedings of the FAO World Symposium on Warm-water Pond Fish Culture*, Rome, Italy, 18-25 May 1966, FAO Fisheries Report 1967; 44(3):1-6.
 38. Hopher B. Ten years of research in fish pond fertilization in Israel. 11. Fertilizer dose and frequency of fertilization. *Bamidgeh* 1963 ; 4(15):78-92.
 39. Hove V.C. *Azolla, ses Emplois Multiples, son Intérêt en Afrique*. Publication F.A.O : Belgique, 1989, 53.
 40. IEMVT. (Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des pays Tropicaux), *Précis d'élevage du porc en zone tropicale*. Collection Manuels et précis d'élevage, 2ème édition, La documentation française, Paris (France), 1989, 331.
 41. Jongebreur AA. Housing system and their influence on the environment. *Environmental aspects of housing for animal production*, Butter worths, London, UK, 1981, 431-436.
 42. Kestemont P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture* 1995; 129:347-372.
 43. Kroodsma W. Separation and removal of Faeces and Urine using Filter Nets under Slatted Floors in piggeries, 2013.
 44. Lancon J. Les restitutions du bétail au pâturage et leurs effets, fourrages, 1978, 75.
 45. Larbier M, Leclercq B. Nutrition et alimentation des volailles. INRA, Paris, 1992, 355.
 46. Laurent D. Nutrition et alimentation des animaux d'élevage, 2012, 1.
 47. Le Grand D. Les sous-produits des céréales: Composition chimique et valeur énergétique des sons de maïs, mil, sorgho. Mémoire de stage, DESS productions animales en régions chaudes. LEMVT, INA-PO, ENVA, 1989, 82.
 48. Lebas. Bases physiologiques des bésions protéiques du lapin. *Analyses critiques des recommandations, cuni. Sciences*, 1983; 1(1):16-19.

49. Lebas. Biologie du lapin, appareil digestif et digestion, <http://www.cuniculture.info/Docs/Biologie/biologie-04.htm>, 2015.
50. Lejeune A, Cagauan A, Van Hove C. Azolla research and development: recent trends and priorities, 1999.
51. Lemoine F. La bouse de vache: folklore et traditions, thèse vétérinaire, ENVT, 1998.
52. Levasseur P. Composition et volume de lisier produit par le porc Données bibliographiques, 1998 ; 4:21.
53. Liorca A. 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, 1995, 57.
54. LNE. Mise au point d'une méthode standardisée de l'évaluation d'efficacité des produits visant à lutter contre les émissions et les odeurs gazeuses en élevage – phase II Rapport final, 2012.
55. Lumpkin TA, Plucknett DL. Azolla as green manure use and management in top production. West viewprerr/ Boulder, Colorado, 1982, 230.
56. Mallouhi JP. Bioyara Effet de *Leucaena Leucocephala* des fientes de Volailles ou du fumier de bovins sur la productivité du maïs cultivé sur « terre de barre » au sud Bénin. *Topicultura* 1997 ; 2(15):67-70.
57. Meeus-verdinne K, Scokart PO, de borger R. Evaluation des risques pour l'environnement provenant des métaux lourds contenus dans les déchets animaux. *Rev. Agricul* 1986; 39(4):801-816.
58. Michael FC, Tarik M, Makoto T, Yamasaki Y. Feeding deterrence of Azolla in relation to deoxyanthocyanin and fatty acid composition *Elsevier Aquatic Botany* 2002; 74:181-187.
59. Mimault A, Greffard B, Aubert C. Chambre d'Agriculture de Vendée, TeMA, 2007, 1.
60. Mongodin B, Tacher G. Les sous-produits agro-industriels utilisés dans l'alimentation animale au Sénégal, 1979, 14.
61. Mopaté LY, Kaboré-Zoungana CY, Facho B. 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*. 2011; 41:2757-2764.
62. Morissens P, Rognon X, Dembelé I. Comparaison des performances de croissance et des caractéristiques électrophorétiques de trois souches d'*Oreochromis niloticus* présentes en Côte d'Ivoire, p 400-407. In: Pulin R S V, Lazard J, Legendre M, Amon Kothias J B et Pauly D. (Eds). Troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture. ICLARM Conf. Proc 1996; 41:630.
63. Morissens P. Un premier test d'élevage de porcs associé à la pisciculture de *Tilapia nilotica* à la station de Bouaké (Côte d'Ivoire) Notes Doc. Pêche Piscic. Cent. Tech. Forest. Tropic 1979; 19:27-50.
64. Nève C, Ancion P.Y, Hoang Thi Thai H, Pham Khanh T, Chiang C.N, Dufey J.E. Fertilization capacity of aquatic plants used as soil amendment in the coastal sandy area of Central Vietnam. *Comm. Soil Sci. and Plant Anal* 2009; 40:2658-2672.
65. Ngom S. Ebauche d'un référentiel sur la composition chimique et valeur nutritive des matières premières utilisables en alimentation des volailles au Sénégal thèse, 2004, 142.
66. Nijimbere A. Variabilité de la composition chimique et de la valeur alimentaire des matières premières et aliments utilisés et potentiellement utilisables en aviculture dans la zone des Niayes au Sénégal. Mémoire d'ingénieur; ENSA Thiès, 2003, 67.
67. Nir. Cours international sur la production avicole intensive. Alimentation et nutrition des volailles, 2003, 124.
68. Paul EA, Clark FE. Soil microbiology and biochemistry. Press Academy Inc., San Diego, 1989, 273.
69. Petersen OS, Amon B, Gattinger A. Methane oxidation in slurry storage surface crusts. *Journal of Environmental Quality*. 2005; 2(4):455-461.
70. Piccioni M. Dictionnaire des aliments pour animaux, Edzioni Agricole, Italie, 1965, 638.
71. Portejoie S, Martinez J, Landmann G. L'ammoniac d'origine agricole: impacts sur la santé humaine et animale et sur le milieu naturel. *INRA Prod. Anim* 2002; 3(15):151-160.
72. Pozy P. Deharengg, Composition et valeur nutritive des aliments pour animaux au Burundi, publication agricole 1996; 37:58.
73. Preston TR. Porc et volailles sous les tropiques: utilisation des ressources alimentaires locales. CTA (centre technique de coopération agricole et rurale), Belgique, 1987, 27.
74. Prithwiraj J, Kripan S, Sudip B. Effect of Different Application Rates of Cow dung and Poultry Excreta on Water Quality and Growth of Ornamental Carp, *Cyprinus carpio*vr. koi, in Concrete Tanks *Turk J of Fish Aquat Sci*. 2004; 4:17-22.
75. Rigler FH, Peters RH. Science and Limnology In: Excellence, KINNE, O. Ecology, 6, Ecology Institute, Germany, 1995.
76. Rurangwa E, van den Berg J, Laleye PA, Duijn van AP, Rothuis A. Pêche, Pisciculture et Aquaculture au Bénin un quick scan du secteur pour des possibilités d'interventions. IMARES report C072/14 LEI report 14-049, 2014, 70.
77. Schlumberger O, Bouretz N. Réseaux trophiques et production piscicole en étangs fertilisés (Dordogne, France). *Rev. Sci. Eau* 2002; 1(15):177-192.
78. Schroeder GL. Sources of fish and prawn growth in polyculture ponds as indicated by dc analysis. *Aquaculture* 1983; 35:29-42.
79. Sévrin-Reyssac J, Combres C, Laux S, Texier C. Application des techniques du lagunage au recyclage du lisier de porc. *Journées Rech. Porcine en France*. 1994; 26:123-14.
80. Shiomi K. The growth and nitrogen fixing Azolla of in polluted Aquatic water *Botany* 1993; 36:129-139.
81. Sohou Z, Houedjissin RC, Ahoyo NRA. La pisciculture au Bénin: de la tradition à la modernisation. *Bulletin de la recherche Agronomique du Bénin*, 2009, 66.
82. Solomon J.R, Ezigbo M.N. Polyculture of Heteroclaris/ *Tilapia* under Different Feeding Regimes. *New York Science Journal*. 2010; 10:3.
83. Souza FJ, Schappo CL, Tamassia STJ, Bhorchardt I. Estudo de competitivida de da pisciculturana Alto Vale do Itaja Floriano polis (Brésil): Instituto Cepa/ SC/ Epagri/ Acaq, 2002.
84. Tacon AGJ. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp a training manual. 3. Feeding methods. *FAO Field, Brasilia, Brazil* 1988; 7:208.
85. Toko I, Fiogbé ED, Kestemont P. Rearing of African catfish (*Clarias gariepinus*) and undue catfish

- (*Heterobranchus longifilis*) in traditional fish pond (whedos): effect of stocking density on growth, production and body composition. *Aquaculture* 2007; 262:65-72.
86. Toléba SS, Youssao AKI, Dahouda M, Missainhoun UMA. *et al.* Mensah GA, 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. Symbiosis 2009; 64(27):333-351.
 87. Tomazelli O, de Matos Casaca J, Dittrich R. Analise de coliforme fecais na agua de policultivo de peixesintegrados asuicultura. *Agropec Cararin* 2003; 16:79-83.
 88. UNDESA. (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division). World Population Prospects: The 2012 Revision, Highlights and Advance Tables. United Nations, New York, 2013.
 89. Van Kempen T, Kaspers B, Brunette P, van Kempen M, Koger J.B. Swine housing with a belt for separating urine and feces; key to flexibility? Swine housing II. Proc. 2nd Int. Conference, ASAE, St. Joseph, MI, 2003, 159-165.
 90. Viveen WJAR, Richter CJJ, Van Oordt PGWJ, Janssen JAL, et Huisman EA. Practical manual for the culture of the African catfish (*Clarias gariepinus*). The Hague, the Netherlands Ministry for Development Cooperation, Section for Research and Technology, 1985, 128.
 91. Wagner GM. Azolla: a review of its biology and utilization. *Bot. Rev* 1997; 63:1-26.
 92. Widyodroto BP. La valeur alimentaire des issues de riz distribuées aux animaux domestiques. Mémoire de DEA Univ. Renne I, 1989, 107.