



## Essai de valorisation d'*Azolla* (*Azolla microphylla* Kaulf) dans la production porcine en zone humide

J-M. M. ACCODJI, E. D. FIOGBE\* et K. H. GANGBAZO

Unité de Recherche sur les Zones Humides (URZH), Département de Zoologie et Génétique, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou, Bénin.

\*Auteur correspondant, Tél./Fax : 229. 21 36 10 76, E-mail: [edfiogbe@yahoo.fr](mailto:edfiogbe@yahoo.fr)

---

### RESUME

Une étude sur l'effet de la substitution partielle d'une provende commercialisée pour porc en croissance par *Azolla* frais a été menée dans une porcherie moderne. Au total 16 porcelets de race locale (8 mâles et 8 femelles) mis en lots de 4 ont été soumis à 4 formules alimentaires dont 3 expérimentales et 1 témoin. La formule 1 est donc une provende standard de performances zootechniques connues de tous les éleveurs de porcs (témoin). Les formules 2, 3 et 4 ne sont rien d'autre que la formule témoin substituée respectivement par 15%; 30% et 45% *Azolla*. Des différences significatives ont été observées notamment entre la formule 1 (témoin) et la formule 2 (15% *Azolla*). Cette dernière a présenté un gain pondéral et une efficacité de conversion alimentaire significativement ( $P < 0.05$ ) plus élevés que la formule témoin. Les résultats obtenus dans cette étude semblent indiquer que la provende entière pour porc en croissance substituée par *Azolla* frais à 15% d'incorporation peut améliorer significativement les performances zootechniques des porcelets nourris, et permettre par cette même occasion une rentabilité économique certaine, *Azolla* étant produit de façon marginale dans des étangs en communication avec le lisier des porcs.

© 2009 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clé :** *Azolla* frais, croissance, porcelets, provende, ration, substitution.

---

### INTRODUCTION

Au Bénin, l'élevage porcin bien que réalisé à grande échelle en milieu urbain et périurbain, reste cependant mal connu en zone rurale et surtout humide à cause du coût et de la disponibilité des matières premières. L'effectif porcin béninois est estimé à plus de 581600 têtes en 1996 avec une augmentation de 3% du cheptel les quatre dernières années (Fiogbé et Gangbazo, 2005). L'approche de solution la plus probante pour promouvoir son développement en zones rurales reste à coup sûr la mise en valeur des matières premières locales non encore valorisées. En effet, le porc est un excellent assimilateur, à cause essentiellement de son tube digestif composé d'un intestin qui fait quatorze fois la longueur

de son corps, soit 20 mètres chez un porc de 100 kilogrammes (Serres, 1989). L'essentiel du processus d'absorption se produit dans l'intestin grêle où les sucs digestifs sécrétés par le pancréas, le foie et l'intestin grêle parachèvent le processus de digestion déclenché depuis la bouche de l'animal (Holnes, 1994). C'est dans cet ordre d'idées que, pour promouvoir l'élevage porcin en zones rurales et surtout en zones humides, nous nous sommes permis d'introduire *Azolla*, cette fougère aquatique naturellement riche en protéines (Van Hove, 1989), non coûteux et largement disponible en zones humides, dans l'alimentation des porcs en vue de mieux rentabiliser leur élevage. Le mode de multiplication de la fougère *Azolla* reste

© 2009 International Formulae Group. All rights reserved.

dominé par la multiplication végétative. Cependant, la reproduction sexuée est possible et se manifeste par la germination de spores dont la formation est sous la dépendance de plusieurs facteurs. Herd et al. (1989) ont observé que la sporulation chez *Azolla* est régulée par les effets des interactions entre la photopériode, l'intensité lumineuse, la température, le pH et la quantité d'azote et de phosphore.

## MATERIEL ET METHODES

### Les animaux

Le matériel animal destiné à l'expérimentation est constitué de 16 porcelets de race locale dont huit (8) mâles et huit (8) femelles âgés de 64 jours. Le poids moyen de chaque lot était  $17,7 \pm 0,2$  kg. Tous les animaux ont été marqués individuellement de façon qu'on puisse les identifier.

### Site expérimental

L'expérience a été conduite sur le site expérimental agro - piscicole de l'Unité de Recherche sur les Zones Humides (URZH) du Département de Zoologie et Génétique de la Faculté des Sciences et Techniques (FAST) de l'Université d'Abomey-Calavi (U.A.C). Ce site se trouve dans la commune d'Akassato (Commune d'Abomey-Calavi), banlieue Nord de Cotonou (6,12° latitude Nord, 2°26' longitude Est) et situé au cœur des zones humides qui sont en bordure du lac Nokoué. Il y règne un climat de type sub - équatorial qui se caractérise par l'alternance de deux (2) saisons sèches et de deux (2) saisons pluvieuses. Cependant, l'existence d'étangs confère au site, un micro climat spécifique.

### Espèce d'*Azolla* utilisée

L'espèce d'*Azolla* est *Azolla microphylla*. Sa valeur bromatologique est présentée sur le tableau 1.

### Aliments expérimentaux

Ces différents régimes ont été formulés pour être iso caloriques conformément au niveau énergétique de la provende de base (formule 1). Un complément en huile rouge est donc apporté aux formules 2, 3 et 4 afin d'atteindre le niveau énergétique adéquat qui est de 2692,456 kcal/kg d'aliment (Tableau 2).

### Analyses statistiques

Les paramètres d'utilisation des aliments et de croissance des porcs traités ont été comparés à la fin de l'expérience par l'analyse de variance à un critère de classification (ANOVA 1). Les paramètres tels que:

- le gain moyen quotidien GMQ
  - l'indice de consommation IC
- ont été calculés de la façon suivante :

$$GMQ (g/j) = \frac{Pf - Pi}{Dt}$$

$$IC = \frac{\text{Aliment distribué (g)}}{Bf (g) - Bi (g)}$$

Où GMQ est le gain moyen quotidien, Pi et Pf sont les poids moyens initial et final des porcs par traitement, Bi et Bf les biomasses initiale et finale par traitement et dt la durée d'alimentation en jours.

**Tableau 1:** Valeurs bromatologiques de *Azolla*.

Matière sèche (%PF)	4,9*	13,1**
Protéines brutes (N x 0,25) (%)	9,6*	36,6**
Matières grasses (%PS)	0,8*	6,7**
Fibres brutes (%PS)	2,5*	16,6**
Cendres (%PS)	9,0*	37,7**
Extrait sans azote (%PS)	31,1*	61,1**
Energie brute (kcal/kg)	3270*	4240**

PS : poids sec ; PF : poids frais ; N : azote ; \* = valeur minimale ; \*\* = valeur maximale (Van Hove, 1989).

**Tableau 2:** Composition centésimale des aliments expérimentaux.

Matières premières	Formule 1	Formule 2	Formule 3	Formule 4
Son de maïs	46,20	39,46	32,49	25,53
Son de blé	11,61	9,86	8,12	6,38
Tourteaux de palmiste	29,01	24,66	20,30	15,95
Huile rouge	3,28	2,79	2,30	1,80
<i>Azolla</i>	0,00	15,00	30,00	45,00
Farine de poisson	4,83	4,11	3,38	2,65
Coquille	1,93	1,64	1,35	1,06
Prémix	1,93	1,64	1,35	1,06
Sulfate de fer	0,96	0,82	0,67	0,53
Protéines brutes (%)	14,99	17,24	19,49	21,74
Energie digestible kcal/kg d'aliment	2692,456	2558,58	2424,72	2290,85

## RESULTATS

### Performances zootechniques

La quantité d'aliment ingérée par jour et par lot d'animaux a suivi une évolution croissante durant toute la période qu'a duré l'essai (Figure 1). Les consommations moyennes d'aliment par tête durant l'essai pour les lots 1, 2, 3 et 4 sont respectivement 0,36 kg, 0,38 kg, 0,31 kg et 0,27 kg. Les quantités distribuées par lot durant tout l'essai sont de : 128,7 kg, 137,05 kg, 112,8 kg, 98,9 kg respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4 (Tableau 3).

Le poids moyen des porcelets par lot au début de l'expérimentation est de 4,45 kg, 4,37 kg, 4,45 kg et 4,42 kg respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4. Ces poids initiaux ont connu une croissance lente durant toute la période d'expérimentation (Figure 2). Les valeurs moyennes à la fin de l'essai sont de 11,42 kg, 12,42 kg, 8,97 kg et 7,32 kg respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4.

L'analyse statistique de variance à un critère de classification ANOVA 1 des poids initiaux des porcelets en début d'expérimentation n'a révélé aucune différence significative entre les différents lots ( $P > 0,05$ ). Cependant, l'analyse statistique par ANOVA 1 du poids des porcelets en fin d'expérimentation a montré une différence hautement significative entre les différents lots ( $P < 0,01$ ). Ainsi le lot 2 présente la meilleure croissance, suivi successivement des lots 1, 3 et 4.

La figure 3 traduit l'évolution du gain moyen quotidien par lot d'animaux selon la période d'expérimentation. Ce gain moyen quotidien (GMQ) est de 77,5 g/j, 89,44 g/j, 50,27 g/j et 32,22 g/j respectivement pour les lots 1, 2, 3 et 4.

Il est plus élevé dans le lot 2 que dans les autres lots. Le GMQ des quatre lots confondus est de 62,35 g/j par aliment.

L'analyse statistique par ANOVA 1 a par ailleurs montré une différence significative ( $P < 0,05$ ) entre les différents lots pour le GMQ.

La figure 4 représente les indices de consommation en fin d'expérimentation. Ces indices de consommation sont les mêmes (4,22) pour les lots 1 et 2, puis 6,30 et 9,86 respectivement pour les lots 3 et 4. La valeur la plus élevée (9,86) de l'indice de consommation (IC) est obtenue dans le lot 4 tandis que sa valeur la plus faible est obtenue dans les lots 1 et 2.

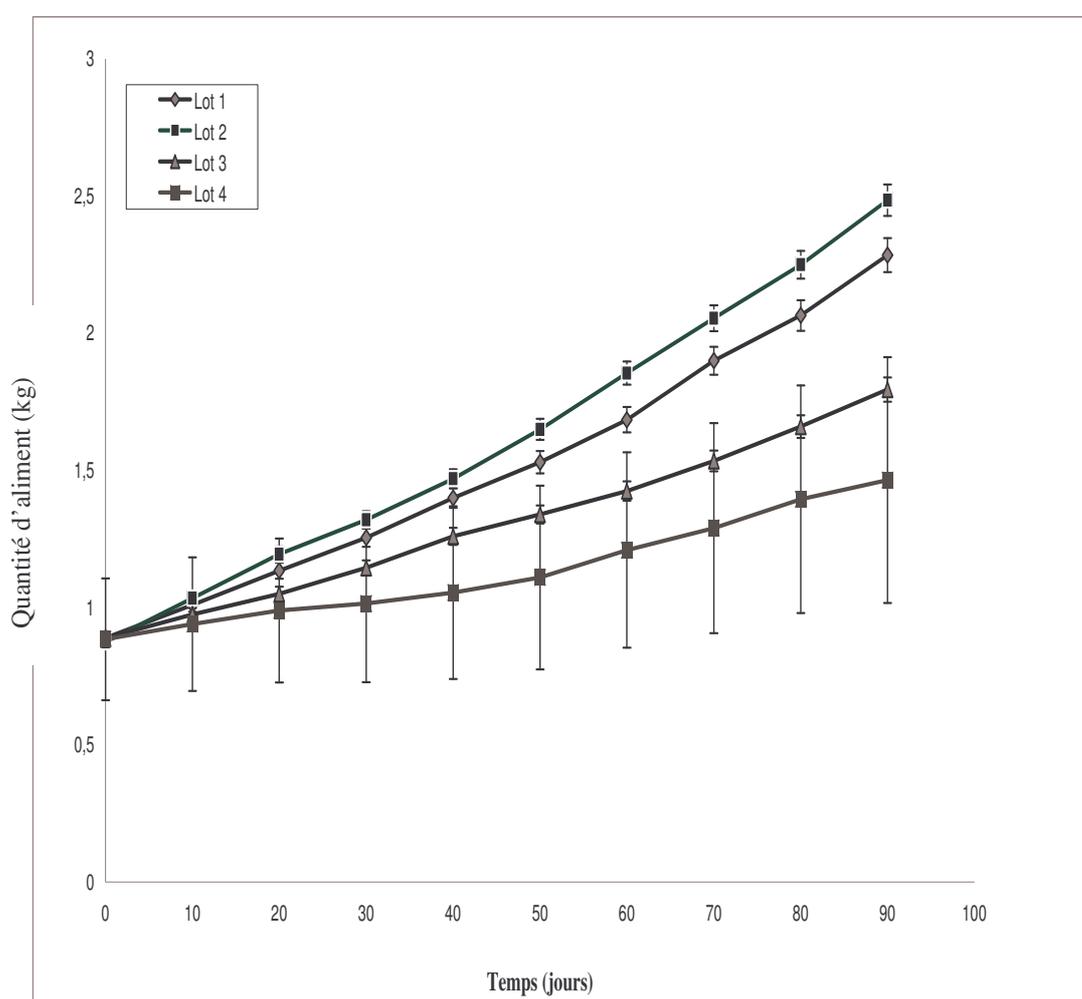
## DISCUSSION

### Niveaux énergétique et azoté des régimes alimentaires

Les quatre formules alimentaires expérimentées sont iso caloriques. L'énergie digestible calculée pour les différents régimes alimentaires expérimentaux est de 2692,456 kcal/kg d'aliment. Ce taux énergétique est inférieur de 13,2% à celui de Houanye (1996). Il est également inférieur à ceux recommandés

**Tableau 3:** Apports énergétiques complémentaires aux différentes formules.

	Formule 1	Formule 2	Formule 3	Formule 4
Energie nécessaire kcal/kg d'aliment	2692,456	2692,456	2692,456	2692,456
Energie disponible kcal/kg d'aliment	2692,456	2558,58	2424,72	2290,85
Energie complémentaire kcal/kg d'aliment	0	133,86	267,73	401,60
Valeur équivalente En huile rouge (ml)	0	15,75	31,5	47,25



**Figure 1:** Evolution de la consommation journalière d'aliment sec par lot d'animaux.

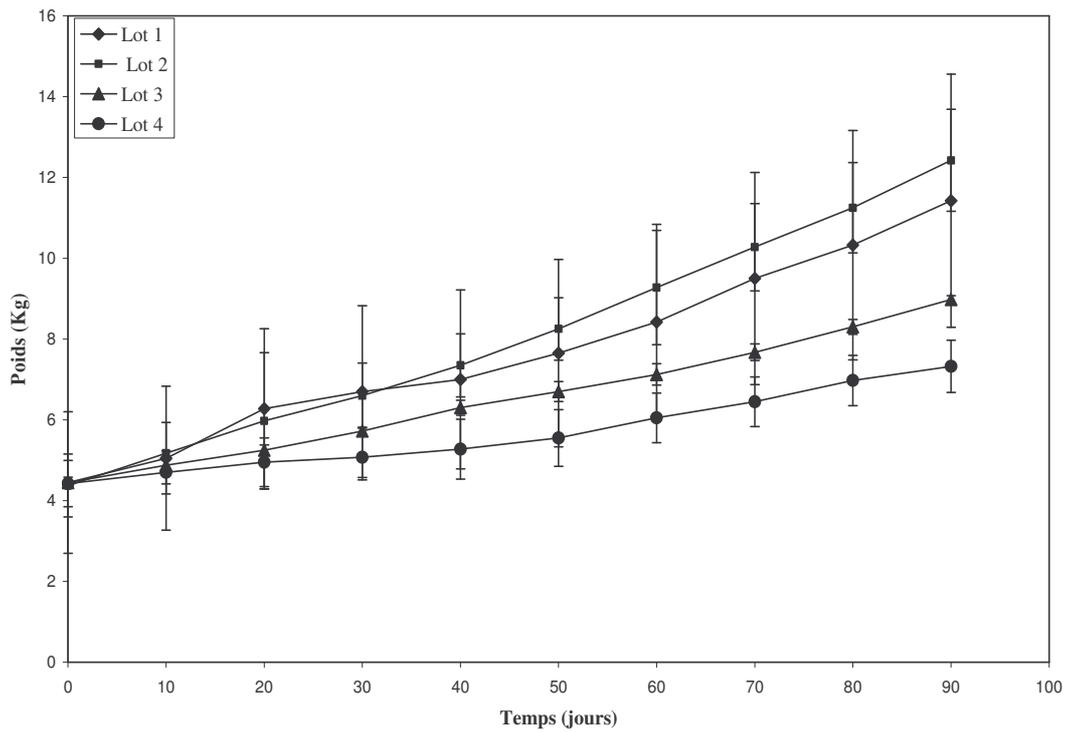


Figure 2: Evolution du poids moyen des porcs par lot.

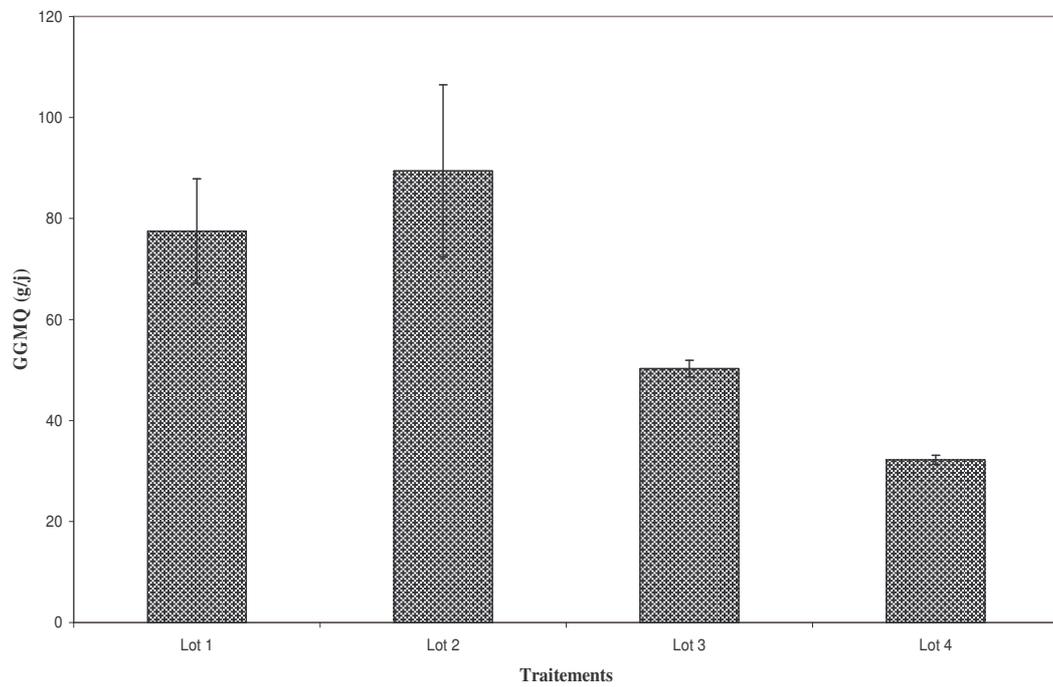
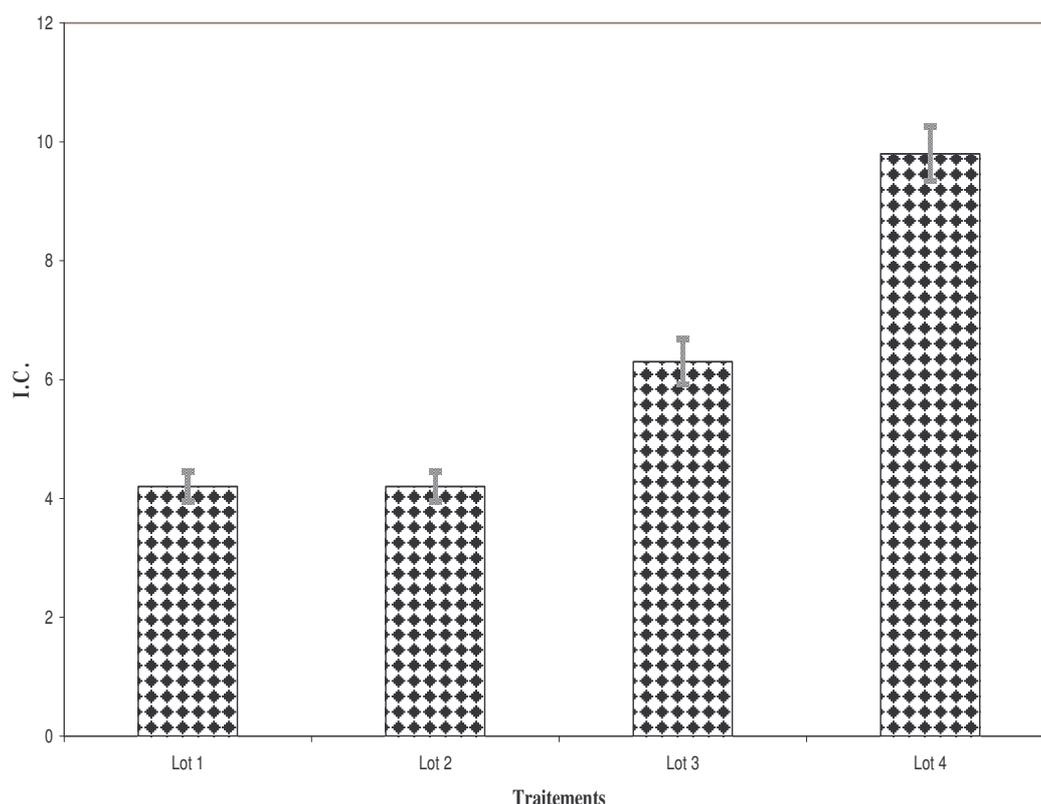


Figure 3: Histogrammes des gains moyens quotidiens des différents lots.



**Figure 4** : Histogrammes des indices de consommation moyens des porcs par lot.

par INRA (1984) et Eusebio (1980) qui sont respectivement de 3500 et 2900 kcal/kg d'aliment. Par contre, ce taux est supérieur à celui de Kpadonou (1990) qui est de 2600 kcal/kg d'aliment pour un régime dosant 16% de protéique. Selon Nonfon et al. (1994), les taux énergétiques recommandés par les différents auteurs semblent trop élevés pour les porcs améliorés et par surcroît pour les porcs locaux dans les pays tropicaux caractérisés par une température et un taux d'humidité élevés. Il ressort de tout ceci que le rapport (protéine / énergie) recommandé par INRA (1984) qui est de 47 g/1000 kcal d'énergie digestible n'est pas respecté du fait de notre restriction énergétique.

La provende de base du lot témoin (lot 1) a un taux protéique de 14,99%. Ce taux protéique est inférieur à ceux recommandés

par INRA (1984) et Babatundé et al. (1975) qui sont respectivement de 19%, puis de 16 à 18% chez des porcs améliorés. Ce taux est par contre comparable à celui de Fetuga et al. (1974) puis de Houanye (1996) qui ont obtenu un gain de poids et une efficacité alimentaire significatifs chez les porcs locaux à un plus faible niveau protéique de la ration (respectivement 12% à 14% puis 13%) et pour des poids initiaux similaires à ceux de nos porcs expérimentaux. En effet, Bressami (1973) et Ilori (1974) cités par Kpadonou (1990) ont rapporté que les besoins protéiques des porcs indigènes sont plus faibles que ceux des porcs importés.

Les taux protéiques élevés de nos aliments expérimentaux surtout au niveau du lot 3 (19,43%) et du lot 4 (21,74%) sont dû

aux taux élevés d'incorporation d'*Azolla*. Les faibles performances obtenues au niveau de ces lots au cours de notre essai pourraient être également attribuées à ces taux protéiques élevés. En effet, selon Leroy (1937) cité par Aho (1986), l'excès de protéines dans la ration des porcs à l'engrais peut exercer sur la croissance des animaux, une action dépressive, qui se répercute sur les performances de croissance des porcs notamment sur leur indice de croissance.

Ce résultat vient corroborer les recommandations de l'ONG malgache "RAMILAMINA" qui suggère une incorporation de *Azolla* à la provende commercialisée à un taux inférieur à 30% en ce qui concerne l'alimentation des porcs.

#### Performances zootechniques

La consommation moyenne d'aliment par porc et par jour durant les 90 jours d'essai est de 0,33 kg. Ce niveau de consommation représente environ la moitié de celui enregistré par Leroy (1937) qui est de 0,65 kg chez les porcs locaux nourris à un régime de 16% en protéine. Il représente également la moitié de celui de Houanye (1996) qui est de 0,63 kg chez les porcs locaux nourris à un régime de 13% en protéine. Ce bas niveau de consommation résulte d'une part de la restriction alimentaire stricte à laquelle les animaux sont soumis et d'autre part, aux taux protéiques élevés des rations suite à l'incorporation des taux élevés d'*Azolla* surtout dans les formules 3 et 4. Oyeleke (1979) a rapporté que l'ingestion alimentaire des porcs décroît avec l'accroissement du niveau protéique et pour les porcs en phase d'engraissement il y a une nette réduction de la consommation à un seuil de 18% de protéines brutes. Cette observation est aussi en adéquation avec celles rapportée par Baker (1969), Blair (1972) cité par (Aho, 1986). Ce bas niveau d'ingestion pourrait être aussi expliqué par les taux d'humidité élevés

des rations contenant *Azolla* (*Azolla* contient près de 95% d'humidité).

Le gain moyen quotidien (GMQ) obtenu pour tous les lots confondus au cours de notre expérimentation est de 62,35 g/j. Le GMQ le plus élevé de notre essai (89,44 g/j) est obtenu pour le lot 2 (15% *Azolla*). Ce GMQ qui de surcroît est supérieur à celui du lot témoin (0% *Azolla*), implique que la substitution à 15% *Azolla* serait la meilleure. Le GMQ obtenu au terme de notre essai est inférieur de 56% à celui obtenu sur les porcs locaux par Oyeleke (1979) dans la ferme de la faculté des sciences agronomiques. Ce résultat est également inférieur de 49,8% à celui obtenu sur les porcs locaux par Houanye (1996). Par contre, il est similaire à celui de Kpadonou (1990) sur les porcs locaux et qui est en moyenne de 65 g/j avec un régime alimentaire relativement faible en énergie (2600 kcal/kg d'aliment).

Les faibles valeurs du GMQ enregistrées au cours du présent essai, surtout avec les porcs soumis aux formules 3 et 4 (respectivement 30% et 45% *Azolla*), seraient dues au déséquilibre en principes alimentaires de ces formules et au déficit en énergie ingérée suite au rationnement auquel les porcs ont été soumis. En effet, selon Molenat et Legault (1986), la restriction énergétique réduit considérablement le GMQ et augmente l'indice de consommation.

Pour tous les essais, nous avons obtenu un indice de consommation moyen de 6,24. Ceci est presque le double de celui enregistré par Fetuga et al. (1974) cités par Kpadonou (1990) sur les porcs Nigériens. Cet indice de consommation (IC) est plus élevé que celui observé par Ayena (1989) et qui est de 4,2 sur les porcs locaux. Remarquons néanmoins que l'indice de consommation des lots 1 et 2 (4,2) est le même que celui observé par Ayena (1989). Cet indice de consommation des lots 1 et 2 qui est le plus faible témoigne bien de l'efficacité de la formule 2. Les valeurs élevées de l'indice de consommation surtout

**Tableau 4:** Analyse économiques des résultats.

Paramètres	Lots			
	LOT 1 Témoin	LOT 2	LOT 3	LOT 4
Coût d'un kg d'aliment sec (Fcfa)	115,18a	97,91b	80,63c	63,35d
Indice de consommation (moyenne) par porc	4,22a	4,22a	6,30b	9,8c
Coût d'alimentation d'un kg de gain de poids	486,06a	412,76b	507,96c	620,83d
Gain de poids moyen total par porc (kg)	6,97a	8,05b	4,525c	2,92d

LOT1 : témoin, LOT2 (15% *Azolla*), LOT3 (30% *Azolla*), LOT4 (45% *Azolla*); différentes lettres sur une même ligne traduisent une différence significative au seuil de 5%.

au niveau des lots 3 et 4 pourraient être essentiellement attribuées aux facteurs tels que le déséquilibre en principes alimentaires (rapport protéine / énergie non adéquat) suite à l'incorporation de taux élevés d'*Azolla*, au taux d'humidité élevé de *Azolla* incorporé, ainsi que le stade de croissance, la valorisation des aliments ingérés n'étant effective qu'à partir de 10 kg de poids vif chez ces porcs (Nonfon et al., 1994).

#### Aspect économique

En tenant compte du taux d'incorporation d'*Azolla* et des indices de consommation correspondants (Tableau 4), le meilleur coût d'alimentation (411,78 Fcfa ) pour un kg de gain de poids est enregistré au niveau du lot 2 (15% *Azolla*).

#### REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à l'appui financier de la Direction Générale de la Coopération Internationale du Royaume de Belgique dans le cadre de la Coopération Universitaire Institutionnelle CIUF-UNB.

#### REFERENCES

Aho JC. 1986. Substitution de la farine de poisson par la levure de bière ou le tourteau d'arachide dans l'alimentation

du porc à l'engrais. Performances zootechniques, caractéristiques de carcasse et implications économiques. FSA/UNB, Abomey-calavi, 95p.

Ayena SA. 1989. Essai comparatif de quatre rations pour l'engraissement du porc local. Sékou-CPAII, 53p.

Babatundé G, Fetuga B, Oyenuga V, Ayoade A. 1975. The effect of graded levels of brewer's dried grains and maize cobs in the diets of pigs on their performance characteristics and carcass quality. *Nigeria, Amin. Prod*, **2**: 119– 113.

Eusebio JA. 1980. *Pig Production in the Tropics*. Longman Group LTH: Hong Kong; 115p.

Herd YR, Cutter ED, Watanabe I. 1989. The effects of temperature and selected growth-regulating substances on sporulation in the aquatic fern *Azolla*. *American Fern Journal*, **79**: 136-142.

Holnes D. 1994. *Le Porc*. Ed. Maisonneuve et Larose : Paris ; 221p.

Fetuga B, Babatunde G, Oyenuga V. 1974. Some Nigeria Protein concentrates as foods and feeds. *Nigeria. Amin. Prod*, **1** : 132 – 142.

Fiogbé ED, Gangbazo KH. 2005. Production porcine avec *Azolla*. Actes des 2èmes Journées Scientifiques Internationales

- des Universités Nationales du Bénin. (13-16 avril 2004) ; 142-154.
- Houanye KC. 1996. Etude comparative de trois rations de résidus alimentaires en fonction de la croissance du porc de race locale à Porto-Novo. CPU/PA, Abomey-calavi, 51p.
- INRA 1984. Alimentation des monogastriques : Porc, Lapin, Volaille. Paris, 282p.
- Kpadonou AI. 1990. Pratiques alimentaires des porcs locaux dans le district de Bopa. Performances zootechniques, caractéristiques de carcasse et implications économiques. FSA/UNB, Abomey-calavi, 178p.
- Leroy A. 1937. *Le Porc : les Aspects Nouveaux d'une Exploitation Lucrative*. Ed. Hachette : Paris, 307p.
- Molenat M, Legault C. 1986. Le porc dans les pays en voie de développement : quelques pistes d'amélioration. Paris, bulletin techn. d'info. N°406, Janvier 1986, 28p.
- Nonfon WR, Deka E, Adegbidji A, Codjo B. 1994. L'élevage du porc local dans le sud Bénin. Enquêtes diagnostiques sur système d'élevage et filière de commercialisation, 59p.
- Oyeleke MO. 1979. A re-assessment of the dietary protein and energy levels for weaner grower (LW x L) pig in the humid lowland tropics. Ph.D Thesis, University of Ibadan, p 68 – 69.
- Serres H. 1989. *Précis d'Elevage du Porc en Zone Tropicale*. I.E.M.V.T. : Paris ; 331p.
- Van Hove C. 1989. *Azolla, ses Emplois Multiples, son Intérêt en Afrique*. Publication F.A.O : Belgique ; 53p.