

Table des matières	Pages
Dédicace	iv
REMERCIEMENTS	v
SIGLES ET ABREVIATIONS	vi
LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET PHOTOS	vii
Résumé	viii
Abstact.....	ix
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : Revue bibliographique	5
I. Concept de mini-élevage des insectes	5
1.1. Historique et définition.....	5
1.2. Importance du mini-élevage des insectes.....	5
II. Généralités sur la mouche domestique et ses larves.....	6
2.1. Position systématique de <i>Musca domestica</i> Linneaus	6
2.2. Ecologie de <i>Musca domestica</i>	7
2.3. Morphologie de <i>Musca domestica</i> Linneaus.....	7
2.3.1. Morphologie des adultes	7
2.3.2. Morphologie des larves	8
2.4. Cycle de développement de <i>Musca domestica</i> Linneaus	9
2.4.1. Stades de développement de <i>Musca domestica</i>	9
2.4.3. Biologie de la reproduction de <i>Musca domestica</i> Linneaus.....	10
2.4.4. Supports alimentaires et nutrition de <i>Musca domestica</i>	11
2.4.5. Composition biochimique des larves de <i>Musca domestica</i>	11
III. Facteurs influençant la production des asticots	12
3.1. Facteurs d'attraction des mouches sur les substrats	13
3.2. Facteurs de développement des asticots.....	13
3.2.1. Milieux de développement larvaire	13
3.2.2. Humidité, température et saison.....	13
IV. Utilités de <i>Musca domestica</i>	13
CHAPITRE II : Matériel et méthodes.....	15

I.	Matériel	15
1.1.	Présentation de la zone d'étude	15
1.1.1.	Situation géographique	15
1.1.2.	Climat.....	15
1.1.3.	Végétation de la zone.....	18
1.2.	Matériel d'étude	18
II.	Méthodes.....	19
2.1.	Choix du site d'étude et des substrats de production	19
2.1.1.	Choix du site d'étude.....	19
2.1.2.	Choix des substrats de production et des attractifs	19
2.2.	Dispositifs expérimentaux et méthodologies d'étude	20
2.2.1.	Etude de l'influence des dates d'extraction sur la production en masse des asticots	20
2.2.2.	Etude de l'influence des substrats sur la production en masse des asticots	22
2.2.3.	Etude de l'influence de la fermentation et des attractifs sur l'amélioration de la productivité des substrats	22
2.2.3.1.	Etude de l'influence de la fermentation	22
2.2.3.2.	Etude de l'influence des attractifs sur la production en masse des asticots	23
2.2.3.2.1.	Comparaison des attractifs en fonction des substrats	23
2.2.3.2.2.	Etude de l'effet des attractifs sur la productivité des substrats.....	23
2.2.4.	Impact des récipients d'élevage sur la production en masse des asticots	24
2.2.4.1.	Etude de l'influence de la surface sur la production en masse.....	24
2.2.4.2.	Etude de l'influence de la nature des récipients sur la production en masse des asticots	24
2.2.5.	Etude de l'influence du climat sur la production des asticots	24
2.2.6.	Identification des espèces de mouche	25
2.2.7.	Analyse des données	25
CHAPITRE III : Résultats et discussion		26
I.	Résultats.....	26
1.1.	Influence des dates d'extraction sur la production en masse des asticots	26
1.1.1.	Biomasse larvaire	26
1.1.2.	Présence de pupes dans les substrats à la récolte.....	26
1.1.3.	Nombre de mouches émergées des 200 larves prélevées aux différents jours de récolte	27

1.2.	Effet des substrats sur la production en masse des asticots.....	27
1.3.	Etude de l'influence de la fermentation et des attractifs sur l'amélioration de la productivité des substrats	28
1.3.1.	Etude de l'influence de la fermentation sur la productivité des substrats	28
1.3.2.	Etude de l'influence des attractifs sur la production en masse des asticots	29
1.3.2.1.	Comparaison des attractifs en fonction des substrats.....	29
1.3.2.1.1.	Comparaison des attractifs sur le lisier de porc	29
1.3.2.1.2.	Comparaison des attractifs sur le contenu du rumen	30
1.3.2.1.3.	Comparaison des attractifs sur le son de maïs	30
1.3.2.1.4.	Comparaison des attractifs sur le son de riz.....	31
1.3.2.2.	Etude de l'effet des attractifs sur la productivité des substrats	32
1.3.2.2.1.	Effet du sang frais sur la productivité des substrats.....	32
1.3.2.2.2.	Effet des Viscères de poisson sur la productivité de.....	32
1.3.2.2.3.	Effet des viscères de poisson sur la productivité des substrats	33
1.3.2.2.4.	Effet du Soubala sur la productivité en asticots des substrats	33
1.4.	Impact des récipients d'élevage sur la production en masse des asticots	35
1.4.1.	Influence de la surface des récipients sur la production des asticots	35
1.4.2.	Influence de la nature de récipients sur la production en masse des asticots	36
1.4.2.1.	Influence des récipients sur la productivité de la litière de volaille	36
1.4.2.2.	Influence des récipients sur la productivité de la litière de volaille	37
1.4.2.3.	Influence des récipients sur la productivité du son de maïs	37
1.4.2.4.	Influence des récipients sur la productivité du contenu du rumen.....	38
1.4.2.5.	Influence des récipients sur la productivité du son de riz	39
1.5.	Influence du climat sur la production en masse des asticots.....	40
1.6.	Identification des espèces de mouches colonisant les substrats.....	41
1.6.1.	Espèces de mouches identifiées lors du test de substrats	41
1.6.2.	Espèces de mouches identifiées lors du test des attractifs	42
II.	Discussion.....	42
	Références bibliographiques	46



Je dédie ce mémoire à :

Ma fille en témoignage de l'amour que je lui porte.

Mon père et à ma mère pour leur amour et leurs encouragements. Puissent-ils trouver ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.

Mes frères et sœurs pour leur soutien inconditionnel.

REMERCIEMENTS

Nous remercions d'abord les autorités de l'Université Nazi BONI (UNB), en particulier celles de l'Institut du Développement Rural (IDR) pour la formation que nous avons reçu. Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit de :

- **Pr Irénée SOMDA**, notre directeur de mémoire, qui nous a accepté au Laboratoire des Systèmes Naturels, des Agro systèmes et de l'Ingénierie de l'environnement (Sy.NAIE) tout au long de notre stage. Nous lui disons aussi merci pour les documents et le matériel qu'il a mis à notre disposition pour le bon déroulement de nos travaux;

- **Dr Fernand SANKARA**, coordonnateur national du projet « Insects as Feed in West Africa (IFWA) », et notre maître de stage et co-directeur de mémoire qui, malgré ses multiples occupations, n'a ménagé aucun effort pour nous encadrer et assurer la qualité scientifique de nos travaux. Il a toujours été là pour nous guider à travers les documents qu'il a mis à notre disposition ; de même que pour ses conseils et recommandations. Nous le remercions pour l'opportunité qu'il nous a donnée d'effectuer ce stage au sein du projet.

- **M. Abdoul Gafard SANOU**, doctorant au sein du projet Insects as Feed in West Africa (IFWA), pour ses critiques et conseils lors de nos essais et de l'analyse de nos résultats ;

- **chercheurs et personnel** du Laboratoire des Systèmes Naturels, des Agro systèmes de l'Ingénierie et de l'Environnement (Sy.NAIE) pour la bonne collaboration et les conseils qui nous ont permis de bien mener nos activités au laboratoire ;

- **Mlle Florence SANKARA, M. Zoram ZONGO et M. Marc Bapéné SOME**, nos co-stagiaires pour leur assistance, leur soutien moral et leurs conseils tout au long de notre stage ;

- **M. Sié Achille DAH**, pour sa compréhension et son soutien inconditionnel tout au long de notre stage ;

- **M. Dimitri SANOU**, pour son soutien technique lors de notre stage ;

- **tous les camarades stagiaires** et ceux de notre promotion, pour la solidarité, l'harmonie et les moments d'échanges inoubliables que nous avons passés ensemble.

Je ne saurais terminer sans remercier ma famille, pour sa patience et son soutien moral inestimable tout au long du stage.

A tous ceux qui de près ou de loin, nous ont soutenus d'une manière ou d'une autre et dont les noms n'ont pu être cités, nous demandons de trouver ici l'expression de notre profonde gratitude.

« Merci Seigneur ! »

SIGLES ET ABREVIATIONS

- ❖ **CR** : Contenu du Rumen
- ❖ **FAO** : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
- ❖ **IDR** : Institut du Développement Rural
- ❖ **IFWA** : Insects as Feed in West Africa
- ❖ **MRA**: Ministère des Ressources Animales
- ❖ **PIB** : Produit intérieur Brut
- ❖ **SM** : Son de Maïs
- ❖ **SR** : Son de Riz
- ❖ **Sy.NAIE** : Systèmes Naturels, Agro systèmes et l'Ingénierie de l'Environnement
- ❖ **UNB** : Université Nazi BONI
- ❖ **USA** : United States of America

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX ET PHOTOS

	pages
Figure 1 : Humidités minimale et maximale mensuelles de l'année 2016	16
Figure 2 : Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de l'année 2016	17
Figure 3 : Evolution des vents au cours de l'année 2016	17
Figure 4 : Rendement des substrats en fonction des jours de récolte	26
Figure 5: Productivité en asticots des substrats	28
Figure 6 : Effet de la fermentation sur la productivité des substrats	29
Figure 5: Productivité en asticots des substrats	29
Figure 7 : Comparaison des attractifs sur le lisier de porc (L : lisier de porc)	29
Figure 8 : Comparaison des attractifs sur le contenu du rumen (CR : contenu du rumen).....	30
Figure 9 : Comparaison des attractifs sur le son de maïs (SM : son de maïs)	31
Figure 10 : Comparaison des effets des attractifs sur le son de riz	31
Figure 11 : Amélioration de la productivité en asticots des substrats par le sang	32
Figure 14 : Rendement en fonction de la surface du récipient	35
Figure 15 : Variation du pH du substrat en fonction de la surface	36
Figure 17 : Productivité du lisier de porc en fonction des récipients	37
Figure 18 : Productivité du son de maïs en fonction des récipients	38
Figure 19 : Productivité du contenu du rumen en fonction des récipients	38
Figure 20 : Productivité du son de riz en fonction des récipients.....	39
Figure 21 : Productivité de l'ensemble des substrats en fonction des récipients.....	40
Tableau I : Composition chimique des larves de mouche domestique <i>Musca domestica</i>	12
Tableau II : Composition en acides aminés des larves de <i>Musca domestica</i>	12
Tableau III : Présence de puce dans les substrats en fonction des jours de récolte	27
Tableau IV : Nombre de mouches issues de larves prélevées en fonction des jours de récolte.....	27
Tableau V : : l'évolution de la productivité en asticots des substrats ainsi que la température et l'humidité relative en fonction des mois.....	41
Tableau VI : Espèce de mouches qui colonisent les substrats à l'état brut	41
Tableau VII : les espèces de mouches observées après ajout d'attractifs	42
Photo 1 : Mouche domestique (<i>Musca domestica</i> Linnaeus).....	8
Photo 2 : Asticot de <i>Musca domestica</i> L. (Wikipédia).....	9
Photo 3 : Cycle de développement de la mouche domestique.....	10
Photo 4 : dispositif du test de substrats.....	22
Photo 6 : Dispositif de l'étude de l'influence de la nature des récipients	24

Résumé

Dans l'optique de mettre au point des systèmes de production en masse de larves de mouche domestique (*Musca domestica* L. 1758), des essais ont été menés à Nasso dans l'enceinte de l'Université Nazi Boni. Cette étude avait comme objectifs d'identifier la date de récolte, les substrats potentiels, les meilleurs attractifs, les récipients et la période de l'année permettant une production en masse des larves de mouches. Pour identifier la date de récolte des asticots, quinze (15) répétitions de la fiente de volaille, du son de maïs, du son de riz, du lisier de porc et du contenu du rumen ont été exposés le même jour de façon aléatoire. Cinq (05) répétitions de chaque substrat ont été récoltées les 4^e, 5^e et 6^e jours et les paramètres mesurés ont été la biomasse larvaire, la présence de pupes sur les substrats et le nombre de mouches émergées sur 200 larves prélevées. Ensuite, pour identifier les meilleurs substrats dans la production des asticots, dix (10) répétitions de chaque substrat sus-cité ont été disposées de façon aléatoire et les biomasses larvaires obtenues ont été comparées. Ensuite, du sang frais de bovins, des viscères de poisson et du soumbala ont été ajoutés sur les substrats pour identifier les meilleurs attractifs. Les biomasses larvaires ont été mesurées à la récolte et les moyennes ont été comparées. Des récipients en aluminium, en plastique, en terre cuite et en calébas ont été répétés dix (10) fois chacun avec les substrats et la biomasse larvaire a permis de comparer les récipients. A l'issue de ces tests, il est ressorti que le 5^e jour est l'âge approprié pour la récolte des asticots de leurs substrats d'élevage. Sur les substrats à l'état brut, la fiente de volaille s'est montrée plus productive et a été retenue à cet effet comme témoin de productivité sur les tests d'amélioration de productivité. Les attractifs améliorent la productivité des substrats et le sang frais est le meilleur attractif pour le son de maïs, le lisier de porc et le son de riz tandis que ce sont les viscères de poisson qui constituent le meilleur attractif pour le contenu du rumen. La production des asticots est fonction non seulement de la surface mais aussi de la nature des récipients. Ainsi, le rendement en asticots croît avec la surface. En outre, l'aluminium et le plastique sont les meilleurs récipients d'élevage des asticots. L'observation des mouches qui ont colonisé nos substrats de production a révélé deux grandes familles de mouches : les *Muscidae* et les *Calliphoridae*.

Mots clés : Production d'asticots, *Musca domestica*, substrats, attractifs, Burkina Faso.

Abstract

In order to set up mass production systems for house flies larvae (*Musca domestica* L., 1758), trials had been done at Nasso within the University Nazi Boni. This study set as objectives the determination of the harvest date, the identification of potential substrates, attractants, containers and the appropriate period of the year for a mass production of flies' larvae. To determine the harvest date of maggots, fifteen (15) replications of chicken manure, maize bran, rice bran, pig manure and content of rumen were randomly exposed the same day. Five (5) replications of each substrate were harvested the 4th, 5th, 6th day and the parameters taken into account were the larval biomass (weight of larvae per box), presence of pupae on the substrates and the number of emerged flies out of a sample 200 larvae. Furthermore, to identify the best substrates for maggots' production, ten (10) replications of each substrate cited above were exposed randomly and the yields obtained had been compared. In addition fresh blood of cattle, fish offal and *soumbala* were added to the substrates to determine the best attractants. The larval biomasses were recorded at harvest and the averages were compared. Containers in aluminum, plastic, clay pot, calabashes were replicated ten (10) times each with the substrates and the larval biomasses permitted to compare the containers. At the end of these trials, the 5th day had been determined as the appropriate age to harvest maggots from their substrates of culture. Out of the list of substrates taken alone, chicken manure had been more productive and therefore selected as control substrate within the yield amelioration trials. The attractants improve the productivity of the substrates and fresh blood is the best attractant for the maize bran, pig manure and rice bran whereby fish offal is the best for the content of rumen. The production of maggots depends not only on the surface but also on the nature of the container. Thus, the yield in maggots increases according to the surface. Beside, aluminum and plastic are the best containers for maggots' culture. The observation of flies that had colonized our substrates of culture revealed two main families of flies: *Muscidae* and *Calliphoridae*.

Key word: Production of maggots, *Musca domestica*, substrates, attractants, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Les insectes font l'objet de divers usages à travers le monde (Hardouin et Mahoux, 2003). Ils contribuent à l'amélioration de l'alimentation humaine et animale (Hardouin et Mahoux, 2003, Van Huis *et al.*, 2013). Ils constituent aussi des sources alimentaires durables pour l'homme (Van Huis *et al.*, 2013) et ses animaux d'élevage (Adeniji, 2007; Bouafou *et al.*, 2011; van Huis *et al.*, 2013 ; Kenis *et al.*, 2014;). En outre, les insectes sont les animaux les plus nombreux de la planète (OPIE 2015). L'homme pourrait tirer profit de cette opportunité pour réduire l'insécurité alimentaire ou pour nourrir ses animaux d'élevage afin de réduire la concurrence alimentaire entre l'homme et les animaux.

Au Burkina Faso, un pays essentiellement agropastoral, le sous-secteur de l'élevage contribue pour 18% au PIB (Ecodufaso, 2016). Dans ce sous-secteur, l'aviculture, essentiellement traditionnelle, revêt une importance capitale et stratégique pour le pays du fait de sa forte contribution à la lutte contre la pauvreté, à la sécurité alimentaire et nutritionnelle et à la création d'emplois (MRA, 2006 ; Diawara, 2013).

Malgré l'importance nutritionnelle, socioculturelle et économique de cette aviculture, son essor reste encore limité par diverses contraintes (Ayssiwede *et al.*, 2011). Une de ces contraintes est la carence des rations alimentaires en protéines (Mpoame, 2004 ; Pousga *et al.*, 2005 ; Ayssewede *et al.*, 2011). Cette carence est non seulement due à une insuffisance de devises de la part des aviculteurs pour l'achat des ressources alimentaires d'origine protéique qui sont à des coûts très élevés, mais aussi à une concurrence entre l'homme et les animaux au regard des ressources alimentaires classiques comme la farine de poisson, les tourteaux de soja et d'arachide (Pomalegni *et al.*, 2016). Ce constat commande la recherche d'autres sources protéiques bon marché et accessibles à tous, non consommées par l'homme, mais susceptibles d'enrichir l'alimentation de la volaille (Mpoame, 2004).

Smith (1992) et Hardouin et Mahoux (2003) ont constaté que les asticots, dans la nature, font l'objet de prédation de la part de divers animaux et oiseaux, et constituent une partie du régime alimentaire de la volaille divagante en particulier. C'est ainsi qu'à travers le monde, l'utilisation des asticots est de plus en plus encouragée. Ils sont vus comme une nouvelle source sûre de protéines pour l'alimentation des animaux (Bouafou *et al.*, 2006 ; Adenji, 2007 ; van Huis *et al.*, 2013 ; Kenis *et al.*, 2014 ; Pieterse et Pretorius, 2014 ; Charlton *et al.*, 2015 ; Pastor *et al.*, 2015 ; Koné *et al.*, 2017). En effet, les mouches étant des espèces détritivores, l'élevage de leurs larves est extrêmement simple et seules les matières organiques

en décomposition, de moindre importance pour l'homme, y sont nécessaires (Hardouin *et al.*, 2000 ; Bouafou *et al.*, 2006 ; Koné, *et al.*, 2017). Ainsi, plusieurs espèces de mouches peuvent être concernées : les *Calliphora* spp ou mouches de viande, l'espèce *Hermetia illucens* ou mouche soldat noir et *Musca domestica* ou la mouche domestique. La mouche domestique est la plus appropriée. Elle est surtout répandue en Afrique sub-saharienne où se trouve notre pays (Hardouin *et al.*, 2000). Elle est aussi à proximité de l'homme, ne cause pas de dommages graves ni pour l'homme ni pour les animaux d'élevage si des mesures d'hygiène appropriées sont prises. En outre, ses larves sont rapidement accessibles à quelques jours après ponte (Koné *et al.*, 2017). Il serait alors nécessaire de développer et d'optimiser des systèmes de production, en vue d'une production en masse des asticots afin d'améliorer l'alimentation protéique de la volaille.

C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude avec pour thème : «Optimisation des systèmes de production en masse d'asticots de larves de mouche domestique (*Musca domestica* L., 1758) à l'Ouest du Burkina Faso ».

L'objectif global de notre étude est de contribuer à l'amélioration de l'alimentation protéique de la volaille par la mise en place de systèmes de production de masse des larves de mouches domestiques. Spécifiquement, elle vise à :

- déterminer les meilleurs substrats pour une production en masse des asticots ;
- Identifier les meilleurs attractifs pour optimiser la productivité des substrats ;
- Identifier les différentes espèces qui colonisent les substrats ;
- Identifier les meilleurs récipients pour une production en masse des asticots ;
- Evaluer l'effet des facteurs climatiques sur la productivité des substrats

Ainsi, les hypothèses suivantes ont été émises :

- la production des asticots est influencée par les substrats;
- les attractifs améliorent la productivité des substrats ;
- la production des asticots est influencée par les récipients utilisés ;
- le climat a une influence sur la production des asticots.

Outre l'introduction et la conclusion et les perspectives, ce présent mémoire est composé de trois chapitres. Il s'agit d'abord de la revue bibliographique qui présente la mouche domestique et ses larves, leurs importances et les facteurs qui influencent leur développement,

ensuite le matériel et la méthodologie que nous avons utilisés lors de cette étude et enfin les résultats aboutis suivis de leurs discussions.

CHAPITRE I : Revue bibliographique

I. Concept de mini-élevage des insectes

1.1. Historique et définition

Le concept du mini-élevage est entré dans le monde du développement rural tropical vers 1986 (Hardouin *et al.*, 2000). Selon le même auteur, ce concept est inspiré du "microlivestock" apparu aux U.S.A. Il englobe une série d'animaux de petite taille en général. Il est principalement caractérisé, d'une part, par une utilisation traditionnelle par l'homme pour son alimentation ou pour d'autres usages, et d'autre part par un approvisionnement basé sur la cueillette ou la chasse. A ces critères peut s'ajouter le fait que ces animaux soient bien connus sur les plans biologique et éthologique sans faire l'objet de production contrôlée par l'homme. A cet effet, ces animaux n'apparaissent pas dans les statistiques et ne font pas l'objet d'un enseignement similaire aux autres zootechnies spéciales (bovine, ovine, caprine, porcine, aviaire, etc.) (Hardouin *et al.*, 2000).

Des techniques de production peuvent être, cependant, mises au point pour couvrir le cycle complet de vie de ces espèces sous le contrôle de l'homme (Hardouin et Mahoux, 2003). Ainsi, parmi les animaux pour lequel un intérêt existe, les rongeurs, les cobayes ou cochons d'Inde, les grenouilles, les escargots géants, les vers de compost et les insectes peuvent être cités. Dans une moindre mesure, des serpents, les pécaris, des tortues terrestres, des oiseaux, peuvent s'associer à la liste précédente. Cependant, les animaux purement aquatiques sont exclus du mini-élevage (Hardouin *et al.*, 2000).

1.2. Importance du mini-élevage des insectes

L'élevage des insectes ne constitue pas une nouveauté pour les entomologistes qui ont mis au point des techniques pour obtenir les espèces qui les intéressent (Hardouin et Mahoux, 2003). Selon les mêmes auteurs, d'importantes quantités d'individus d'insectes sont produites pour mener des études scientifiques qui nécessitent des analyses statistiques et parfois pour nourrir d'autres animaux soumis à des expérimentations. En outre, les insectes sont utilisés comme source de nourriture pour l'homme et les animaux d'élevage. Ils leur fournissent des protéines et des nutriments de qualité. Certains insectes sont particulièrement utilisés comme compléments alimentaires pour les enfants et les animaux monogastriques, du fait que la plupart des insectes soient riches en acides gras, en fibres et en oligo-éléments (Hardouin et Mahoux, 2003 ; FAO, 2013).

Sur le plan environnemental, les insectes facilitent la pollinisation. Certains sont également utilisés pour favoriser le recyclage et la valorisation des déchets. En plus, des insectes sont produits et relâchés dans la nature en grand nombre comme agents de lutte biologique (Hardouin et Mahoux, 2003). En outre, la plupart des insectes ont une faible production de gaz à effet de serre (FAO, 2013).

Le mini-élevage représente donc un moyen pour l'amélioration des conditions de vie ou de production pour l'homme et pour ses animaux domestiques classiques (Hardouin et Mahoux, 2003).

II. Généralités sur la mouche domestique et ses larves

2.1. Position systématique de *Musca domestica* Linneaus

Les insectes font partie du règne animal et appartiennent à l'embranchement des arthropodes. Cet embranchement regroupe des animaux invertébrés dont le corps est composé de métamères et dont les appendices sont articulés. Les arthropodes sont recouverts d'un squelette externe composé de chitine. Parmi les arthropodes, ceux qui comptent trois (03) paires de pattes forment la classe des insectes (Lavalette, 2013). Ainsi, la mouche domestique est un insecte de l'Ordre des Diptères. Cet ordre est caractérisé par la présence d'une seule paire d'ailes (les ailes antérieures). La deuxième paire (les ailes postérieures), a été transformée en haltères (balanciers) qui permettent le contrôle du vent. Les insectes de cet ordre sont généralement de petite taille mais leurs formes et couleurs peuvent être variées. Ce sont des insectes à métamorphoses complètes. Dans cet ordre, la mouche domestique appartient au sous-ordre des cyclorhaphes. Ce sont des diptères à antennes de trois articles terminées par une soie (Hardouin et Mahoux, 2003). La mouche domestique appartient à la famille des Muscidae, qui sont des Diptères Cyclorhaphes à yeux écartés chez les femelles et contigus chez les mâles. Elle constitue la famille la plus cosmopolite des insectes (Hardouin et Mahoux, 2003). Le genre *Musca* se compose d'environ 26 espèces. Les espèces du genre *Musca* sont en général de taille moyenne, avec un thorax rayé, blanc et gris, sans reflet métallique et la quatrième nervure longitudinale de l'aile forme un angle aigu (Keiding, 1986).

2.2. Ecologie de *Musca domestica*

La mouche domestique mérite bien son nom car c'est la plus fréquente dans et autour des maisons, dans les villages et dans les secteurs urbains, où l'assainissement est insuffisant (Keiding, 1986).

La mouche domestique adulte vit dans des habitats très variés (Hardouin et Mahoux, 2003). Leurs larves ou asticots vivent en milieu aquatique ou terrestre humide. On les trouve habituellement dans le sol, les plantes ou tissus animaux ainsi que dans la charogne ou toute matière organique, presque toujours dans les endroits où le danger de dessiccation est réduit au minimum (Hardouin *et al.*, 2000 ; Hardouin et Mahoux, 2003). En se développant dans les substrats organiques, les asticots accélèrent habituellement la dépollution relative de ces substrats tout en diminuant leurs odeurs (Hardouin *et al.*, 2000).

La mouche domestique contribue à la diversification des espèces du genre *Musca* qui joue un rôle important dans la chaîne trophique. En effet, leurs larves constituent une partie importante du régime alimentaire de la volaille divagante (Smith, 1992).

2.3. Morphologie de *Musca domestica* Linneaus

2.3.1. Morphologie des adultes

La mouche domestique (*Musca domestica*) est le représentant le plus connu des muscides. Ses grands yeux brun-rouge sont composés. Sur le front, entre les yeux, s'insèrent les antennes terminées par le troisième article en forme de massue portant à sa face supérieure la soie antennaire (arista). Au-dessous de ces antennes, la mouche porte sa trompe spongieuse, soutenue latéralement par les restes des maxilles portant les palpes maxillaires. La mouche s'en sert pour absorber les aliments liquides (Grzimek, 1975).

Des trois segments thoraciques pro, méso et métathorax, on ne distingue en vue dorsale que les trois plaques du mésothorax portant les ailes : le préscutum, le scutum et le scutellum (Grzimek, 1975). Les deux premiers sont parés de quatre raies longitudinales noires sur fond gris, le dernier d'une seule. Les ailes ont la transparence du verre. En dessous du troisième lobule thoracique se trouve l'aile postérieure réduite en balancier ou haltère. Les pattes velues, portent deux griffes et deux pelotes adhésives qui permettent à la mouche domestique de se poser sur un mur et même au plafond.

Vue de dessus, la mouche domestique montre quatre segments abdominaux ; les deux premiers étant fusionnés. Si la mouche observée est une femelle, reconnaissable à ses yeux plus petits, par une légère pression sur l'arrière, trois autres segments étroits peuvent apparaître. Enfin, l'extrémité est constituée par le neuvième segment terminal de l'oviscapte. Entre le huitième segment et cette partie terminale se trouve l'orifice génital de la femelle (Grzimek, 1975).



Photo 1 : Mouche domestique (*Musca domestica* Linnaeus) (source : Sanchez-Arroyo et Capinera, 2017)

2.3.2. Morphologie des larves

La larve de la mouche domestique est un asticot à peau fine et apode, chez lequel on ne distingue aucune séparation entre tête, thorax et abdomen. Sa capsule céphalique est atrophiée et ses restes rétractés dans le thorax. L'asticot fait donc partie des acéphales (dépourvus de tête). Le squelette céphalique et les mandibules transformées en crochets buccaux apparaissent en noir au travers de la peau de l'extrémité antérieure de la larve. En outre, sa peau laisse voir le corps gras et les troncs des trachées, remplis d'air, qui ont un éclat argenté. A l'extrémité postérieure large et oblique, se distinguent des points noirs qui sont des stigmates postérieurs. Il n'y a pas d'yeux, cependant à proximité de l'extrémité antérieure se trouve un organe simple sensible à la lumière, grâce auquel l'asticot perçoit la clarté (Grzimek, 1975). D'autres capteurs sensoriels lui permettent de percevoir son environnement (odeur, température, humidité, composants chimiques) et de se déplacer vers les sites plus favorables à sa survie (Grzimek, 1975 ; Hardouin et Mahoux, 2003).

Un asticot peut mesurer entre 0,4 et 1,5 centimètres de long selon son âge en jours. Lorsqu'il est pleinement développé, son poids varie entre 0,030 à 0,60 gramme. Cela est fonction, en général, de l'âge et des conditions du milieu (température et humidité surtout) (Hardouin *et al.*, 2000 ; Hardouin et Mahoux, 2003).

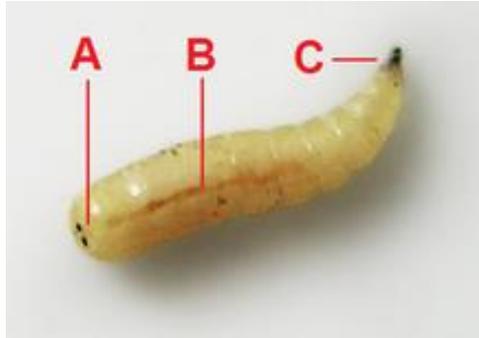


Photo 2 : Asticot de *Musca domestica* L. (Wikipédia)

A= arrière avec des orifices de respiration, B= canaux de respiration, C= tête

2.4. Cycle de développement de *Musca domestica* Linneaus

2.4.1. Stades de développement de *Musca domestica*

La mouche domestique passe par quatre stades de développement au cours de sa vie : l'œuf, la larve ou encore asticot, la puppe et l'adulte ailé (Hardouin et Mahoux, 2003).

Selon les mêmes auteurs, les œufs mettent 8 à 12 heures avant d'éclore dans des conditions normales. Le stade larvaire dure 5 jours environ et le stade puppe, 4 à 5 jours. De l'œuf à l'adulte, le développement dure donc une dizaine de jours (Hardouin et Mahoux, 2003).

Les larves se développent au travers de trois stades larvaires vermiformes (asticots de couleur blanche à blanc crème) et se nourrissent de matière organique en décomposition. La durée des stades larvaires diminue quand la température augmente. La larve de stade 1, de couleur crème, préfère les lieux humides et tend à être lucifuge. Elles sont mobiles et s'enfoncent rapidement dans le substrat sur lequel les œufs ont été pondus. Ces larves vont se nourrir presque en permanence pour accumuler des produits de réserve qui serviront aux métamorphoses. À la fin de sa période alimentaire, l'asticot (au troisième stade larvaire) s'éloigne en rampant des zones d'alimentation humides vers un endroit plus sec pour se transformer en puppe (Hardouin et Mahoux, 2003 ; Lubac, 2006).

Le stade suivant, ou pupa, est par contre immobile. Cette pupa, qui ne se nourrit pas mais respire, devient de plus en plus foncée en vieillissant. Elle est protégée par une enveloppe rigide à l'intérieur de laquelle la dernière métamorphose se produit. Après une période d'attente variable de 8 à 30 jours selon les climats, la pupa donne naissance à l'insecte adulte. L'enveloppe de la pupa est constituée de matière azotée proche de la corne et est donc très peu digestible. Il n'est donc pas intéressant d'utiliser les pupes dans l'alimentation des animaux domestiques. Le stade intéressant est donc celui de l'asticot, mais le plus près possible de sa transformation en pupa de manière à disposer de toutes les matières nutritives (glucides, lipides, protéines, etc.) (Hardouin *et al.*, 2000).

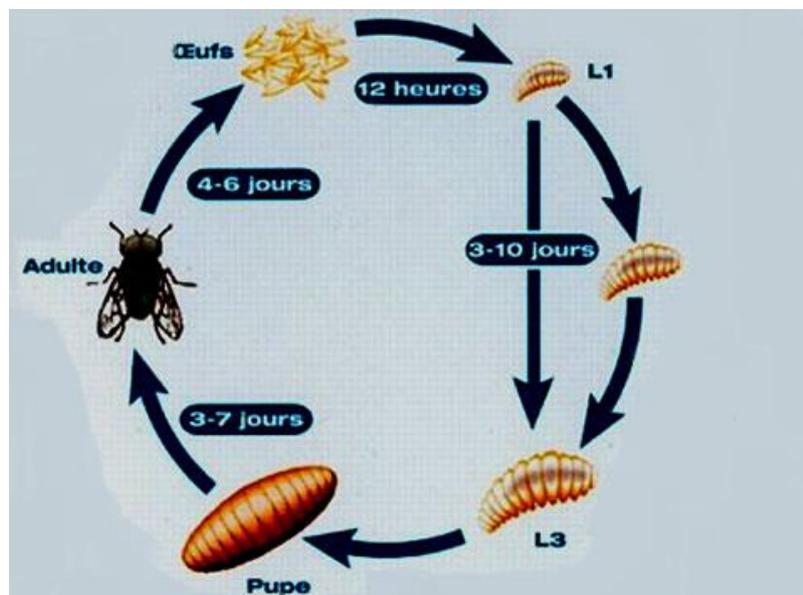


Photo 3 : Cycle de développement de la mouche domestique (Wikipédia)

2.4.3. Biologie de la reproduction de *Musca domestica* Linneaus

Les mâles sont aptes à copuler le lendemain de l'émergence (18 heures minimum) et les femelles à 30 heures, à température favorable. L'attraction visuelle semble très importante dans l'accouplement mais les stimuli olfactifs interviennent également et notamment une phéromone sexuelle (Colwell & Shorey, 1977 cités par Keiding, 1986). En outre, la femelle émet une phéromone, la muscalure. Cette substance attire les mâles et à un degré moindre aussi les femelles. Le mâle produit également une phéromone (Keiding, 1986). Cette dernière substance est une phéromone d'agrégation et elle induit de plus un état de réceptivité chez les femelles vierges mais est sans action sur les mâles et les femelles ayant déjà copulé.

Après le premier coït, les femelles restent la plupart du temps monogames, aucune ne copule plus qu'un petit nombre de fois. La disparition de la réceptivité sexuelle est provoquée par des constituants contenus dans le sperme introduit dans les voies génitales femelles lors du premier accouplement réussi. Le sperme stimule en outre l'oviposition. Il est mis en réserve dans la spermathèque de la femelle et reste capable de féconder les œufs pendant au moins trois semaines (Keiding, 1986).

2.4.4. Supports alimentaires et nutrition de *Musca domestica*

Toutes les matières organiques en décomposition rapide peuvent servir de substrats pour la ponte des mouches et le développement des asticots (Hardouin *et al.*, 2000). Les ordures ménagères et sous-produits industriels peuvent constituer des sources d'attraction des mouches et de milieux privilégiés pour le développement des asticots (Meyer et Petersen, 1983 ; Imai, 1984). En outre, les excréments d'animaux constituent le principal milieu important pour le développement des larves de la mouche domestique. En effet, ceux du porc, de l'âne, de la poule, de la pintade, de la vache, et autres peuvent servir de substrats nutritifs pour les larves (Ekoue et Hadzi, 2000).

La mouche adulte ne peut absorber la nourriture que sous forme liquide. Ainsi, quand une mouche s'alimente, elle régurgite fréquemment des gouttelettes de nourriture et de salive, ce qui contribue à liquéfier la nourriture (Hardouin et Mahoux, 2003).

Pendant leur alimentation, les asticots produisent des enzymes qui attaquent les protides et les graisses. Cependant, ils n'ont pratiquement pas de ferments agissant sur les glucides (Wigglesworth, 1970 cité par Bouafou, 2006).

2.4.5. Composition biochimique des larves de *Musca domestica*

Les larves de la mouche domestique sont riches en éléments nutritifs très importants pour la volaille (Awoniyi *et al.*, 2003). Le tableau I présente la composition chimique des larves et pupes séchées de la mouche domestique. Ainsi, les larves offrent de l'énergie à la volaille avec une énergie métabolisable de 4349 kcal/kg. Elles sont riches en protéines (59,65%) et en lipides (19%), contiennent des éléments minéraux (7,26%) et de l'azote non extractif (14,09%).

Le tableau II précise la qualité des protéines des larves et pupes séchées de la mouche domestique en donnant leur composition en acides aminés.

Tableau I : Composition chimique des larves de mouche domestique *Musca domestica*

Nutriments	Pupes séchées et broyées	Larves séchées et broyées
Energie métabolisable kcal/kg	3790	4349
Protéines brutes %	63,1	59,65
Lipides %	16,5	19,00
Minéraux	5,3	7,26
Eau %	3,9	--
Extractif non azote	12,1	14,09

Source : Hardouin et Mahoux (2003)

Tableau II : Composition en acides aminés des larves de *Musca domestica*

Nutriments	Pupes séchés et broyés	Larves séchées et broyées
Arginine	4,2	2,22
Glycine	3,9	2,23
Histidine	2,6	1,41
Isoleucine	3,5	1,86
Leucine	5,3	3,10
Lysine	5,2	3,60
Méthionine	2,6	1,40
Phénylalanine	4,2	3,51
Thréonine	3,2	2,09
Valine	3,4	2,29
Acide glutamique	10,8	6,43
Alanine	4,2	3,00
Cystine	0,4	0,58
Tyrosine	4,8	5,35
Proline	3,1	2,37
Sérine	3,2	2,08
Acide aspartique	8,5	4,84
Ammoniac	2,5	--

Sources : Hardouin et Mahoux (2003)

III. Facteurs influençant la production des asticots

3.1. Facteurs d'attraction des mouches sur les substrats

L'odeur est le principal facteur d'attraction sur les substrats. Les femelles gravides sont tout d'abord attirées par les odeurs des lieux de ponte, parmi lesquelles les odeurs de putréfaction, de fermentation, d'excréments, d'ammoniac. Le gaz carbonique exerce également un effet attractif sur les mouches (Keiding, 1986). Selon le même auteur, la couleur et la texture des surfaces exercent également une attraction sur la mouche domestique.

3.2. Facteurs de développement des asticots

3.2.1. Milieux de développement larvaire

Le support de développement des larves doit avoir une teneur en eau convenable (ni trop humide, ni trop sec). La texture et la qualité des substrats influencent le développement des asticots (Keiding, 1986).

3.2.2. Humidité, température et saison

Les œufs des mouches domestiques ont besoin de beaucoup d'humidité. Le développement des larves nécessite une humidité relative de plus de 97% (Keiding, 1986 ; Nzamujo, 1999). La durée du cycle de reproduction de la mouche domestique est fonction de la température. Le pourcentage d'œufs éclos est maximum entre 15-40°C. En dessous de 8°C et au-dessus de 42°C, tous les œufs meurent avant l'éclosion. La température la plus favorable pour le développement des larves est de 35°C (Keiding, 1986). La productivité baisse en saison sèche et pendant la période où souffle l'harmattan (Nzamujo, 1999 ; Bouafou *et al.*, 2006).

IV. Utilités de *Musca domestica*

Les larves de la mouche domestique constituent une source alimentaire intéressante pour les animaux, particulièrement les monogastriques. En effet, elles sont riches en lipides et protéines qu'elles accumulent pour pouvoir accomplir les deux métamorphoses nécessaires pour arriver au stade adulte (Hardouin et Mahoux, 2003). Ainsi, l'utilisation des asticots permet d'améliorer à très faible coût les performances d'animaux soumis à une alimentation déséquilibrée, comme c'est souvent le cas en élevage villageois (Hardouin *et al.*, 2000 ; Hardouin et Mahoux, 2003).

En outre, les asticots jouent un rôle important sur la biodégradation des déchets organiques. En effet, l'accumulation des éléments nutritifs par les larves, s'accompagne par une dégradation substantielle de la matière organique dans laquelle elles se trouvent. Ainsi, la mouche domestique permet une dépollution des déchets organiques et leur transformation en amendement d'excellente qualité pour les sols (Hardouin *et al.*, 2000 ; Bouafou *et al.*, 2006).

Les adultes quant à eux jouent un rôle dans la pollinisation. Aussi moindre qu'il soit par rapport à celui des abeilles, ce rôle pollinisateur n'est cependant pas négligeable.

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

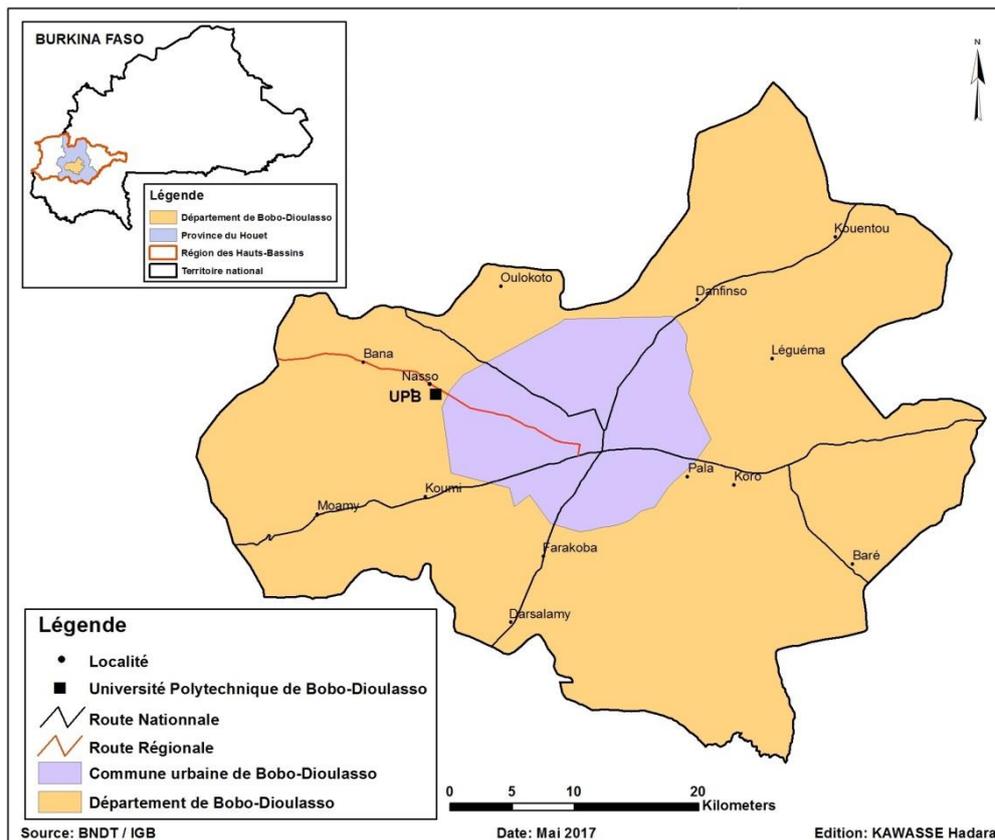
I. Matériel

1.1. Présentation de la zone d'étude

1.1.1. Situation géographique

Notre étude a été effectuée à l'animalerie de l'Institut du Développement Rural (IDR). Elle est située du côté Sud de l'Université Nazi Boni (UNB). L'UNB est située dans le village de Nasso, un village de la commune urbaine de Bobo-Dioulasso. Cette ville est le chef-lieu de la province du Houet, dans la région des Hauts-Bassins, à l'Ouest du Burkina Faso.

Nasso est situé à l'Ouest, à une quinzaine de kilomètres de la ville de Bobo-Dioulasso. Il répond aux coordonnées géographiques suivantes : 11° 13' 0'' Nord, 4° 26' 0'' Ouest. La carte 1 présente la localisation de Nasso dans le département de Bobo-dioulasso.



Carte 1 : Localisation de Nasso dans le département de Bobo-Dioulasso

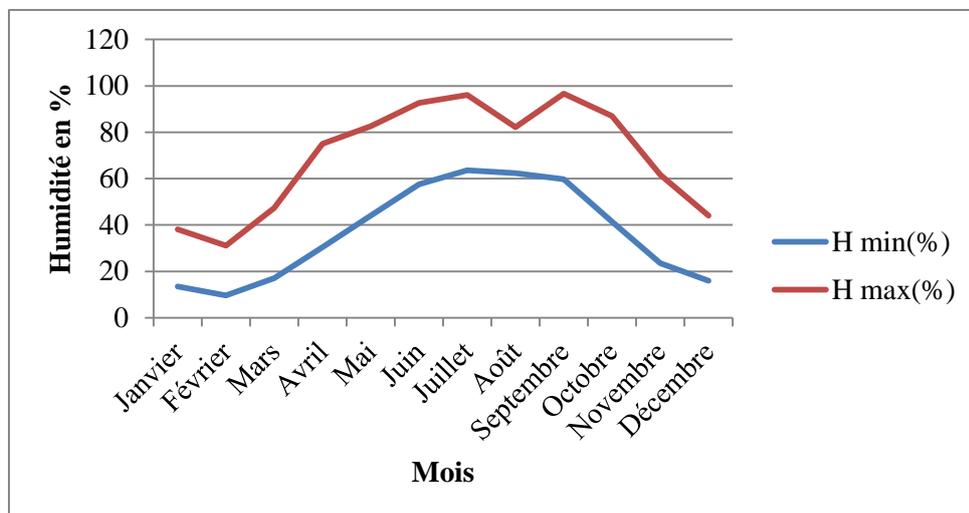
1.1.2. Climat

La zone d'étude se situe dans le domaine sud-soudanien. Ce climat est caractérisé par l'alternance de deux saisons fortement contrastées (Guinko, 1984 ; Fontes & Guinko, 1995) :

- une saison de pluies de mai à novembre (7 mois) ;
- une saison sèche de décembre à avril (5 mois).

La dernière saison comprend une saison sèche fraîche de décembre à février et une saison sèche chaude de mars à avril. Le climat a un rôle déterminant sur la vie et le développement des mouches et leurs larves tant par l'humidité, la température et les vents.

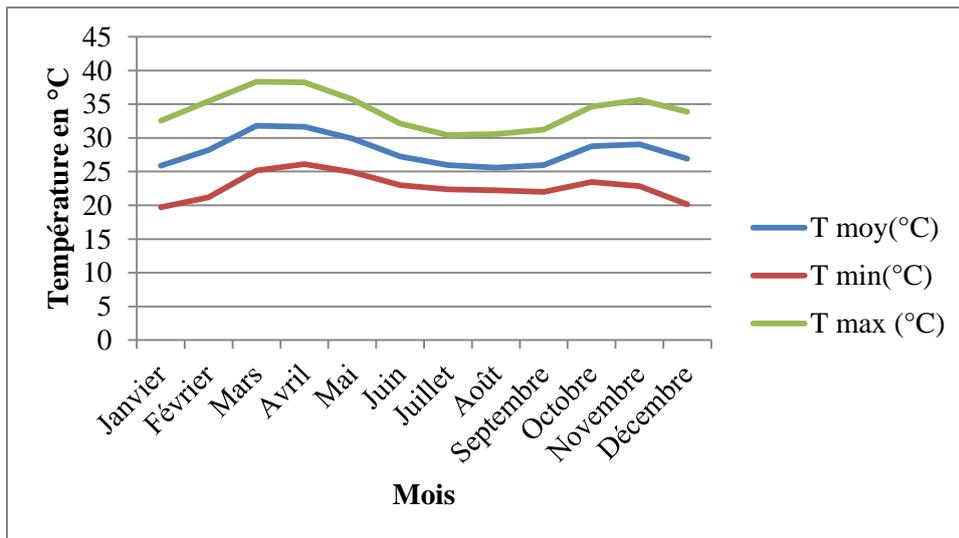
La figure 1 montre l'évolution des humidités minimale et maximale mensuelles de l'air au cours de l'année 2016. Les humidités les plus basses ont été enregistrées dans les mois de janvier (13,4%), février (9,6%) et décembre (15,9%) tandis que les humidités les plus élevées ont été enregistrées dans les mois de juillet (96,1%) et septembre (96,6%).



Source : station météorologique de l'aéroport international de Bobo-dioulasso

Figure 1 : Humidités minimale et maximale mensuelles de l'année 2016

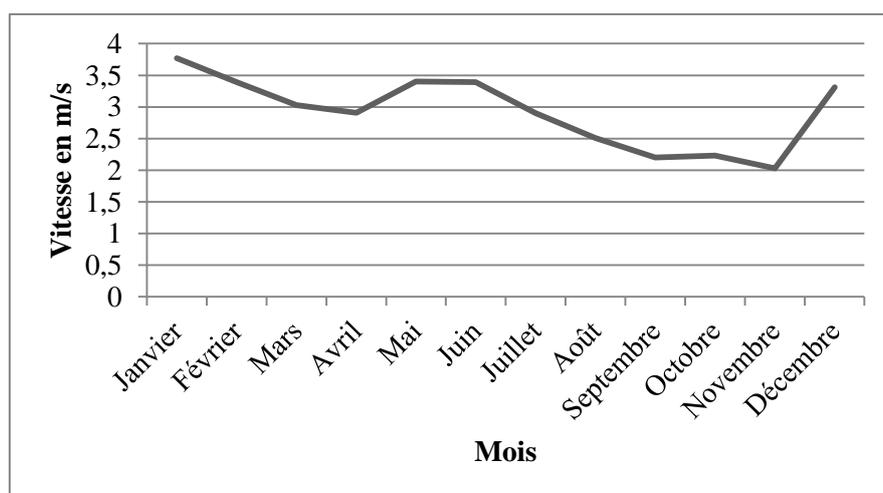
La figure 2 montre l'évolution des températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de l'année 2016. Les températures les plus élevées ont été enregistrées dans les mois de mars et avril, avec respectivement 38,36°C et 38,23°C. Celles les plus basses ont été enregistrées dans les mois de janvier, février et décembre avec respectivement 19,13°C ; 21,2°C et 20,15°C.



Source : station météorologique de l'aéroport international de Bobo-dioulasso

Figure 2 : Températures moyennes, minimales et maximales mensuelles de l'année 2016

La figure 3 montre l'évolution de la vitesse des vents mensuels de l'année 2016. Les vitesses les plus élevées sont enregistrées pendant la période froide c'est-à-dire en janvier, février et décembre respectivement 3,77 m/s, 3,39m/s et 3,31 m/s. Ce vent qui souffle dans la période sèche et froide représente l'harmattan, qui est un vent froid et sec. La figure 3 montre également des vitesses élevées dans les mois de mai et de juin, qui représente le début de la saison pluvieuse (Guinko & Fontes, 1995), avec respectivement 3,4 et 3,39 m/s. Le vent qui souffle pendant cette période pluvieuse est la mousson qui est un vent chaud et chargé d'humidité.



Source : station météorologique de l'aéroport international de Bobo-dioulasso

Figure 3 : Evolution des vents au cours de l'année 2016

1.1.3. Végétation de la zone

Selon le découpage phytogéographique du Burkina Faso, la province du Houet appartient au district Ouest Volta, du secteur phytogéographique Soudano-méridional. Ce secteur comporte des formations forestières les plus denses du Burkina Faso (Guinko, 1998).

La végétation est caractérisée par la savane boisée et arbustive, des forêts claires et des forêts galeries le long des cours d'eau (Guinko et Fontes, 1995). La strate herbacée est formée d'un tapis graminéen en saison pluvieuse. La province compte 8 forêts parmi lesquelles les forêts classées de Dindéresso et du Kou qui sont riveraines du village de Nasso. Cependant, ces forêts sont soumises à une pression de dégradation accélérée face aux besoins de plus en plus croissants des populations en produits forestiers ligneux.

1.2. Matériel d'étude

Il s'agit :

- des bidons coupés longitudinalement suivant la longueur avec une surface de 920 cm^2 ; coupés longitudinalement suivant la largeur avec une surface de 1160 cm^2 et coupés transversalement avec une surface de 667 cm^2 ;
- de petites bassines en plastiques, en aluminium, en terre cuite (canaris au bord élargis), des Calebasses. Ces récipients ont tous approximativement la même surface de 490 cm^2 . Ces récipients ont été utilisés comme support des substrats au cours des tests.
- des substrats tels que la litière de volaille, le lisier de porc, le contenu du rumen, le son de maïs et le son de riz ont été utilisés pour la production des asticots. Le sang frais d'abattoir, les viscères de poisson et le soumbala (graines de néré fermentées) ont été utilisés comme attractifs pour les mouches.
- des bâches faites à base de sacs de conservation des céréales ont été utilisées pour couvrir les substrats après la ponte. Des tamis à mailles grossières (0,4-0,5 cm) ont été utilisés pour l'extraction des asticots des substrats et des tamis à mailles fines pour séparer les résidus de substrats des asticots après l'extraction. Une balance commerciale a été utilisée pour la mesure des substrats et une balance de précision pour la pesée des asticots. La loupe binoculaire a été utilisée pour l'identification des espèces de mouches.

II. Méthodes

2.1. Choix du site d'étude et des substrats de production

2.1.1. Choix du site d'étude

Notre étude a été réalisée à l'animalerie de l'Institut du Développement Rural (IDR). L'animalerie est située du côté Sud-ouest du site de l'Université Nazi Boni (UNB). Cet endroit donne un cadre idéal à la production en masse des asticots. En effet, notre site suit les règles de l'implantation d'une « asticoterie » décrites par Malivel (2014) :

- une zone peu habitée (ou avec une densité d'habitation faible) et loin des bâtiments où la nourriture est transformée;
- un terrain assez plat et non inondable;
- un terrain bien ombragé avec une végétation moyenne à dense (destiné à réduire l'impact de la chaleur sur la production d'asticots et à amortir les odeurs).

2.1.2. Choix des substrats de production et des attractifs

Les substrats sur lesquels les mouches pondent dans la nature sont très variés, mais il s'agit pratiquement toujours de matières organiques plus ou moins décomposées (Ndadi, 2010). Ainsi, vu la large gamme de choix de substrats dont nous disposons, la litière de volaille, le son de maïs, le son de riz, le lisier de porc et le contenu de rumen ont été retenus en raison de leur disponibilité tout au long de l'année et de leur gratuité ou de leur faible valeur marchande. Les attractifs tels que du sang frais de l'abattoir, des déchets de poisson et du soubala (pilé, mouillé et fermenté pendant 48h), ont été également choisis dans la même logique que celle des substrats de production. Les substrats ainsi que les attractifs utilisés sont présentés dans la planche 1.



a- Contenu du rumen



b-Lisier de porc



c-Litière de volaille



d-Son de maïs



e- Son de riz



f- Viscères de poisson



g- Sang frais d'abattoir



h- Sombala

Planche 1 : substrats et attractifs (photo a à e : substrats et photo f à h : attractifs)

2.2. Dispositifs expérimentaux et méthodologies d'étude

2.2.1. Etude de l'influence des dates d'extraction sur la production en masse des asticots

Pour évaluer l'âge auquel l'extraction des asticots est plus appropriée, nous avons utilisé cinq substrats : la litière de volaille, le lisier frais de porc, le contenu du rumen frais, le son de maïs et le son de riz. Les bassines en plastique ont servi de contenant pour les substrats. Un

kilogramme (1kg) de chaque substrat a été pesé et répété quinze (15) fois. Les substrats n'ont pas la même teneur en eau. Ainsi, 1,5 litre d'eau a été ajouté sur la litière de volaille, le son de maïs et le son de riz. L'ensemble est bien homogénéisé et ne doit être ni sec ni trop humide. Aucune quantité d'eau n'a été ajoutée au lisier de porc et au contenu du rumen, qui étaient déjà humides. Après avoir humidifié les substrats, ils ont été exposés à la ponte des mouches. Les 15 répétitions de chacun des 5 substrats ont été disposées de façon aléatoire. Après 24 heures d'exposition, les substrats sont recouverts avec une bâche faite à base de sacs de conservation de céréales (en polypropylène). Cela pour une bonne pénétration de l'air dans le milieu et pour obtenir des asticots d'une même classe d'âge. Cinq répétitions de chaque substrat ont été récoltés successivement les quatrième, cinquième et sixième jours. Des tamis à grandes mailles (4 à 5 mm) ont été utilisés pour la récolte des asticots. Il s'est agi d'étaler de fines couches sur les tamis déposés sur des bacs en fer. Les asticots ayant un caractère lucifuge, se dirigent vers le bas et tombent dans le bac. Les paramètres mesurés sont la biomasse larvaire, la masse de pupes présentes sur les substrats le jour de la récolte et le nombre de mouches émergées sur 200 larves prélevées aux différents jours de récolte. La planche 2 montre les grandes étapes de la réalisation de ce test.

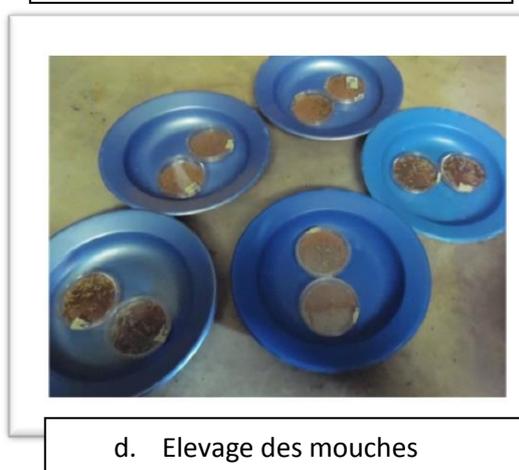
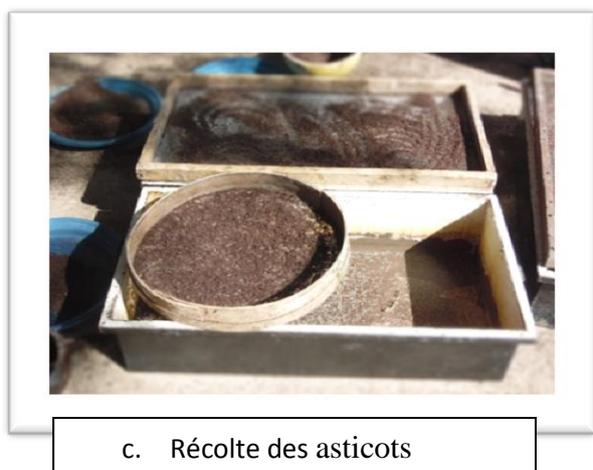


Planche 2 : Dispositif expérimental de l'étude de la date de récolte

2.2.2. Etude de l'influence des substrats sur la production en masse des asticots

Pour évaluer l'influence des substrats sur la production en masse des asticots, les cinq (5) substrats, à savoir la litière de volaille, le son de maïs, le son de riz, le lisier de porc et le contenu du rumen ont été utilisés. Des récipients en plastique ont été utilisés comme contenants pour les substrats. Un (1) kilogramme de chaque substrat répété 10 fois, additionné et mélangé avec 1,5 l d'eau pour la litière de volaille, le son de maïs et le son de riz, et sans ajout d'eau pour le lisier de porc et le contenu du rumen. Ces répétitions sont disposées de façon aléatoire et exposées à la ponte des mouches (Photo 4). Après 24 h d'exposition, les substrats sont recouverts de bâche en sacs de conservation des céréales (sac en polypropylène). La récolte a été effectuée le cinquième jour suivant la même procédure de récolte décrite dans le test précédent. Le paramètre mesuré dans ce test est la biomasse larvaire produite dans chaque substrat.



Photo 4 : Dispositif du test sur les substrats

2.2.3. Etude de l'influence de la fermentation et des attractifs sur l'amélioration de la productivité des substrats

2.2.3.1. Etude de l'influence de la fermentation

Pour évaluer l'influence de la fermentation sur la production en masse des asticots, le lisier de porc, le contenu du rumen, le son de maïs et le son de riz ont subi une fermentation microbienne. La litière de volaille a constitué le témoin de productivité parce qu'elle est l'un des meilleurs substrats de production d'asticots (Mpoame *et al.*, 2004 et Koné *et al.*, 2017), dont nous disposons. Le son de maïs et le son de riz ont été mouillés à raison de 1,5 l d'eau/kg de substrat de telle sorte à ce qu'ils ne soient ni trop secs ni trop humides. Les substrats ainsi mouillés sont mis dans des seaux plastiques et fermés hermétiquement, ainsi que le contenu

du rumen et le lisier de porc. Après 48 heures de fermentation, les substrats ont été exposés de façon aléatoire à la ponte des mouches, en raison de 10 répétitions par traitement (Photo 4). La récolte des asticots a été faite le 5^e jour et suivant la même procédure décrite lors de l'étude de l'influence de la date d'étude (Planche 2, Photo c). Le paramètre mesuré est la biomasse larvaire produite sur chaque substrat.

2.2.3.2. Etude de l'influence des attractifs sur la production en masse des asticots

2.2.3.2.1. Comparaison des attractifs en fonction des substrats

Pour évaluer l'influence des attractifs sur la production en masse des asticots, trois (3) attractifs ont été utilisés, à savoir le sang frais d'abattoir, les viscères de poisson et du soubala fermenté. Un demi-kilogramme (1/2 kg) de chaque attractif (à l'état liquide) a été aspergé sur 1 kg de chacun des quatre substrats : le lisier de porc, le son de riz, le son de maïs et le contenu du rumen. La litière de volaille étant le témoin de productivité. Chaque traitement a été répété dix (10) fois sur chaque substrat. Le paramètre étudié est la biomasse larvaire de chaque substrat en fonction des attractifs. Le but est de comparer les attractifs selon chaque substrat.

2.2.3.2.2. Etude de l'effet des attractifs sur la productivité des substrats

Afin de montrer que les attractifs améliorent effectivement la productivité des substrats, un attractif à la fois a été appliqué sur le lisier de porc, le contenu du rumen, le son de maïs et le son de riz à raison d'un demi-kilogramme de l'attractif sur un kilogramme de substrat. Un kilogramme (1 kg) de chaque substrat sans attractif et 1 kg de la fiente de volaille ont constitué les témoins dans ce test. Chaque traitement a été répété 10 fois et l'ensemble disposé de façon aléatoire. La récolte a été faite le 5^e jour telle que décrit dans l'étude de la date de récolte. Le paramètre mesuré est la biomasse larvaire afin d'avoir la production potentielle des substrats suite à l'ajout de chaque attractif.

Le rapport, Rendement du substrat + attractif (Ra) moins Rendement du substrat brut (Rb) sur Rendement du substrat brut (Rb) ($\frac{Ra-Rb}{Rb}$), a été établi pour montrer le niveau d'amélioration de la productivité des substrats par l'attractif.

2.2.4. Impact des récipients d'élevage sur la production en masse des asticots

2.2.4.1. Etude de l'influence de la surface sur la production en masse

Pour évaluer l'influence de la surface des récipients sur la production des asticots, nous avons disposé des bidons de contenance 20 l découpés. Cette coupure a été faite de trois manières de telle sorte à avoir une grande surface S3 de 1160 cm², une surface moyenne S2 de 920 cm² et une petite surface S1 de 667 cm². La litière de volaille a été le substrat utilisé dans ce test. Deux (02) kg de la litière de volaille ont été introduits dans chaque récipient coupé. Chaque traitement a été répété dix(10) fois et les traitements ont été disposés de façon aléatoire. La récolte a été faite le 5^e jour. Les paramètres mesurés ici sont la biomasse larvaire et le pH initial et final du substrat en fonction des surfaces S1, S2 et S3.

2.2.4.2. Etude de l'influence de la nature des récipients sur la production en masse des asticots

Des récipients en aluminium, en terre cuite (canari), en plastique et des Calebasses ont été utilisés. Ils ont approximativement la même surface de 490 cm² et la même contenance. Pour chaque substrat, ces quatre traitements ont été répétés dix (10) fois et disposés de façon aléatoire comme le montre la photo 5. La récolte des asticots a été faite le 5^e jour. Le paramètre mesuré est la biomasse larvaire.



Photo 5 : Dispositif de l'étude de l'influence de la nature des récipients

2.2.5. Etude de l'influence du climat sur la production des asticots

Le dispositif de l'étude de l'influence des substrats sur la production en masse des asticots a été répété chaque mois, de décembre à avril. Le test a été effectué en milieu de chaque mois.

Les paramètres mesurés sont la température, l'humidité relative de l'air et la biomasse larvaire.

2.2.6. Identification des espèces de mouche

Pour connaître les espèces de mouches qui colonisent les substrats, 200 larves ont été prélevées de façon aléatoire après la récolte, lors de l'étude de l'influence des substrats et celle des attractifs. Les larves sont mises dans des boîtes de Pétri où une couche de sable humidifié a été préalablement étalée. Quatre à cinq jours plus tard, les mouches émergent. L'identification s'est faite à l'aide d'une loupe binoculaire à l'aide de caractères morphologiques.

2.2.7. Analyse des données

Le logiciel XLSTAT 2007.07.02 a été utilisé pour l'analyse des résultats des différents tests. Pour chaque test, l'analyse de variances (ANOVA) a été réalisée pour comparer les valeurs moyennes des différentes variables considérées. Le test de LSD de Fisher a été utilisé pour la séparation des moyennes au seuil de 5 %.

CHAPITRE III : Résultats et discussion

I. Résultats

1.1. Influence des dates d'extraction sur la production en masse des asticots

1.1.1. Biomasse larvaire

La figure 4 montre l'évolution de la biomasse larvaire produite sur les substrats aux 4^e, 5^e et 6^e jours. L'analyse statistique des résultats du test de dates d'extraction a montré, pour la fiente, deux groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe représente le rendement moyen de la litière de volaille au 4^e jour et le deuxième groupe celui du 6^e jour. Cependant, l'analyse n'a montré aucune différence significative ni entre le rendement moyen du 5^e jour et celui du 4^e jour, ni entre le rendement moyen du 5^e jour et celui du 6^e jour. Pour le contenu du rumen, l'analyse statistique a montré aussi deux groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe est celui du rendement moyen du contenu de rumen du 4^e jour et le deuxième groupe est constitué du rendement moyen du 5^e jour et celui du 6^e jour. L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative entre les rendements moyens du 4^e jour, du 5^e jour et du 6^e jour, pour le lisier de porc, le son de maïs et le son de riz.

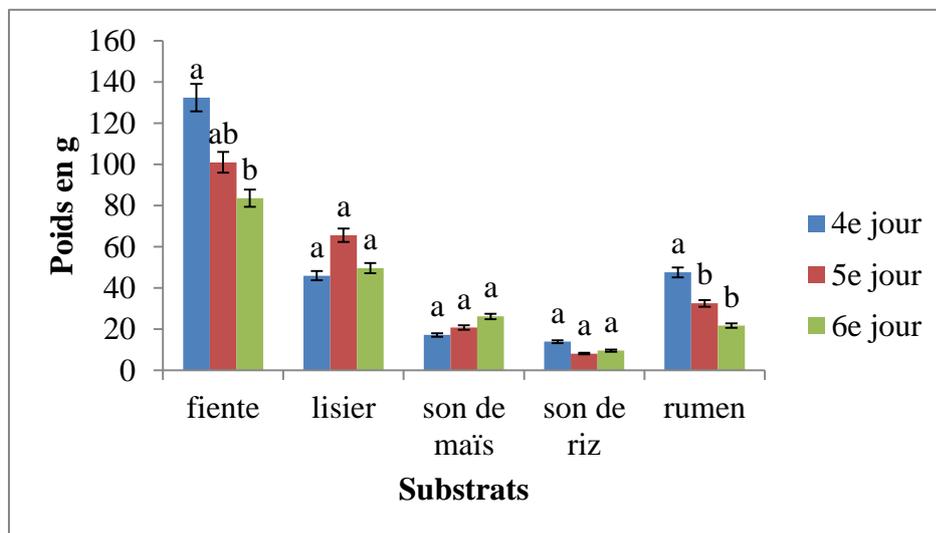


Figure 4 : Rendement des substrats en fonction des jours de récolte

1.1.2. Présence de pupes dans les substrats à la récolte

Le tableau III montre que les pupes commencent à apparaître dans le lisier de porc, la litière de volaille et le contenu du rumen sous forme de traces au 5^e jour à une température moyenne de 25,3°C et une humidité relative moyenne de 29,45%. Pour ces mêmes substrats, une séparation des pupes des asticots au 6^e jour, a donné respectivement pour le lisier de porc, la

litière de volaille et le contenu du rumen les poids de 18g, 16,5g et des traces respectivement. En ce qui concerne le son de maïs et le son de riz, aucune pupa n'a été observée durant les trois jours d'observation

Tableau III : Présence de pupa dans les substrats en fonction des jours de récolte

Substrats	4e jour	5e jour	6e jour
Lisier	-	Traces	18g
Fiente	-	Traces	16,5g
Rumen	-	Traces	Traces
Son de maïs	-	-	-
Son de riz	-	-	-

- : absence de pupes, traces : présence en quantité inférieure à 1g

1.1.3. Nombre de mouches émergées des 200 larves prélevées aux différents jours de récolte

Le tableau IV montre le nombre de mouches émergées dans les 200 larves prélevées après la récolte les 4^e, 5^e et 6^e jours. L'observation du tableau IV montre d'une manière générale, une croissance du nombre des mouches émergées du 4^e au 6^e jour.

Tableau IV : Nombre de mouches issues de larves prélevées en fonction des jours de récolte

Substrats	4e jour	5e jour	6e jour
Lisier	49	193	198
Fiente	2	8	16
Rumen	1	33	24
Son de maïs	0	1	1
Son de riz	0	0	5

1.2. Effet des substrats sur la production en masse des asticots

La figure 5 montre la productivité des substrats pris à l'état brut. La litière de volaille a donné la meilleure productivité. L'analyse de variance des résultats de la productivité des différents substrats en asticots, montre trois groupes de moyennes statistiquement différentes à une température moyenne de 26,1°C et une humidité pondérale de 39,2%. Le premier groupe constitué de la litière de volaille, qui est notre témoin de productivité (112 g); le deuxième constitué du son de maïs (19,14 g) et le dernier groupe qui est le son de riz (0,58 g). Il n'y a pas de différence significative ni entre le lisier de porc (14,2 g), le rumen (10,66 g) et le son de maïs (19,14 g), ni entre le lisier de porc (14,20 g), le contenu du rumen (10,66 g) et le son

de riz (0,58 g). Cependant, il y a une différence significative entre le son de maïs et celui du riz.

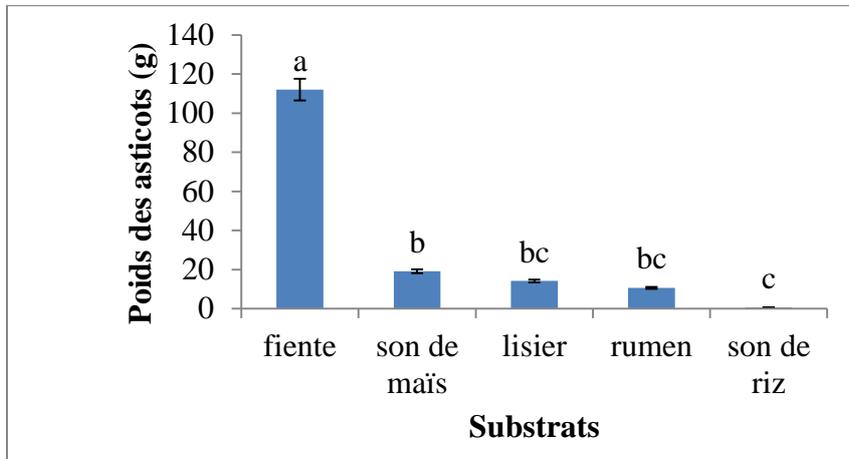
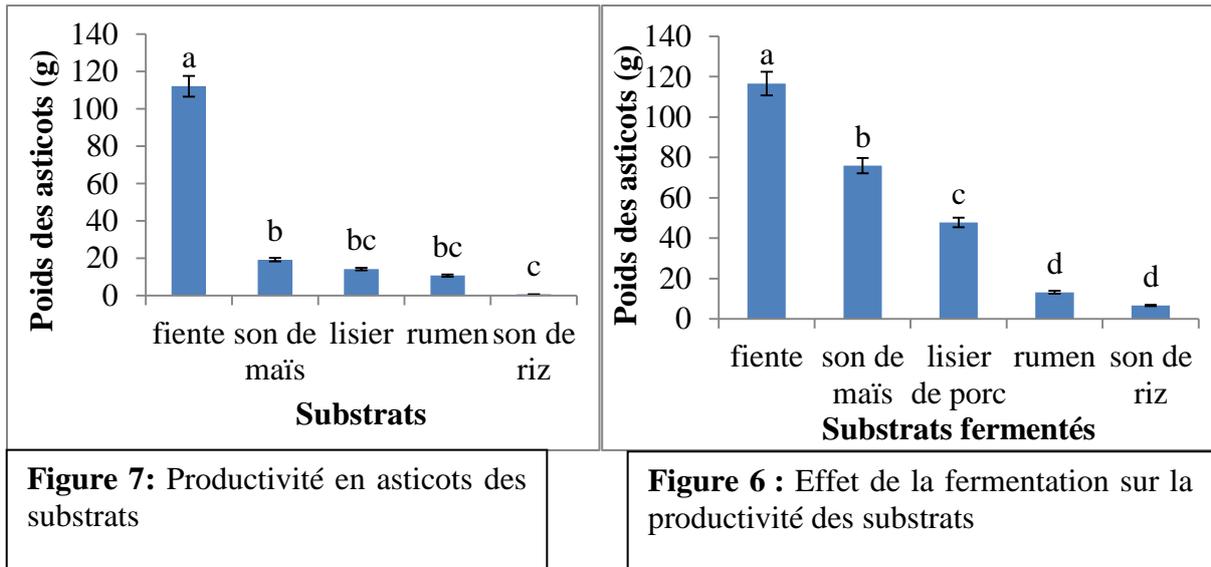


Figure 5: Productivité en asticots des substrats

1.3. Etude de l'influence de la fermentation et des attractifs sur l'amélioration de la productivité des substrats

1.3.1. Etude de l'influence de la fermentation sur la productivité des substrats

La figure 6 montre l'effet de la fermentation sur la productivité des substrats par rapport à la productivité des substrats à l'état brut. Il en ressort une amélioration de la productivité du son de maïs, du lisier de porc, du contenu du rumen et du son de riz par rapport à leur productivité à l'état brut. L'analyse de variance des résultats de la productivité de différents substrats en asticots après fermentation à la température moyenne de 26,1°C et à une humidité pondérale moyenne de 38,56%, montre quatre groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe comprend la litière de volaille (116,6 g), le deuxième groupe représente le son de maïs (76 g), le troisième groupe est celui du lisier de porc (47,8 g) et le dernier groupe est constitué du contenu du rumen (13,2 g) et le son de riz (6,6 g). Il n'y a donc pas de différence significative entre le contenu de rumen et le son de riz.



1.3.2. Etude de l'influence des attractifs sur la production en masse des asticots

1.3.2.1. Comparaison des attractifs en fonction des substrats

1.3.2.1.1. Comparaison des attractifs sur le lisier de porc

La figure 7 montre la comparaison des attractifs sur le lisier de porc sous une température moyenne de 24,1°C et d'une humidité relative moyenne de 41,7%. Le sang plus le lisier de porc a donné la productivité la plus élevée. L'analyse des variances des résultats montre trois groupes de moyennes significativement différents. Le premier groupe est celui du lisier + sang (222,4 g). Le deuxième groupe est constitué de la litière de volaille (136,76 g), et le troisième groupe comprend le lisier + poisson (53,2 g) et le lisier + soubala (46,8 g). Le sang est alors le meilleur attractif sur le lisier de porc par rapport aux viscères de poissons et au soubala.

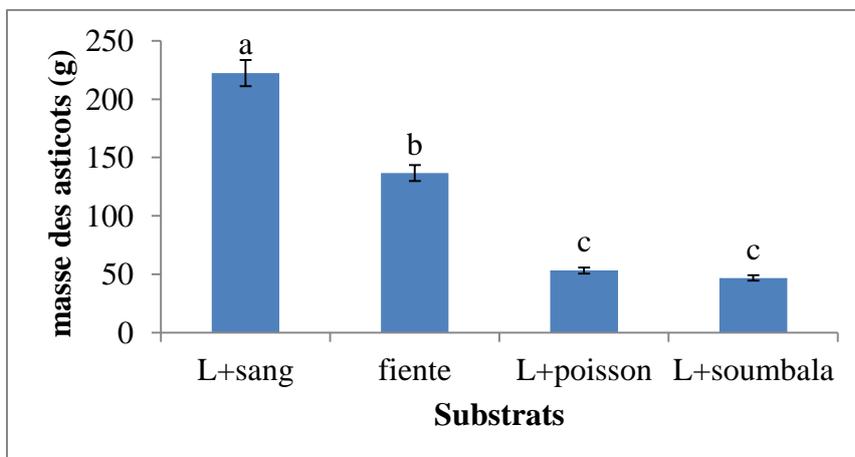


Figure 8 : Comparaison des attractifs sur le lisier de porc (L : lisier de porc)

1.3.2.1.2. Comparaison des attractifs sur le contenu du rumen

La figure 8 montre la comparaison des attractifs sur le contenu du rumen sous une température moyenne de 24,1°C et une humidité relative moyenne de 41,7%. La productivité du contenu du rumen plus les viscères de poisson vient après celle du témoin de productivité. La productivité du contenu du rumen plus le sang vient après celle des viscères de poissons plus le contenu du rumen. L'analyse de variances des résultats de ce test montre deux groupes de moyennes significativement différents. Le premier groupe comprend le témoin de productivité, la fiente (136,76 g) et le deuxième groupe est celui du contenu de rumen + soumbala (33 g). L'analyse n'a montré aucune différence significative ni entre le contenu de rumen + poisson (85 g), le contenu de rumen + sang (67,4 g) et le témoin (fiente), ni entre le contenu de rumen + poisson et le contenu de rumen + soumbala. Cependant, il y a une différence significative entre le témoin et le contenu de rumen + soumbala.

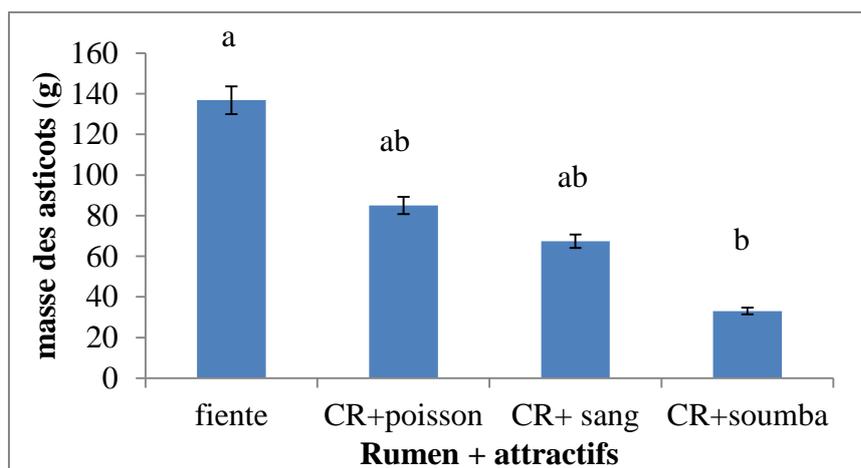


Figure 9 : Comparaison des attractifs sur le contenu du rumen (CR : contenu du rumen)

1.3.2.1.3. Comparaison des attractifs sur le son de maïs

La figure 9 montre une comparaison de l'efficacité du sang, des viscères de poisson et du soumbala sur le son de maïs. L'analyse de variance des résultats montre deux groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe comprend la litière de volaille (136,76 g) et le son de maïs + sang (135,6 g). Le deuxième groupe est constitué du son de maïs + poisson (31,6 g) et du son de maïs + soumbala (8,2 g). Il n'y a donc pas de différence significative entre la litière de volaille et le son de maïs + sang, et il n'y a non plus pas de différence significative entre le son de maïs + poisson et le son de maïs + soumbala.

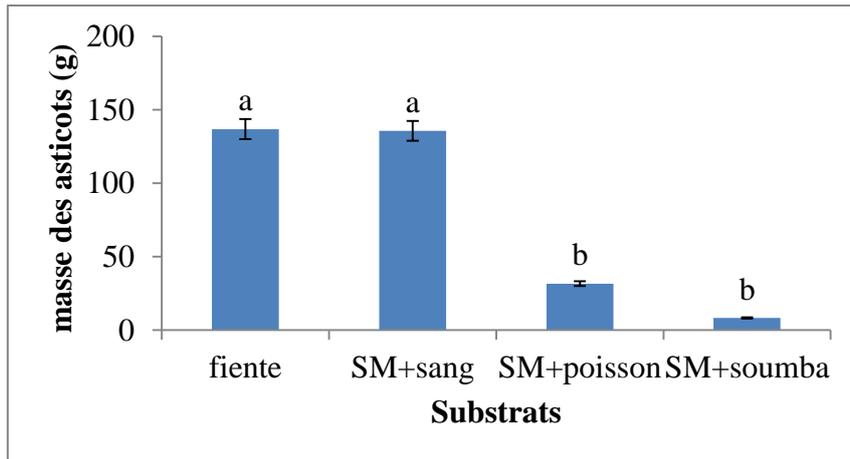


Figure 10 : Comparaison des attractifs sur le son de maïs (SM : son de maïs)

1.3.2.1.4. Comparaison des attractifs sur le son de riz

La figure 10 montre une comparaison de l'efficacité du sang, des viscères de poisson et du soubala sur le son de riz. L'analyse de variances des résultats montre trois groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe est celui de la litière de volaille (136,76 g). Le deuxième groupe est constitué du son de riz + sang (30,4 g). Le troisième groupe est constitué du son de riz + poisson (8,6 g) et du son de riz + soubala (8,2 g). L'analyse n'a montré aucune différence significative entre le son de riz + poisson et le son de riz + soubala. Le sang est le meilleur attractif pour le son de riz par rapport aux viscères de poisson et au soubala.

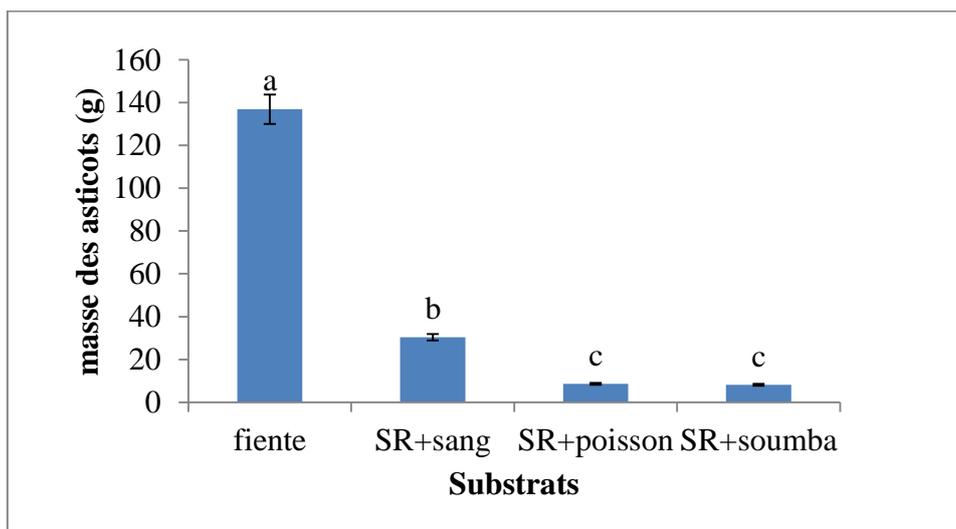


Figure 11 : Comparaison des effets des attractifs sur le son de riz

1.3.2.2. Etude de l'effet des attractifs sur la productivité des substrats

1.3.2.2.1. Effet du sang frais sur la productivité des substrats

La figure 11 montre la production potentielle des substrats suite à l'ajout du sang dans des conditions d'une température moyenne de 23°C et d'une humidité relative moyenne de 29%. L'analyse des variances des résultats du test de l'amélioration de la productivité des différents substrats due à l'ajout du sang frais a donné 5 groupes de moyennes significativement différents. Le premier groupe représente la productivité du son de maïs + sang (254,3 g). Le deuxième groupe représente celle du lisier de porc + sang (199,8 g). Le troisième groupe représente la productivité de la litière de volaille (132,3 g). Le quatrième groupe représente celle du son de riz + sang (56,3 g). Le cinquième groupe est constitué de la productivité du lisier de porc brut (18 g), du contenu du rumen + sang (12,4 g), le contenu du rumen brut (10,2 g) et du son de riz brut (5,1 g). Aucune différence significative n'existe ni entre la productivité du son de maïs brut (28,3 g) et ce dernier groupe, ni entre celle du son de maïs brut (28,3 g) et celle du son de riz + sang. La productivité de tous les substrats est améliorée par l'apport du sang. Plus particulièrement, le son de maïs et le lisier de porc additionnés du sang donnent une production supérieure à celle du témoin.

- le sang contribue à augmenter de huit (8) fois la productivité du son de maïs ;
- le sang contribue à augmenter de dix (10) fois la productivité du lisier de porc ;
- le sang contribue à augmenter de 0,25 fois la productivité du contenu du rumen ;
- le sang contribue à augmenter de Dix (10) fois la productivité du son de riz.

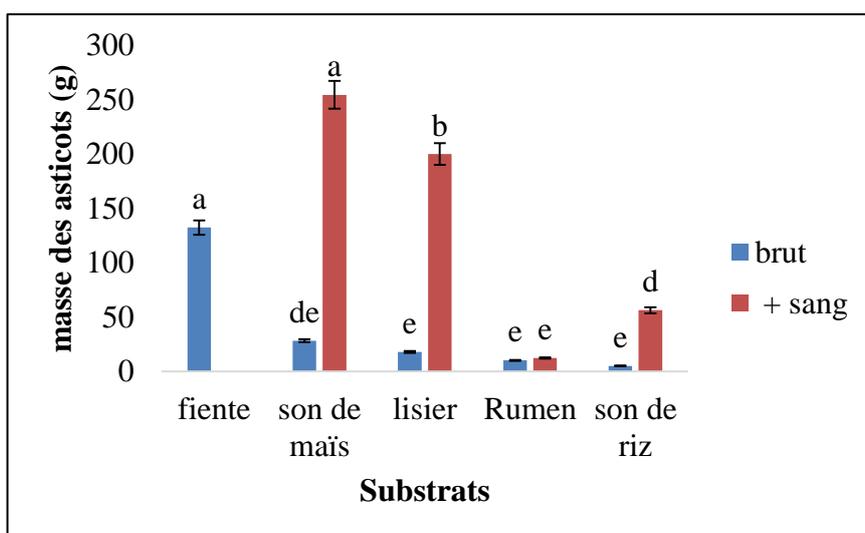


Figure 12 : Amélioration de la productivité en asticots des substrats par le sang

1.3.2.2.3. Effet des viscères de poisson sur la productivité des substrats

La figure 12 montre la production potentielle des substrats suite à l'ajout des viscères de poisson, dans des conditions d'une température moyenne de 23,34°C et d'une humidité relative moyenne de 34,75%. Ainsi, l'analyse des variances des résultats de ce test a montré quatre groupes de moyennes significativement différents. Le premier groupe comprend la productivité de la litière de volaille (133,7 g) et du contenu du rumen + viscères de poisson (121,5 g). Le deuxième groupe représente la productivité du lisier de porc + viscères de poisson (58,4 g). Le troisième groupe représente celle du son de maïs + viscères de poisson (34,23 g). Le dernier groupe est constitué des productivités du lisier brut de porc (12,3 g), du contenu du rumen brut (10,93 g), du son de riz + viscères de poisson (1,1 g) et du son de riz brut (0 g). L'analyse statistique n'a montré aucune différence ni entre la productivité du son de maïs brut (15,27 g) et le dernier groupe, ni entre la productivité du son de maïs et celle du son de maïs + viscères de poisson. La productivité de tous les substrats est également améliorée par l'apport des viscères de poisson. Particulièrement le contenu du rumen plus les viscères de poisson se démarque des autres, avec une productivité approximativement égale à celle du témoin.

- les viscères de poisson contribuent à augmenter de dix (10) fois la productivité du contenu du rumen ;
- les viscères de poisson contribuent à augmenter de quatre (4) fois la productivité du lisier de porc ;
- les viscères de poisson contribuent à augmenter d'une (1) fois la productivité du son de maïs ;
- les viscères de poisson contribuent à augmenter d'une (1) fois la productivité du son de riz.

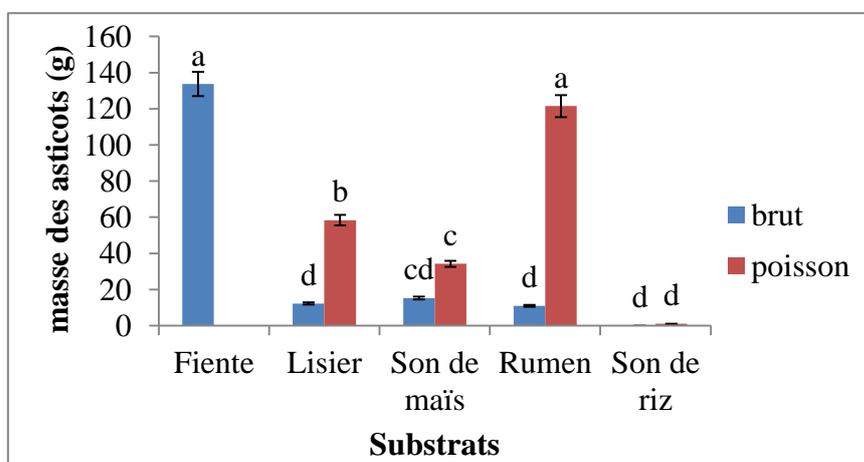


Figure 12 : Amélioration de la productivité des substrats par les viscères de poisson

1.3.2.2.4. Effet du Soubala sur la productivité en asticots des substrats

La figure 13 montre la production potentielle des substrats suite à l'ajout des viscères de poisson, dans des conditions d'une température moyenne de 24,3°C et d'une humidité relative moyenne de 33,46%. L'analyse statistique de variances des résultats du test de l'amélioration de la productivité des substrats par le soubala a donné quatre groupes de moyennes significativement différents. Le premier groupe comprend la productivité du son de maïs + soubala (133,8 g) et celle de la litière de volaille (128,6 g). Le deuxième groupe est constitué de celles du lisier de porc + soubala (66,1 g) et du lisier de porc brut (55,9 g). Le troisième groupe représente la productivité du son de maïs brut (28,3 g). Le dernier groupe est composé des productivités du contenu de rumen + soubala (5,9 g), du son de riz brut (5,1 g) et du contenu du rumen brut (1,8 g). Il n'y a aucune différence significative ni entre la productivité du son de riz + soubala (16,6 g) et le dernier groupe, ni entre la productivité du son de riz + soubala et celle du son de maïs brut. Le soubala permet également une augmentation de la productivité de tous les substrats. Il a permis même au son de maïs d'atteindre une productivité approximativement égale à celle du témoin.

- le soubala contribue à augmenter de quatre (4) fois la productivité du son de maïs ;
- le soubala contribue à augmenter d'une (1) fois la productivité du lisier de porc ;
- le soubala contribue à augmenter de deux (2) fois la productivité du contenu du rumen ;
- le soubala contribue à augmenter de deux (2) fois la productivité du son de riz.

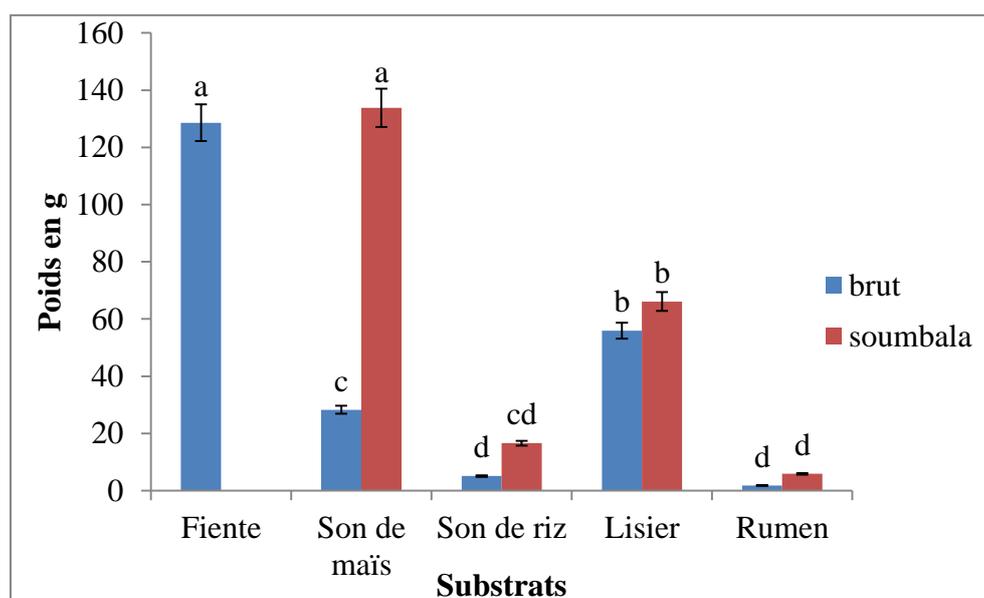


Figure 13: Amélioration de la productivité des substrats par le soubala

1.4. Impact des récipients d'élevage sur la production en masse des asticots

1.4.1. Influence de la surface des récipients sur la production des asticots

La figure 14 montre la productivité de la litière de volaille en fonction de la surface des récipients à une température moyenne de 28,18°C et à une humidité relative moyenne de 56,9%. L'analyse des variances des résultats de ce test montre deux groupes de moyennes significativement différents. Le premier groupe comprend la productivité de la litière de volaille dans la grande surface avec un rendement de 263,952 g d'asticots/ 2kg de litière de volaille et celle dans la moyenne surface (S2) avec un rendement de 229,63 g d'asticots/2 kg de litière de volaille. Le deuxième groupe est constitué de la productivité de la litière de volaille dans la petite surface (S1) avec un rendement de 127,47 g d'asticots/2 kg de litière de volaille. Il n'y a donc pas de différence significative entre la grande surface (S3) et la moyenne surface (S2). La productivité de la litière de volaille augmente proportionnellement avec la surface des récipients d'élevage.

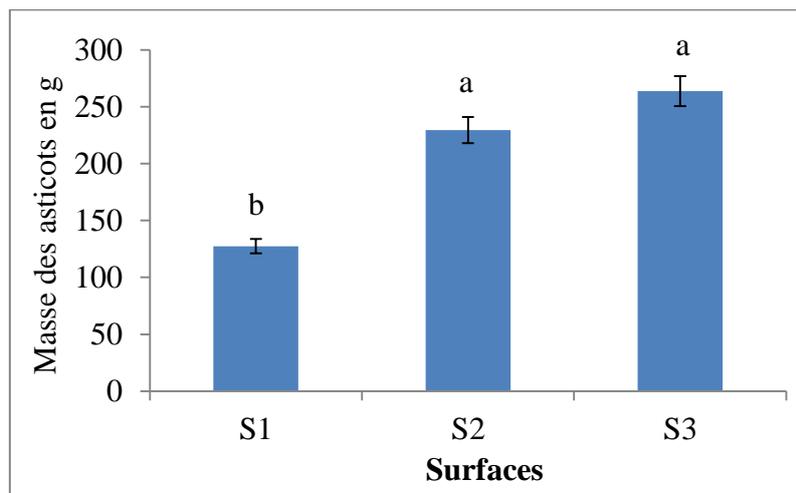


Figure 13 : Rendement en fonction de la surface du récipient

La figure 15 montre l'évolution du pH de la litière de volaille en fonction des surfaces des récipients. Le pH initial moyen était de 7,118. L'analyse des variances des pH finaux en fonction des surfaces, montre trois groupes de moyennes significativement différents : le premier groupe représente le pH final moyen de 8,207 dans la grande surface (S3), le deuxième groupe montre le pH final moyen de la surface moyenne (S2) de 7,922 et le troisième groupe, celui de la petite surface (S1) de 6,635. Le pH évolue proportionnellement avec la surface.

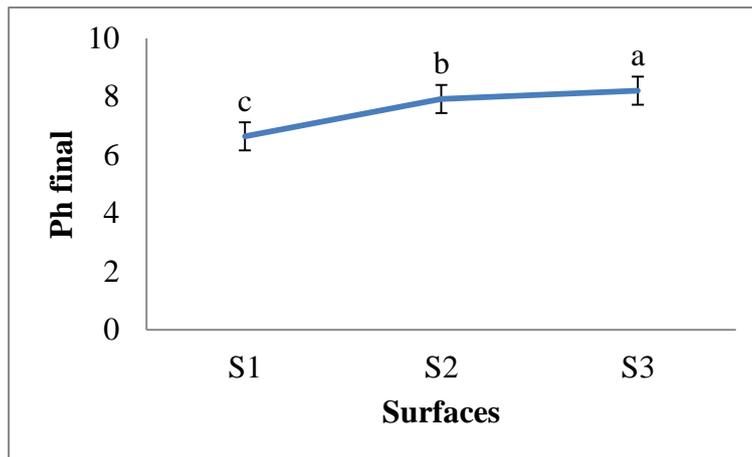


Figure 14 : Variation du pH du substrat en fonction de la surface

1.4.2. Influence de la nature de récipients sur la production en masse des asticots

1.4.2.1. Influence des récipients sur la productivité de la litière de volaille

La productivité de la litière de volaille en fonction de la nature des récipients est représentée par la figure 16, dans des conditions d'une température moyenne de 23,6°C et d'une humidité relative moyenne de 30,39%. L'analyse statistique des variances des résultats de ce test montre trois groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe est constitué des récipients en aluminium (144,8 g) et en plastique (143,5 g). Le deuxième groupe comprend les récipients en canari (116 g) et le dernier groupe représente les Calebasses (87,3 g). Il n'y a pas de différence significative entre les productivités de la fiente dans les récipients en aluminium et ceux en plastique.

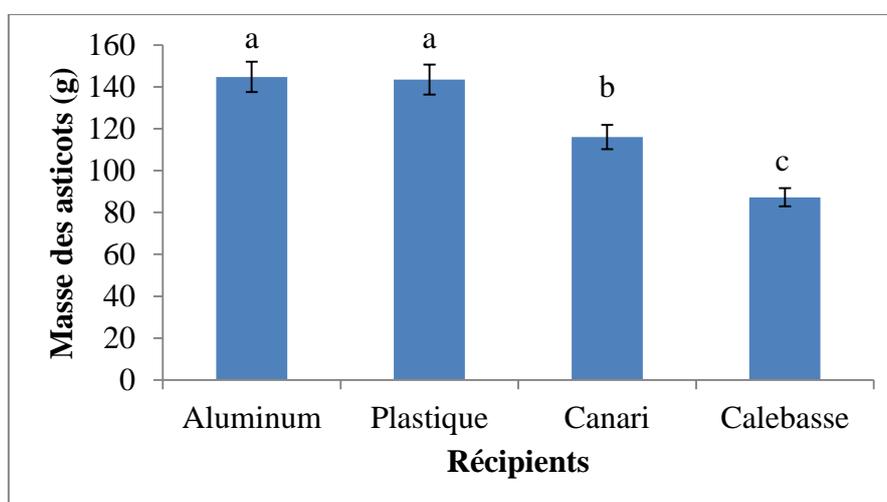


Figure 16 : Productivité du lisier de porc en fonction des récipients

1.4.2.2. Influence des récipients sur la productivité de la litière de volaille

La figure 17 montre la productivité du lisier de porc en fonction de la nature des récipients dans des conditions d'une température moyenne de 24,22°C et à une humidité relative moyenne de 27,75%. L'analyse des variances des résultats de ce test montre deux groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe comprend les productivités dans les récipients en aluminium (111,8 g) et en plastique (102,5 g). Le deuxième groupe est constitué celles dans les canaris (70 g) et dans les Calebasses (67,9 g). Avec le lisier de porc, l'analyse n'a montré aucune différence significative entre les récipients en aluminium et ceux en plastique. Il n'y a pas, non plus de différence significative entre les récipients en terre cuite et les Calebasses.

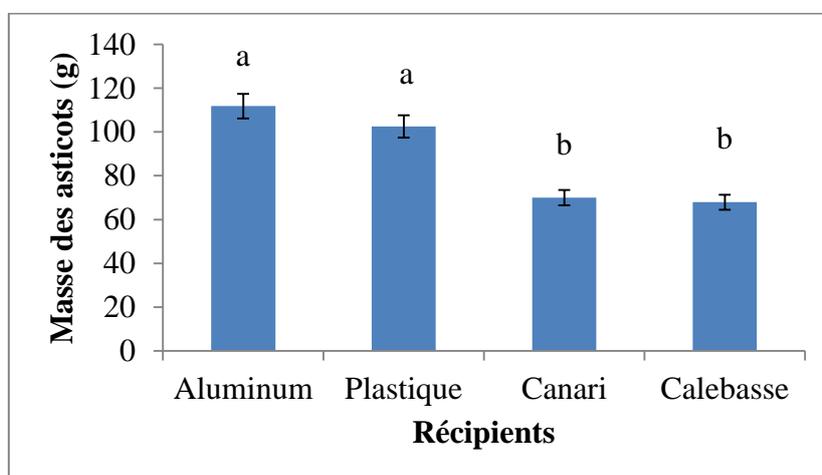


Figure 15 : Productivité du lisier de porc en fonction des récipients

1.4.2.3. Influence des récipients sur la productivité du son de maïs

La figure 18 montre la productivité du son de maïs en fonction de la nature des récipients dans des conditions d'une température moyenne de 25,1°C et à une humidité relative moyenne de 27,95%. L'analyse des variances des résultats de ce test montre trois groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe comprend la production des récipients en aluminium (42,5 g). Le deuxième groupe représente celle des canaris (29,7 g) et le troisième groupe, celle des Calebasses (21,2 g). L'analyse n'a montré aucune différence significative ni entre la production des récipients en canari et celle des plastiques (38,2 g), ni entre la production des récipients aluminium et celle des plastiques.

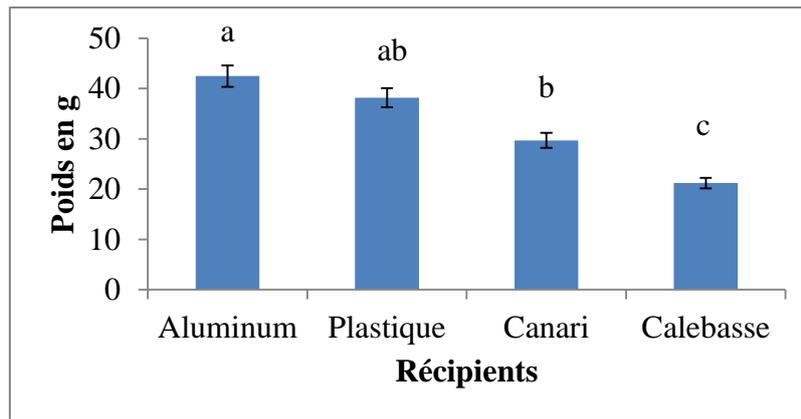


Figure 16 : Productivité du son de maïs en fonction des récipients

1.4.2.4. Influence des récipients sur la productivité du contenu du rumen

La figure 19 montre la productivité du contenu du rumen en fonction de la nature des récipients dans des conditions d'une température moyenne de 24,7°C et à une humidité relative moyenne de 27,91%. L'analyse statistique des résultats de ce test a montré deux groupes de moyennes significativement différentes. Le premier groupe comprend la production dans les récipients en aluminium (10 g) et le deuxième groupe comprend celle dans les canaris (3,4 g) et dans les calebasses (1,4 g). L'analyse des variances n'a montré aucune différence ni entre les récipients en plastique (6,5 g) et ceux en aluminium, ni entre les récipients en plastique et les canaris et calebasses. La nature des récipients a une influence sur la productivité du contenu du rumen en asticot.

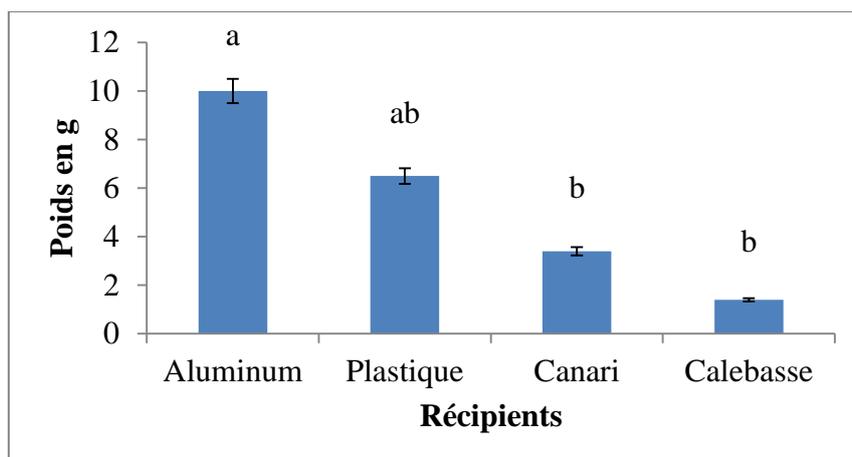


Figure 17 : Productivité du contenu du rumen en fonction des récipients

1.4.2.5. Influence des récipients sur la productivité du son de riz

La figure 20 montre la productivité du son de riz en fonction de la nature des récipients dans des conditions d'une température moyenne de 24,45°C et à une humidité relative moyenne de 28,2%. L'analyse statistique des variances des résultats de ce test n'a montré aucune différence significative entre les productions dans les différents récipients. La tendance décroissante suivante se dégage : plastique (13,6 g), aluminium (12,1 g), canari (8,3 g) etalebasse (6,2 g).

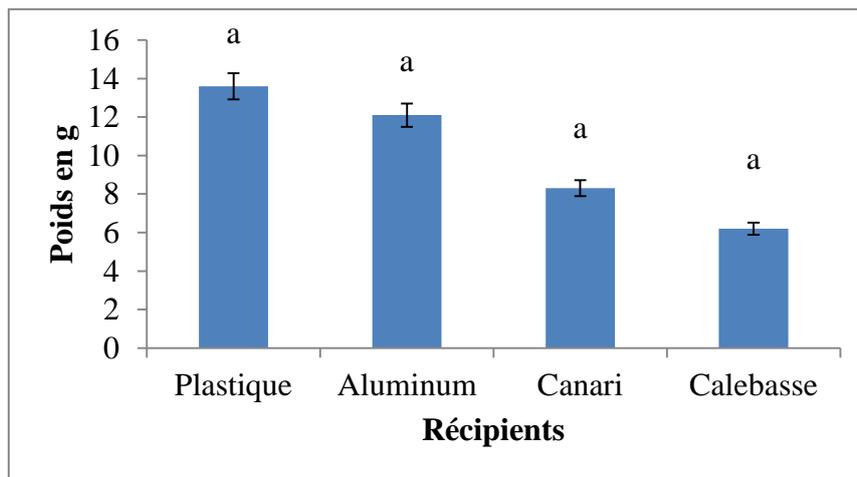


Figure 18 : Productivité du son de riz en fonction des récipients

La figure 21 montre la productivité de l'ensemble des substrats en fonction de la nature des récipients. D'une manière générale, l'analyse des variances des résultats du test de récipients avec tous les substrats, montre deux groupes de moyennes significativement différentes : le premier groupe comprend les récipients en aluminium et ceux en plastique ; le deuxième groupe représente lesalebasses. L'analyse n'a montré aucune différence significative ni entre les récipients en terre cuite et ceux en aluminium et en plastique, ni entre les récipients en terre cuite et lesalebasses. Cependant les récipients en aluminium et en plastique sont significativement différents desalebasses.

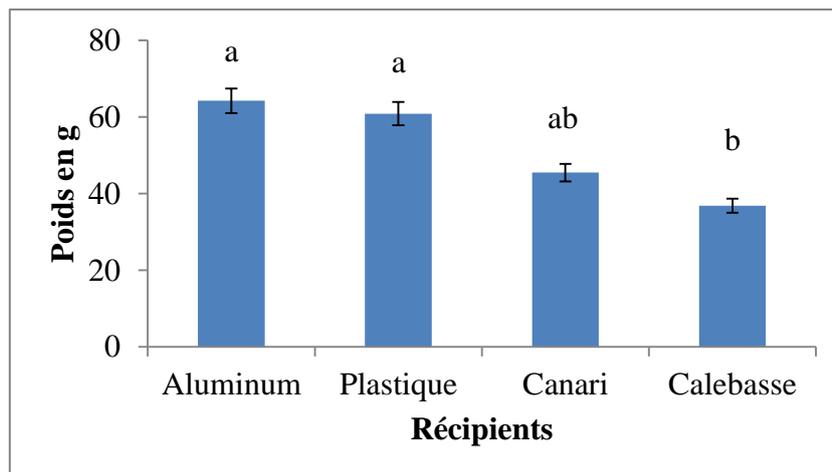


Figure 19 : Productivité de l'ensemble des substrats en fonction des récipients

1.5. Influence du climat sur la production en masse des asticots

Les résultats relatifs à l'évolution de la productivité en asticots des substrats en fonction de la température et de l'humidité relative sont consignés dans le tableau V. L'analyse statistique des variances montre des différences significatives entre les productivités en asticots de la litière de volaille dans les différents mois sauf entre janvier et février. En ce qui concerne le lisier de porc, l'analyse statistique des variances montre des différences significatives les productivités en asticots dans les mois de décembre, de février et de mars et du mois d'avril. Sur la productivité en asticots du contenu du rumen en fonction des mois, l'analyse statistique des variances donne des différences significatives entre les productivités de mars et avril, celle de janvier et celles de février et de décembre. L'analyse statistique des variances des résultats du test de l'évolution de la productivité du son de maïs en fonction des mois donne des différences significatives. Pour le son de riz, l'analyse statistique montre une différence significative entre les productivités en asticots dans les mois de janvier et février et celles de décembre et avril.

La température et l'humidité présente une tendance à la hausse durant la période de production de décembre en avril.

Tableau V : l'évolution de la productivité en asticots des substrats ainsi que la température et l'humidité relative en fonction des mois

Mois	Productivité en asticots /substrats (g)					T (°C)	H (%)
	Fiente	Lisier de porc	son de maïs	son de riz	contenu du rumen		
Décembre	170,5 a	102 a	36,000 b	0,000 b	1,805 c	23,15	39,5
Janvier	131,6 b	55,9 bc	28,300 ab	5,100 a	13,532 b	27,77	18,95
Février	132,6 b	69,3 b	44,100 a	4,143 a	3,000 c	24,715	36,45
Mars	95,8 c	68,2 b	15,800 c	2,500 ab	27,200 a	32,185	31,65
Avril	69,4 d	43,4 c	1,900 d	1,300 b	22,500 a	34,256	35,81

1.6. Identification des espèces de mouches colonisant les substrats

1.6.1. Espèces de mouches identifiées lors du test de substrats

Le tableau VI montre l'appartenance en familles, genres et espèces de mouches issues de l'émergence des asticots prélevés en fonction des substrats. L'observation de ce tableau montre que seule la mouche domestique colonise les substrats lorsqu'ils sont à l'état brut.

Tableau VI : Espèce de mouches qui colonisent les substrats à l'état brut

Substrats	Ordre	Familles	Genres	Espèces
Litière de volaille	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
Lisier de porc	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
Contenu du rumen	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
Son de maïs	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
Son de riz	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>

1.6.2. Espèces de mouches identifiées lors du test des attractifs

Le tableau VII montre l'appartenance en familles, genres et espèces de mouches issues de l'émergence des asticots prélevés des substrats en fonction des attractifs. Ce tableau montre qu'en plus de la mouche domestique, d'autres espèces du genre *Calliphora* sont attirées par les substrats lorsqu'ils sont additionnés d'attractifs.

Tableau VII : les espèces de mouches observées après ajout d'attractifs

Attractifs	Substrats	Ordre	Familles	Genres	Espèces
	Litière de volaille	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
Sang frais	Lisier de porc	Diptère	Muscidés, Calliphoridés	<i>Musca</i> , <i>Calliphora</i>	<i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i>
	Contenu du rumen	Diptères	Muscidés, Calliphoridés	<i>Musca</i> , <i>Calliphora</i>	<i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i>
	Son de maïs	Diptères	Muscidés, Calliphoridés	<i>Musca</i> , <i>Calliphora</i>	<i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i>
	Son de riz	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
Viscères de poisson	Lisier de porc	Diptères	Muscidés, Calliphoridés	<i>Musca</i> , <i>Calliphora</i>	<i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i>
	Contenu du rumen	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
	Son de maïs	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
	Son de riz	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
Soumbala	Lisier de porc	Diptères	Muscidés, Calliphoridés	<i>Musca</i> , <i>Calliphora</i>	<i>M. domestica</i> , <i>C. spp</i>
	Contenu du rumen	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
	Son de maïs	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>
	Son de riz	Diptères	Muscidés	<i>Musca</i>	<i>M. domestica</i>

II. Discussion

Des tests ont été effectués dans l'optique de développer et d'optimiser des systèmes de production en masse d'asticots, afin d'améliorer l'alimentation protéique de la volaille.

L'étude de la date de récolte des asticots a montré que le 5^e jour est le plus approprié pour la récolte des asticots. Ces résultats corroborent ceux de Loa (2000) selon lesquels les larves de 3 à 5 jours sont les plus intéressantes en termes de qualité pour la volaille. En outre, les travaux de Hardouin *et al.* (2000) montrent que le stade intéressant est celui de l'asticot, mais le plus près possible de sa transformation en puppe, de manière à disposer de toutes les matières nutritives (glucides, lipides, protéines, etc.).

L'étude de l'influence des substrats sur la production des asticots a montré des différences entre les rendements des différents substrats. Ces résultats corroborent ceux de Bouafou *et al.* (2006) et de Koné *et al.* (2017) selon lesquels le rendement en asticots varie avec la nature des substrats. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les différents substrats ont des caractéristiques différentes (odeur, texture, état et vitesse de décomposition et richesse en protéines). La litière de volaille est le meilleur substrat. Ce résultat est similaire à ceux de Mpoame *et al.* (2004) et de Koné *et al.* (2017). Cela pourrait s'expliquer par sa forte odeur lorsqu'elle est humidifiée et par la présence d'éléments nutritifs facilement accessibles pour les larves.

Le processus de la fermentation a apporté une amélioration de la productivité des substrats. Ces résultats corroborent ceux de Keiding (1986) selon lesquels la fermentation augmente l'attraction des mouches sur les substrats.

Le sang est le meilleur attractif pour le lisier de porc, le son de maïs, le son de riz. Même si l'analyse statistique n'a trouvé aucune différence significative entre le sang et les viscères de poisson sur le contenu du rumen, les viscères de poisson seraient le meilleur attractif pour ce substrat. Ces résultats vont de pair avec ceux de Bouafou *et al.* (2006), qui montrent que les déchets d'origine animale ou combinée avec d'autres d'origine végétale attirent beaucoup les mouches qui viennent y pondre et donner lieu à de nombreux asticots. Le deuxième test sur les attractifs montre que les attractifs amélioreraient la productivité des substrats.

Le test de la production des asticots en fonction des récipients d'élevage a montré que la production des asticots dépend non seulement de la surface mais aussi de la nature des récipients. En outre, le pH de la litière de volaille a évolué proportionnellement avec la surface. Ces résultats pourraient s'expliquer par le fait que plus la surface du récipient est grande, plus elle offre un grand espace de ponte aux mouches. Ainsi, beaucoup de mouches peuvent se poser à la fois pour y pondre, offrant ainsi beaucoup d'œufs et par conséquent beaucoup d'asticots. Les résultats du pH corroborent ceux de Mustin (1987) selon lesquels au début de l'activité biologique, le pH a tendance à diminuer, ce qui pourrait expliquer la diminution du pH au niveau de S1 où le nombre d'asticots était faible. Ensuite, les acides organiques sont dégradés entraînant une alcalinisation des résidus. Ainsi, le processus serait accéléré, suivi d'une augmentation du pH, par la forte activité des asticots dans les grandes surfaces S2 et S3 où l'effectif des asticots est élevé.

L'aluminium et le plastique sont les meilleurs récipients quel que soit le substrat. Cela pourrait s'expliquer par le fait que l'aluminium permettrait, d'abord le transfert de la chaleur du milieu ambiant vers le substrat qui stimulerait l'éclosion d'un grand nombre d'œufs. Ensuite, il permettrait la conservation de la chaleur du milieu due à l'activité des larves, stimulant ainsi leur développement. Le plastique n'a cependant pas la propriété de transfert d'énergie mais pourrait jouer le rôle de conservateur d'énergie interne due à l'activité des larves. Le canari et laalebasse sont utilisés en milieu rural pour rafraîchir les boissons. Ainsi, au lieu de réchauffer ou conserver la chaleur interne du milieu, ils ont tendance à le refroidir diminuant le nombre d'éclosions des œufs ou ralentissant le développement des larves.

Contrairement aux résultats de Nzamujo (1999) et de Bouafou *et al.* (2006) qui ont montré que la productivité des substrats en asticots baisse pendant l'harmattan, nos résultats montrent que la productivité des substrats utilisés (sauf celle du contenu du rumen), a une tendance élevée pendant la période de l'harmattan c'est-à-dire en janvier et février mais aussi en décembre. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'en plus de la température et de l'humidité relative, les facteurs comme la population de mouches et la qualité des substrats pourraient jouer sur de la productivité des substrats.

L'identification des mouches a montré que seule la famille des *Muscidae* particulièrement *Musca domestica* L. a colonisé les substrats. Cependant, elle a révélé qu'en plus de cette famille, la famille des *Calliphoridae*, particulièrement *Calliphora* spp ou mouches de viande colonisent les substrats lorsque l'on y ajoute des attractifs (Tableau VI). Ces résultats corroborent ceux de Bouafou *et al.* (2006) selon lesquels l'inventaire des mouches effectué sur divers sous-produits, a révélé l'existence de ces deux familles de mouches. L'absence de la famille des *Calliphoridae* lors du test de substrats pourrait s'expliquer par une faible odeur. En effet, cette famille est attirée par les fortes odeurs et particulièrement par la matière organique d'origine animale en décomposition, d'où son appellation de « mouche de viande ». Par contre, la proximité des *Muscidae* aux activités humaines fait que la mouche domestique est facilement attirée par la matière organique (d'origine animale ou végétale) dégageant une moindre odeur.

Conclusions et perspectives

Une alimentation équilibrée riche en protéines est le pilier essentiel du développement de l'aviculture traditionnelle. Ainsi, pour mettre à la disposition des éleveurs, des techniques simples d'obtention de sources de protéines durables, nous avons mené des activités sur la production en masse des asticots. Ces essais ont permis d'identifier la litière de volaille comme étant le meilleur substrat de production des asticots. Les autres substrats tels que le lisier de porc, le contenu du rumen, le son de maïs et le son de riz peuvent être facilement améliorés par fermentation ou par apport d'attractifs comme le sang frais, les viscères de poisson et le soubala. L'ajout de ces attractifs sur les substrats améliore la productivité de ces derniers. En outre, l'efficacité des attractifs est fonction des substrats : le sang est plus efficace sur le son de maïs, le lisier de porc et le son de riz, tandis que les viscères de poisson sont plus efficaces sur le contenu du rumen. Ces essais ont permis également de montrer que la productivité des substrats est influencée par les récipients. Ainsi la productivité en asticots est proportionnelle à la surface des récipients d'élevage. En outre, les récipients en aluminium et plastique sont les meilleurs récipients pour une production en masse des asticots. Ces travaux ont permis de montrer que la productivité des substrats en asticots a une évolution inversement proportionnelle à celle de la température et de l'humidité. L'observation des mouches issues de l'émergence de larves obtenues lors de nos travaux a révélé la présence de deux familles de mouches : les *Muscidae* sans attractifs ; les *Muscidae* et les *Calliphoridae* lorsque l'on utilise des attractifs. Alors, pour une optimisation de la production en masse d'asticots, il est nécessaire de :

- Disposer de substrats facilement décomposables,
- Utiliser de la matière organique à forte odeur comme attractifs ;
- Utiliser des récipients à surfaces larges, de préférence en aluminium ou en plastique ;
- Récolter les asticots le 5^e jour afin de disposer de meilleures larves en quantité.

Il serait important de déterminer la période de l'année où la production des asticots est optimale, afin d'intensifier la production et conserver pour les périodes de faible production. En outre, déterminer les éléments nutritifs des asticots en fonction des substrats et des dates de récolte. Enfin, l'on pourrait étendre cette étude à la mouche soldat noir (*Hermetia illucens*), consommée aussi par l'homme, afin de résoudre les carences protéiques non seulement dans l'alimentation animale mais aussi dans l'alimentation humaine.

Références bibliographiques

- ADENJI, A.A.**, 2007. Effect of replacing groundnut cake with maggot meal in the diet of broilers. *International Journal of Poultry Science* 6: 822-825.
- AYSSIWEDE, S.B., DIENG, A., HOUINATO, M.R.B., CHRYSOSTOME C.A.A.M., ISSAY, HORNICK J-L. & MISSOHOU A.**, 2011. Élevage des poulets traditionnels ou indigènes au Sénégal et en Afrique Subsaharienne : état des lieux et contraintes. *Annales de Médecine Vétérinaire* 157: 103-119.
- BOUAFOU K.G.M.**, 2011. Revue bibliographique sur les asticots et leur emploi dans l'alimentation animale. *Journal of animal and plant sciences*, Vol.12, Issue 2: 1543-1551.
- BOUAFOU, K.G.M., KOUAME, K.G., AMOIKON, E.K. & OFFOUMOU, A.M.**, 2006. Potentiels pour la production d'asticots sur des sous-produits en Côte d'Ivoire. *Tropicultura* 24: 157-161.
- CHARLTON, A.J., DICKINSON, M., WAKEFIELD, M.E., FITCHES, E., KENIS, M., HAN, R., ZHU, F., KONE, N., GRANT, M., DEVIC, E., BRUGGEMAN, G., PRIOR, R. & SMITH, R.**, 2015. Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. *Journal of Insects as Food and Feed* 1: 7-16.
- COLWELL, A.E. & SHOREY, H.H.** Female-produced stimuli influencing courtship of male house flies (*Musca domestica*). *Annals of the Entomological Society of America*, 70: 303-308.
- DIAWARA M.**, 2013. Impact de l'Utilisation des Termites en Aviculture Traditionnelle au Burkina Faso. Mémoire de Fin de Cycle. Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 43p.
- EKOUE SE. & HADZI YA:** 2000. Production d'asticots comme source de protéines pour jeunes volailles au Togo. Observations préliminaires. *Tropicultura* 18 : 212-214.
- FAO/WUR.** 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security. Rome, FAO.
- FONTES J. & GUINKO S.**, 1995. Carte de végétation et de l'occupation du sol du Burkina Faso. Notice explicative. Toulouse, Institut de la Carte internationale de la végétation, Université de Ouagadougou, Institut du Développement Rural/Faculté des sciences et Techniques, 67p.

- GRZIMEK B.** 1975. Le monde animal, Tome II : Insectes. 614 : 407-430.
- GUINKO S.**, 1984. Végétation de la Haute-Volta. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Bordeaux III, Bordeaux, France, 394p. + annexes.
- HARDOUIN, J., DONGMO, T., EKOUE, S.K., LOA, C., MALEKANI, M. & MALUKIZA, M.**, 2000.- Guide Technique d'Élevage n°7. Les asticots. Information et Documentation BEDIM. Gembloux, Belgique: Faculté universitaire des Sciences agronomiques, 8 pp.
- HARDOUIN J. & MAHOUX G.**, 2003. Zootechnie d'insectes - Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux ; Bureau pour l'Echange de la distribution de l'information sur le Mini-Elevage (BEDIM), 164 :0779-3642.
- IMAI C.** 1984. Population dynamics of houseflies, *Musca domestica*, on experimentally accumulated refuse. *Research on Population Ecology* 26: 353-362.
- KEIDING J.** 1986. La mouche domestique. Guide de formation et d'information, Série lutte antivectorielle. Ed. OMS, 60 pp.
- KENIS, M., KONÉ, N., CHRYSOSTOME, C.A.A.M., DEVIC, E., KOKO, G.K.D., CLOTTEY, V.A., NACAMBO, S. & MENSAH, G.A.**, 2014. Insects used for animal feed in West Africa. *Entomologia* 2: 107–114. doi: 10.4081/entomologia.2014.218.
- KONÉ, N'G., SYLLA M., NACAMBO, S. & KENIS, M.**, 2017. Production of house fly larvae for animal feed through natural oviposition. Submitted.
- LAVALETTE, M.**, 2013. Les insectes : une nouvelle ressource en protéines pour l'alimentation humaine, Université de Lorraine, 72p.
- Loa C.**, 2000. Production et utilisation contrôlées d'asticots. *Tropicultura* 18: 215-219.
- LUBAC S.**, 2007. La mouche domestique en élevage de poule. ITAVI, Lyon, France ; TeMA n°1, 8p.
- MALIVEL A.**, 2014. Le mini-élevage des asticots ou la « larviculture ». Centre Sanghaï, Porto-Novo, Benin. 39 P.
- MEYER JA. & PETERSEN J.J.** ; 1983. Characterization and seasonal distributions of breeding sizes of stable flies and houseflies (Diptera : Muscidae) on eastern Nebraska feedlots and dairies. *Journal of Economic Entomology* 76: 103-108.
- MPOAME M, TEGUIA A. & NGUEMFO E.L.** ; 2004. Essai comparé de production d'asticots dans les fientes de poule et dans la bouse de vache. *Tropicultura* 22: 84- 87.
- MRA.**, 2006. Les statistiques du secteur de l'élevage au Burkina Faso. Direction Générale de la Prévision et des Statistiques de l'Elevage, MRA, Ouagadougou, Burkina Faso, 64p.

- NDADI NK.**, 2010. Contribution à l'étude des substrats adéquats pour la production d'asticot comme aliment pour volaille à Kinshasa, TFE en Zootechnie, Faculté des Sciences Agronomiques, Congo. 25p.
- NZAMUJO O.P.**, 1999. Technique for maggot production. Sonnghai Center, Porto-novo, Benin.
- PASTOR B., VELASQUEZ Y., GOBBI P. & ROJO S.** ; 2015. Conversion of organic wastes into fly larval biomass: bottlenecks and challenges. Journal of Insects as Food and Feed 1: 179-193.
- PIETERSE E. & PRETORIUS Q.**, 2014. Nutritional evaluation of dried larvae and pupae meal of the housefly (*Musca domestica*) using chemical-and broiler-based biological assays. Animal Production Science 54: 347-355.
- POMALEGNI S.C.B., GBEMAVO D.S.J.C., KPADE C.P., BABATOUNDE S., CHRYSOSTOME C.A.A.M., KOUDANDE O.D., KENIS M., GLELE KAKAÏ R.L. & MENSAH G.A.**, 2016. Perceptions et facteurs déterminant l'utilisation des asticots dans l'alimentation des poulets locaux (*Gallus gallus*) au Bénin. Journal of Applied Bioscience 98: 9330 – 9343.
- POUSGA, S. BOLY, H., LINDBERG, J. & OGLE, B.** 2005. Scavenging Pullets in Burkina Faso: Effect of Season, Location and Breed on Feed and Nutrient Intake. Tropical Animal Health and Production, 37: 623–634.
- SANCHEZ-ORROYO H. & CAPINERA J. L.**, 1998. House fly. University of Florida, United states of America, Featured creatures, Number: EENY-48. Latest revision: April 2017.
- VAN HUIS A., VAN ITTERBECK J., KLUNDER H., MERTENS E., HALLORAN A., MUIR G. & VANTOMME P.** ; 2013. Edible insects future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper 171, Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- WIGGLESWORTH V.B.** ; 1970. La vie des insectes. Ed. Bordas, Paris, France. 383 pp.

WEBOGRAPHIE

- <http://www.ecodufaso.com/elevage-le-secteur-represente-plus-de-18-du-pib-au-burkina/> ;
Ecodufaso, 2016 du groupe Ecodafrik (consulté le 11/03/2017)
- <https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Mouche-domestique> (consulté le 20/03/2017 à 18h 27).
- SMITH A.J.**, 1992: L'élevage de la volaille. Editions Maisonneuve et Larose, Paris.
<http://www.nzdl.org/gsdmode=off-unesco>

