

Enfin “Tubambe” dévoile son identité ! *Hadraphe ethiopica* (Bethune-Baker) (Limacodidae), une chenille comestible des forêts claires zambéziennes

François Malaisse ⁽¹⁾, Anne Demesmaecker ⁽¹⁾, Joseph Matera ⁽¹⁾, Bernard Wathelet ⁽²⁾, Georges Lognay ⁽³⁾

⁽¹⁾ Laboratoire d'Écologie. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique). E-mail : malaisse.f@fsagx.ac.be

⁽²⁾ Laboratoire de Chimie biologique industrielle. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique).

⁽³⁾ Laboratoire de Chimie générale et organique. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Passage des Déportés, 2. B-5030 Gembloux (Belgique)

Reçu le 4 avril 2003, accepté le 27 mai 2003.

La consommation humaine de chenilles de Limacodidae avait été signalée en Afrique centro-australe. L'une de ces espèces, *Hadraphe ethiopica*, a été déterminée. Des données relatives à sa biologie ont été rassemblées. Des analyses d'échantillons séchés ont permis de préciser leur composition chimique et leur valeur nutritionnelle, notamment sur le plan des acides aminés et des acides gras.

Mots-clés. Campéophagie, Limacodidae, *Hadraphe*, valeur nutritive, miombo, Mutillidae, région zambézienne.

Finally, “Tubambe” reveals its identity ! *Hadraphe ethiopica* (Bethune-Baker) (Limacodidae), an edible caterpillar of Zambebian open forests. Human consumption of Limacodidae caterpillars has been quoted from South-Central Africa. One of these species, *Hadraphe ethiopica*, was determined. Data concerning its biological cycle and its African distribution are summarized. Chemical analyses of dried samples give valuable data concerning amino acids and fatty acids contents, consequently on their nutritive value.

Keywords. Edible caterpillars, Limacodidae, *Hadraphe*, nutritive value, miombo, Mutillidae, Zambebian region.

1. INTRODUCTION

L'entomophagie est et reste un appoint important dans l'alimentation de nombreux peuples des régions tropicales (Bergier, 1941 ; Bodenheimer, 1951 ; Silow, 1976 ; DeFoliart, 2002). Il a été jadis considéré que près de 500 espèces d'insectes, appartenant à plus de 260 genres et 70 familles, étaient consommées quelque part dans le monde, particulièrement en Afrique centrale et australe, Asie, Australie et Amérique latine (Gullan, Cranston, 1994). Aujourd'hui la consommation de près de 2000 espèces d'insectes est établie, ceux-ci relevant de 14 ordres et 105 familles différentes (Malaisse, 2003).

Au sein des insectes, les Orthoptères (sauterelles et criquets), les Isoptères (termites) et les larves de Lépidoptères (chenilles) constituent les trois groupes majeurs d'aliment.

Les études relatives aux chenilles comestibles d'Afrique tropicale sont nombreuses et ont été récem-

ment revues (Malaisse, Lognay, 2003) à l'occasion d'un colloque sur “les Insectes dans la tradition orale” organisé à Villejuif (France). Les principales familles consommées en Afrique sont les Saturniidae, les Notodontidae et les Sphingidae. Une importance secondaire revient aux familles suivantes : Brahmaeidae, Geometridae, Hesperidae, Lasiocampidae, Lymantriidae, Papilionidae, Noctuidae, Nymphalidae (Acraeinae) et Psychidae (Malaisse, 2003 ; Malaisse, Lognay, 2003) tandis qu'ailleurs, toujours en régions tropicales, la consommation de larves d'Agaristidae, Bombycidae, Castniidae, Ceratocampidae, Cossidae, Hepialidae, Megathymidae, Nycteolidae et Pyralidae a été signalée (Aldasoro Maya, 2003 ; Ramos-Elorduy, 1991).

Dès 1931, Doke signale que le peuple Lamba de Northern Rhodesia consomme des chenilles : “ifishimu (= caterpillars) are a great delicacy with the Lambas”. Il énumère 17 ethnospécies (taxon reconnu par les populations locales, et possédant une

dénomination propre) ainsi que leurs espèces végétales nourricières respectives. Parmi ces chenilles figure “akawambe” qui consomme “umutondo”. En 1933, Duncan signale que les Shona du Zimbabwe consomment une chenille dénommée “zviwizi”. En 1975, Chavunduka publie la même observation ; il rapporte cette espèce “zviwizi” à la famille des Limacodidae. L’année suivante, Silow (1976), au cours d’une étude très fouillée sur les insectes de la Zambie centrale, discute de diverses chenilles comestibles, dont une, appelée “kavambe”, qui appartient à la famille des Limacodidae. Il en donne un dessin sommaire (**Figure 1**) et fournit de nombreuses informations sur sa biologie, sa consommation et l’intérêt que divers groupes ethnolinguistiques (principalement Mbunda et Nkoya) lui réservent. Quatre ans plus tard, Malaisse et Parent (1980) font une observation analogue au Katanga, où l’appellation vernaculaire de la chenille en langue chibemba est “tubambe” (**Figure 2**). Cette information sera reprise par la suite (Malaisse, 1997), tandis que la consommation de cette ethnospecies se vérifiait également pour les populations de deux autres provinces de Zambie : la Copperbelt et la Northern Province (Demesmaecker 1997). La consommation d’au moins une chenille de Limacodidae dans une partie du centre régional d’endémisme zambézien (White, 1983) est ainsi nettement établie.

Plusieurs tentatives d’élevage de la chenille “tubambe” en vue d’obtenir l’imago se sont avérées infructueuses, bien que l’essence nourricière soit bien



Figure 1. *Hadraphe ethiopia* : allure générale de la chenille (Silow, 1976) — *Hadraphe ethiopia*: general outlook of caterpillar.

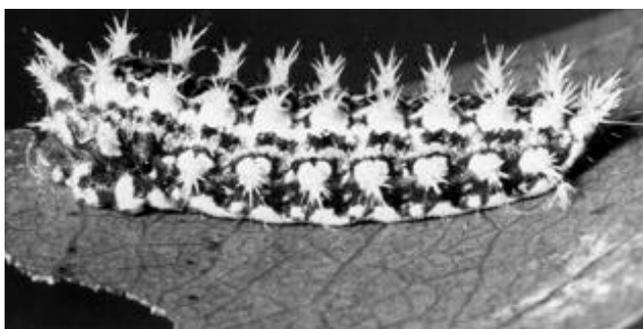


Figure 2. Chenille d’avant-dernier stade (Malaisse, Parent, 1980) — *Second last instar larva.* (× 5,5).

connue, que sa présence soit fréquente dans les forêts claires de type miombo humide du centre régional d’endémisme zambézien et que la chenille ne soit pas rare ! La récolte de plus d’une centaine de cocons en mars 1999, dans les environs de Mpongwe, en Zambie, devait enfin permettre d’obtenir une dizaine d’adultes. Le Dr. U. Dall’Asta du Musée royal d’Afrique centrale à Tervuren (Belgique) en a effectué la détermination. La présente note intègre nos observations dans une réflexion plus large.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Études biologiques

Des observations de terrain ont été réalisées au Katanga (environs de Lubumbashi) et en Zambie (environs de Mpongwe). Une information préliminaire a été rassemblée pendant la période 1978–1986 au Katanga. Une étude plus ciblée s’est déroulée de 1998 à 2000 en Zambie. Une partie du cycle biologique a été approchée par un élevage débuté en Zambie et poursuivi à Gembloux (Belgique). Le matériel de référence (F. Malaisse E 233) a été déposé à la section Entomologie du Musée royal d’Afrique centrale à Tervuren. Les échantillons pour analyse ont été prélevés sur le terrain au Katanga et traités selon les techniques locales.

2.2. Caractérisation chimique

En vue de leur analyse chimique, les chenilles, préalablement séchées pendant 24 heures à 110 °C, ont été broyées à l’aide d’un moulin de type IKA 28A puis soigneusement homogénéisées. La matière sèche (MS) a été déterminée sur des échantillons de 0,5 g.

Les protéines brutes ont été déterminées par la méthode de Kjeldahl modifiée à l’aide d’une unité Tecator (Digester System 20 et Kjeltex Auto 1030). Les acides aminés (AA) obtenus après hydrolyse ont été dosés par la méthode de Moore *et al.* (1958) sur un appareil de type Biochrom 20 Alpha Plus. Les acides aminés non soufrés ont été quantifiés après une hydrolyse de 24 heures à 110 °C, sous azote, dans HCl 6N contenant 0,1 % de phénol. Par contre, du fait de leur instabilité en milieu chlorhydrique, les acides aminés soufrés (cystéine et méthionine) ont été dosés après oxydation à l’acide performique (Lewis, 1966) (transformation en acide cystéique et méthionine sulfone respectivement) et hydrolyse acide de 24 heures à 110 °C en présence de HCl 6N contenant 0,1 % de phénol. Le tryptophane a été déterminé séparément après une hydrolyse de 15 heures à 110 °C, sous azote, dans une solution de Ba(OH)₂·8H₂O à 8,4 g/16 ml selon Leterme et Monmart (1990).

Les index chimiques ont été calculés sur base des données FAO/OMS (1990). Ils correspondent à 100 fois le ratio entre la teneur en un AA de l'échantillon et celle reconnue comme favorable par la FAO/OMS. Ce sont des estimateurs de la qualité nutritionnelle d'une source protéique.

Les matières grasses totales ont été obtenues selon la méthode de Folch *et al.* (1957) ; les extraits lipidiques ont été concentrés sous vide à 35 °C à l'aide d'un évaporateur de type Büchi puis pesés.

Les esters méthyliques d'acides gras ont été préparés par transestérification des lipides bruts à l'aide d'une solution méthanolique de trifluorure de bore (BF₃-Méthanol) selon la norme AOCS Ce 2-66(97) puis analysés par chromatographie en phase gazeuse sur un appareil Agilent 6890 muni d'un injecteur “cold on-column” et d'un détecteur à ionisation de flamme maintenu à 250 °C. Les conditions opératoires optimales ont été fixées comme suit :

- colonne CP-WAX-FFAP 58CB de 0.2 µm d'épaisseur de phase (longueur X diamètre interne: 25 m × 0.32 mm) ;
- programme de température : injection à 55 °C puis programmation de T° à 30 °C/min jusqu'à 150 °C puis à 5 °C/min jusqu'à 240 °C ;
- phase mobile : He à 1 ml/min.

Ces esters méthyliques d'acides gras ont été identifiés sur base de leurs données de rétention comparées à celles de molécules de référence injectées dans les mêmes conditions. Elles ont été corroborées par CG-SM (chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse) dans des conditions analytiques similaires à celles qui sont reprises ci-dessus et sur un spectromètre de masse Agilent 5973 couplé avec un chromatographe Agilent 6890. Les paramètres spectrométriques ont été fixés comme suit :

- mode impact électronique (70 eV),
- gamme de masse : 35 à 400 amu,
- T° de la source = 200 °C.

Les spectres de masse obtenus ont été interprétés et finalement comparés avec ceux de la bibliothèque spectrale informatisée WILEY275.L.

3. BIOLOGIE DE *HADRAPHE ETHIOPICA*

3.1. Systématique

La famille des Limacodidae (synonymes : Cochliidiidae, Cochliopodae) comprend environ 800 espèces, dont plus de 250 sont signalées d'Afrique tropicale (région éthiopienne des zoogéographes) (Janse, 1964). L'espèce qui nous intéresse, *Scirrhoma ethiopica* Bethune-Baker, décrite de Rhodésie, fut placée par Hering (1955), dans le genre *Hadraphe* dont l'espèce type est *Hadraphe aprica* Karsch du Nord Cameroun.

3.2. Cycle biologique

Observations de terrain et résultats d'élevage. Le rythme marqué de cinq saisons (Malaisse, 1974) dans le domaine phytogéographique katango-zambien, tel que défini par Malaisse (1996), implique un cycle biologique monovoltin pour la plupart des Lépidoptères dont les chenilles sont inféodées aux essences de la forêt claire de type miombo humide (White, 1983). C'est bien le cas d'*Hadraphe ethiopica* (Figure 3).

Des observations ponctuelles au Katanga et en Zambie ont permis de se familiariser avec les derniers stades larvaires et le régime alimentaire de “tubambe”. Les essais d'élevage en cage, avec apport journalier de rameaux frais, réalisés de 1984 à 1986 au Katanga ont échoué. C'est pourquoi un essai d'élevage *in situ*, en forêt claire, a été mis en place en Zambie en 1999. Les jeunes chenilles ont été placées sur des arbrisseaux de “mutondo”. Une toile de tulle recouvre les arbrisseaux nourriciers pour protéger les chenilles de la prédation éventuelle par des oiseaux insectivores. Les résultats obtenus confirment l'existence de plusieurs stades larvaires. L'édification d'un cocon dans le sol a été notée. Les cocons récoltés en mars, *in situ*, ont été transportés à Gembloux pour obtention des chrysalides et des adultes. Pour notre élevage, l'apparition de l'imago débuta le 23 pour finir le 27 octobre 1999.

Éléments du cycle biologique. Les captures d'adulte se situent pour le territoire katango-zambien de la fin octobre à la fin décembre. Bien que nous n'ayons pas observé de ponte, celle-ci doit se situer rapidement après la sortie des adultes. L'éclosion des chenilles de stade 1 peut être attendue au cours des semaines qui suivent, vraisemblablement de la fin novembre au

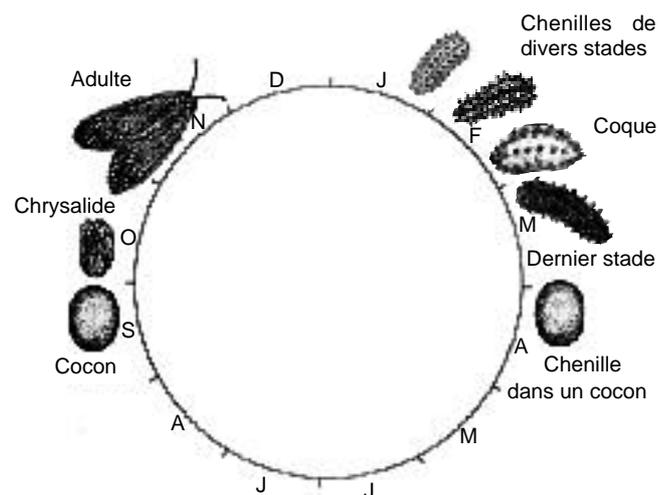


Figure 3. Cycle biologique de *Hadraphe ethiopica* (dessins C. Van Marsenille) — *Biological cycle of Hadraphe ethiopica*.

début janvier. Cette époque coïncide avec un stade phénologique bien défini de l'essence nourricière principale, *Julbernardia paniculata* (Benth.) Troupin. Les jeunes folioles sont caractérisées par une teneur élevée en azote, une hydratation importante, leur consistance est encore assez molle ; elle deviendra davantage "coriace" avec l'épaississement des parois des cellules de plusieurs assises, habituellement quatre, de parenchyme palissadique (Malaisse *et al.*, 1982). La cohorte de chenilles des premiers stades montre un comportement grégaire bien connu des villageois (Silow, 1976), les chenilles se cantonnant à la face inférieure des folioles qu'elles grattent pour se nourrir, laissant subsister une pellicule translucide. Dès l'atteinte du stade suivant, les chenilles consomment toute l'épaisseur du limbe, mais évitent les nervures principales et secondaires (Figure 4). Avec l'atteinte de l'avant-dernier stade, les chenilles se dispersent dans la frondaison de l'arbre hôte, leur présence dans le miombo est plus aisément perceptible, la population pouvant localement dépasser le stade de latence comme l'indiquent les limbes consommés des folioles. Le passage de la larve de l'avant-dernier stade au dernier stade s'effectue via le développement d'une diapause réalisée au sein d'une coque jaunâtre. La chenille s'extrait par l'arrière de cette protection. Dès



Figure 4. Chenilles d'avant-dernier stade consommant le limbe de *Julbernardia paniculata* (Malaisse, Parent, 1980) — *Second last instar caterpillars eating Julbernardia paniculata.*

la mi-mars certains individus s'installent dans les trois premiers centimètres du sol et y édifient un cocon brun ellipsoïdal (Figure 5).

La période exacte de la transformation de la chenille en chrysalide demeure inconnue ; elle est toutefois antérieure au début du mois d'octobre.

3.3. Description du dernier stade larvaire

Aucun stade larvaire de *Hadraphe ethiopica* n'a été décrit à ce jour.

La chenille de dernier stade mesure 15 mm de longueur et possède un diamètre d'environ 5 mm. La couleur de base de la chenille est de teinte bordeaux avec des dessins et des tubercules de couleur jaune pâle. Les dessins jaunes sont disposés selon des bandes longitudinales au niveau des tubercules dorsaux, également entre ceux-ci et les tubercules latéraux supérieurs et enfin au niveau du bourrelet horizontal. En outre des taches jaunes sont localisées à la base des tubercules supérieurs. La bande jaune située au niveau des tubercules dorsaux est interrompue, entre deux tubercules, par une tache bordeaux en forme de papillon. Enfin, tout le corps apparaît, au binoculaire, recouvert d'une mince couche translucide de texture granuleuse.

La capsule céphalique, de couleur brun-bordeaux, est la plupart du temps complètement cachée par l'écusson thoracique. La tête est rétractile. L'écusson thoracique a une couleur bordeaux et présente une texture rugueuse à apparence de cuir. Cet écusson est précédé d'un bourrelet bordeaux et jaune pâle, de texture granuleuse, et supportant de petites soies grises d'environ 1,5 mm de long. L'écusson anal, très étroit et peu visible, est de couleur bordeaux et jaune pâle, brillant ; il présente une surface rugueuse et légèrement poilue. Les stigmates sont noirs. Les pattes thoraciques (ou vraies pattes) sont de couleur bordeaux, brillantes et légèrement translucides. Le crochet final est noir. Ces pattes ont une taille inférieure à 1 mm. Les pattes abdominales (ou fausses pattes) sont invisibles. Les tubercules sont des verrues couvertes de soies raides, épineuses, urticantes. Ils sont de couleur jaune pâle. L'extrémité des soies est noire ; elles sont parfois surmontées d'un poil urticant. Les tubercules dorsaux et latéraux supérieurs ont une longueur d'environ 1,5 mm. Ils sont placés verticalement par rapport au corps de la chenille, pour les 4 premiers segments, et forment pour les autres segments, un angle d'environ 45° vers l'arrière avec le corps. Les tubercules dorsaux du segment 11 sont soudés. Les tubercules latéraux et inférieurs sont invisibles. Seule la présence de petites soies grises d'environ 1,5 mm de long, disposées sur un bourrelet horizontal, en dessous des stigmates, a été notée.

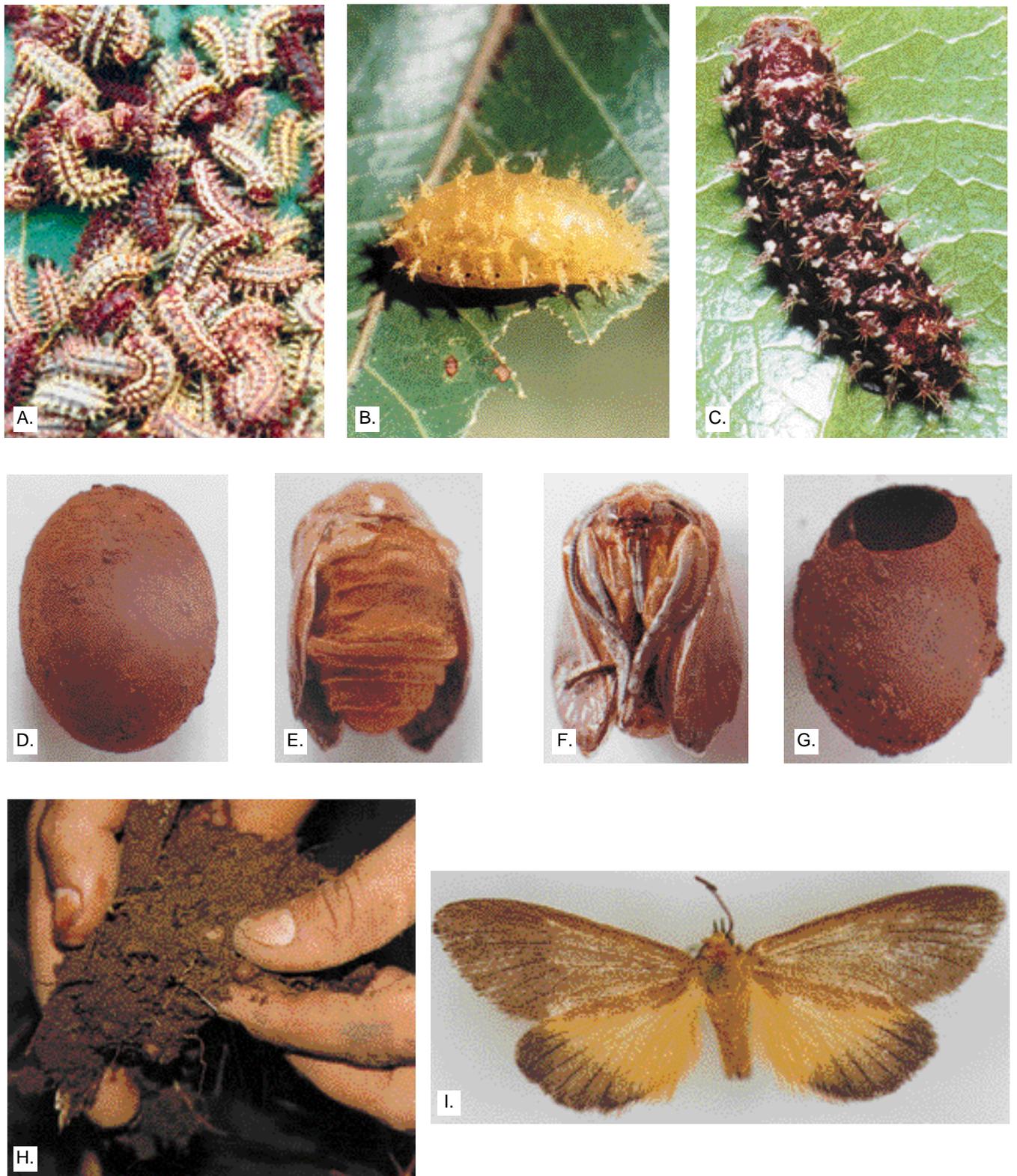


Figure 5. *Hadraphe ethiopica*. A. chenilles de divers stades — caterpillars: various instars ($\times 1,5$) ; B. mue entre les deux derniers stades — moulting between the two last instars ($\times 3,5$) ; C. chenille de dernier stade — last instar ($\times 6,5$) ; D. cocon — cocoon ; E. chrysalide, vue dorsale — chrysalis, dorsal view ($\times 9$) ; F. chrysalide, vue ventrale — chrysalis, ventral view ($\times 9$) ; G. cocon, après éclosion — cocoon, after hatching ($\times 8$) ; H. prélèvement des cocons *in situ*, à 2 cm de profondeur dans le sol — *in situ* cocoons removal, at 2 cm soil depth ($\times 2/3$) ; I. imago — imago ($\times 3$) [crédits photographiques : Demesmaecker (B,D-G,I), Lemaire (C), Malaise (A), Matera (H)].

3.4. Régime alimentaire

À l'heure actuelle, trois essences nourricières sont connues. Deux d'entre elles constituent des arbres caractéristiques du miombo de type humide, à savoir *Julbernardia paniculata* ou "mutondo" en dialecte chibemba et *Brachystegia spiciformis* Benth. Silow (1976) signale encore *Baphia obovata* Schinz, un arbuste de 1–2 m de haut, pouvant atteindre occasionnellement 5–6 m, montrant une préférence pour les sols sableux ; il s'observe en jachères forestières et dans des fourrés pyroclimaciques (White, 1962).

3.5. Prédateurs et parasites

Nous n'avons pas observé de prédateurs. Il convient de signaler que notre élevage a fourni 5 taxons de Mutillidae au cours de la seconde moitié du mois de juin. Le parasitisme de chenilles de Limacodidae par des Mutillides a déjà été signalé par Nonveiller (1980).

Une étude préliminaire des Mutillidae en forêt claire katangaise fournit une première indication de la diversité et de l'effectif de ce peuplement au Katanga (Annexe 1).

3.6. Distribution géographique de *H. ethiopica*

Dall'Asta (in litt.) signale que le matériel de *H. ethiopica* existant dans les collections du Musée

d'Afrique centrale de Tervuren provient du Katanga (Élisabethville) et du Sankuru (Katako-Kombe). La carte de la **figure 6** synthétise la distribution de l'espèce sur base de diverses collections consultées et des informations recueillies. Il convient de noter que l'espèce n'a pas été récoltée en Afrique du Sud (Janse, 1964).

4. CONSOMMATION HUMAINE ET VALEUR ALIMENTAIRE

4.1. Importance de la consommation humaine

Une étude récente de la campéophagie fournit des informations multiples (Malaisse, Lognay, 2003). Le **tableau 1** énumère les groupes ethnolinguistiques consommant *H. ethiopica*, ainsi que leurs noms vernaculaires respectifs.

Le radical "bamba" ou "vamba" signifie dans plusieurs langues africaines "urticant".

En vue de leur consommation, les chenilles de "tubambe" sont toujours bouillies, une préparation annihilant l'effet urticant. Elles fournissent environ cinq repas par an (Silow, 1976). Leur saveur est amère et insipide. Elles ne sont jamais conservées en vue d'un repas ultérieur. L'importance de la consommation annuelle de cette chenille a été appréciée à environ 125 g de poids sec à l'occasion de quelque 5 repas (20–30 g de chenilles par repas).

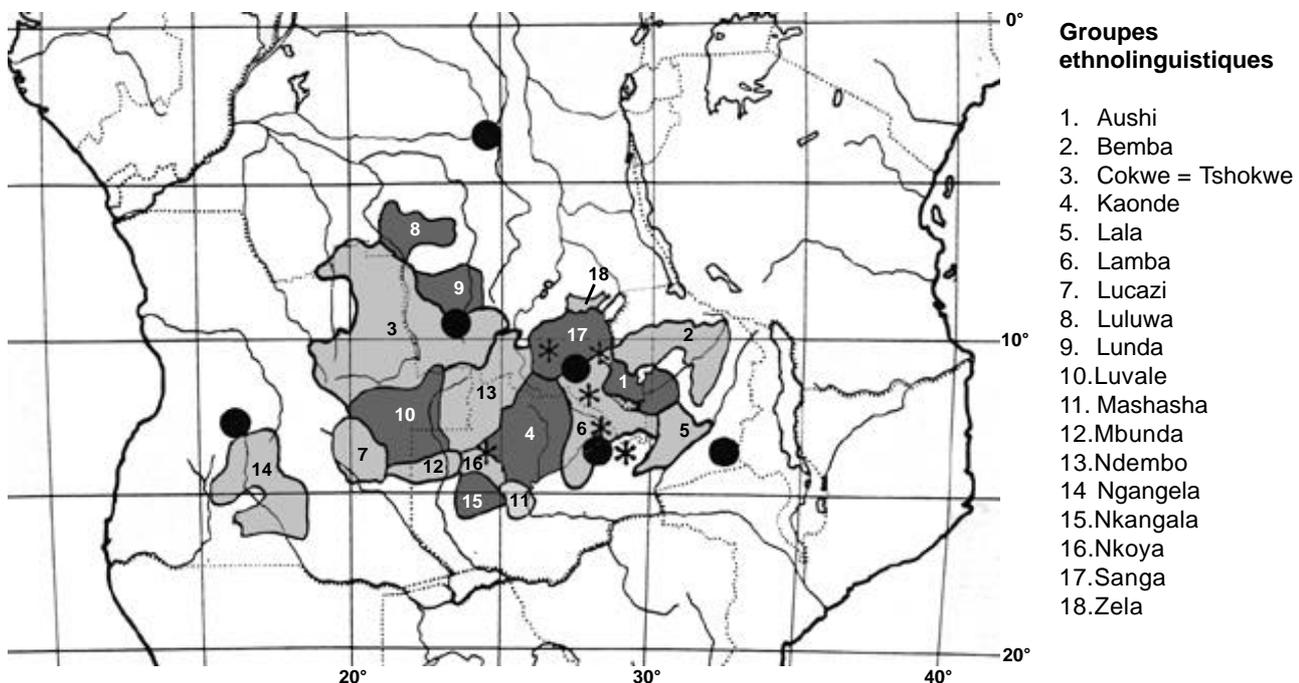


Figure 6. Distribution de *Hadraphe ethiopica*. Les cercles indiquent les localités de provenance des adultes. Les étoiles correspondent aux localités où la chenille fut observée. Les zones occupées par les différents groupes ethnolinguistiques qui consomment *H. ethiopica* sont numérotés de 1 à 18 comme dans le **tableau 1**. — *Distribution map of Hadraphe ethiopica. Circles indicate sites where adults have been collected; stars where caterpillars were observed. Ethnolinguistic groups (1 to 18, listed on table 1) eating this caterpillar are mapped.*

Tableau 1. Groupes ethnolinguistiques pour lesquels la consommation de *Hadraphe ethiopica* est connue — *Ethnolinguistic groups for which Hadraphe ethiopica consumption has been quoted.*

N°	Groupe ethnolinguistique	Dénomination vernaculaire	Référence	Ne	Référence(s)
1	Aushi	(tu)bambe	Kisimba, Muzinga (<i>in litt.</i>)	-	
2	Bemba (Katanga)	(tu)bambe	Malaisse, Parent, 1980	40	Malaisse, Lognay, 2003
2	Bemba (Zambie)	(utu)bambe	Mbata, 1995	26	Richards, 1939 ; Mbata 1995
3	Cokwe = Tshokwe	(ka)vambi	Silow, 1976	17	Silow, 1976
4	Kaonde	(bi)tubongo	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)	19	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)
5	Lala	(tu)bambe	Kisimba, Muzinga (<i>in litt.</i>)	16	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)
6	Lamba	(aka)wambe	Doke, 1931	17	Doke, 1931
6	Lamba	(tu)bambe	Demesmaecker, 1997	13	Demesmaecker, 1997
7	Lucazi	(ka)vambi	Silow, 1976	15	Silow, 1976
8	Luluwa	(ki)bambula	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)	5	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)
9	Lunda	makolobondu	Demesmaecker, 1997	13	Mbata, 1995 ; Demesmaecker, 1997
10	Luvale	(ka)vambi	Silow, 1976	18	White, 1959 ; Mbata, 1995 ; Silow, 1976
11	Mashasha	(ka)vambe	Silow, 1976	6	Silow 1976
12	Mbunda	(ka)vambe	Silow, 1976	31	Silow 1976
13	Ndembo	(tu)bambale	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)	9	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)
14	Ngangela	(ka)vambi	Silow, 1976	3	Silow 1976
15	Nkangala	(ka)vambi	Silow, 1976	15	Silow 1976
16	Nkoya	(ka)mbambe	Silow, 1976	12	Silow 1976
17	Sanga	(tu)bambe	Kisimba, Muzinga (<i>in litt.</i>)	-	
18	Zela	(ka)bambe	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)	2	Kisimba, Lumbu (<i>in litt.</i>)

N° = numéro de référence, également repris à la **figure 6** ; Ne = Nombre d'ethnospecies de chenilles comestibles reconnues par chaque groupe.

4.2. Valeur alimentaire de *H. ethiopica*

Malaisse et Parent (1980) ont signalé la composition chimique de “tubambe” (**Tableau 2**) déterminée sur un échantillon en provenance des environs de Kumanua (Katanga). Elle indique une bonne teneur en protéines (70 %), mais une teneur assez faible en lipides (9 %), ce qui justifie une valeur énergétique également faible (397 kcal/100 g de matière sèche) par rapport aux autres chenilles consommées dans la région.

Les nouveaux échantillons obtenus ont permis une analyse chimique plus poussée. Les **tableaux 3** et **4** présentent la composition en acides aminés et les index chimiques. En ce qui concerne les acides aminés, les valeurs de *Hadraphe ethiopica* sont fort analogues à celles publiées pour les Saturniidae et les Notodontidae. Notons une teneur plus faible pour l'ensemble phénylalanine + tyrosine. Le calcul de l'index chimique par rapport au profil de référence de la FAO/OMS (réf. FAO) donne des valeurs s'étalant de 70 à 87 (**tableau 4**), proches de celles des protéagineux. La leucine est déficiente dans tous les échantillons. Les valeurs du tryptophane sont à prendre avec précaution vu la présence d'interférences pour tous les échantillons.

Le **tableau 5** informe de la teneur en divers acides gras. *H. ethiopica* se distingue par des teneurs plus

élevées en acide palmitique et moindre en acide linoléique que celles publiées pour les Saturniidae et les Notodontidae (Malaisse, Lognay 2003). Cependant, la teneur globale en acides gras polyinsaturés (C18:2 et C18:3) est élevée (de 38 à 45 %), ce qui fait des chenilles de *Hadraphe ethiopica* une source lipidique qualitativement intéressante.

Tableau 2. Composition chimique de la chenille de *H. ethiopica* en référence à la matière sèche — *Chemical composition of H. ethiopica caterpillar related to dry matter.* (D'après Malaisse, Parent, 1980).

Poids sec (%)	18,0
Protéines (g/100 g)	69,6
Lipides (g/100 g)	9,2
Cendres (g/100 g)	8,5
Fibres (g/100 g)	8,0
Hydrates de carbone (g/100 g)	4,7
Ca (mg/100 g)	1600
P (mg/100 g)	900
Fe (mg/100 g)	20
Valeur énergétique	
kcal/100 g	397
kJ/100 g	1662

Tableau 3. Teneur en protéine et composition en acides aminés de trois échantillons de chenilles de *H. ethiopica* — *Protein content and amino acid composition of three caterpillar samples of H. ethiopica.*

	Tubambe Lumata ¹	Tubambe Kamakanga ¹	Tubambe Lumata ²
Échantillon			
MS (% échant.)	94,25	94,35	93,46
N (% MS)	9,653	10,182	9,741
protéine (% MS)	60,31	63,63	60,88
Acides aminés (g/100 g de protéine)			
Asp	9,45	10,03	10,2
Thr	3,96	4,21	3,97
Ser	4,01	4,18	3,84
Glu	13,24	12,54	12,11
Pro	4,39	4,64	4,2
Gly	4,33	4,27	4,75
Ala	5,2	5,2	5,54
Cys-Cys	1,01	1,05	0,94
Val	4,57	4,95	5,17
Met	1,49	1,78	1,69
Ile	3,41	3,88	3,99
Leu	5,87	6,71	6,64
Tyr	6,2	6,88	6,26
Phe	3,71	4,21	4,27
His	2,67	2,75	2,61
Lys	5,98	6,58	6,55
Arg	5,04	5,5	5,03
Trp	0,97	1,20	0,77
Total	85,52	90,57	88,53

¹ séchage au soleil ; ² ébullition puis séchage au soleil ; MS = matière sèche.

Tableau 4. Index chimique des échantillons de chenilles de *H. ethiopica* sur base des valeurs FAO/OMS (1990) — *Chemical index of caterpillar samples of H. ethiopica.*

Protéine de réf. OMS Acides aminés essentiels (g/100 g protéine)	Tubambe		
	Lum. ¹ (%)	Kam. ¹ (%)	Lum. ² (%)
Thréonine	3,4	116,5*	123,9
Valine	3,5	130,7	141,4
Méthionine + Cystine-Cystine	2,5	100,0	113,1
Isoleucine	2,8	121,9	138,6
Leucine	7,7	76,2	87,1
Tyrosine + Phénylalanine	6,3	157,3	176,1
Histidine	1,9	140,5	144,7
Lysine	5,8	103,2	113,5
Tryptophane	1,1	87,8	109,3
Index chimique**	100,0	76,2	87,1

^{1,2} voir tableau 3 ; * = (teneur en acide aminé dans l'échantillon / teneur en acide aminé homologue dans la protéine de réf. - œuf) × 100 ; ** = On désigne sous le terme d'index chimique de la protéine le plus faible des pourcentages obtenus.

Tableau 5. Teneur en lipides et composition en acides gras des 3 échantillons de chenilles de *H. ethiopica* — *Fatty acids content of 3 caterpillar samples of H. ethiopica.*

Acides gras	Tubambe Lumata ¹	Tubambe Kamakanga ¹	Tubambe Lumata ²
C12	0,1	0,1	0,1
C14	0,7	0,7	0,75
C15	0,1	0,1	0,11
C15:1	0,5	0,5	0,5
C16	23,5	28,5	26,75
C16:1	0,2	0,2	0,2
C17	1,4	1,25	1,45
C18	13,9	11,65	14,25
C18:1 cis-9	9,05	8,75	10,2
C18:1 cis-11	3,6	6,25	4,05
C18:2*	9,55	8,15	8,75
C18:3*	35,45	30,35	29,7
C20	0,3	0,55	0,3
Saturés	40,00	42,85	43,71
Monoinsaturés	13,35	15,7	14,95
Polyinsaturés *	45,00	38,5	38,45
Identifiés	98,35	97,05	97,11
Autres	1,65	2,95	2,89
Lipides (% MS)	9,9	13,6	12,0

¹ = séchage au soleil ; ² = ébullition puis séchage ; * = Acide gras essentiel ; traces de C19 et C22 dans tous les échantillons (teneur < 0,05 %) ; MS = matière sèche.

5. DISCUSSION

La campéophagie fait l'objet d'un intérêt croissant. Pour la dernière décennie du siècle passé, une cinquantaine d'articles abordent ce thème pour l'Afrique (Malaisse, 2003). Environ 115 espèces de Lépidoptères présentent des chenilles comestibles, dont 85 ont fait l'objet de détermination scientifique (Malaisse, 2003). Les groupes ethnolinguistiques d'Afrique, qui reconnaissent le plus grand nombre d'espèces de chenilles et pupes comestibles sont, sur base de la littérature disponible, les Gbaya-Bodoé (Roulon-Doko, 1998), les Bemba (Malaisse, 2003), les Yanzi (Tango Muyay, 1981), les Mbunda (Silow, 1983), les Kongo-Ndibu (Kimba *in litt.*) et les Kongo-Ntandu (Latham, 2002) avec des valeurs respectivement de 59, 40, 33, 31, 27 et 22 taxons nommés. Pour la diversité des taxons dûment déterminés, les Bemba viennent en tête avec 26 espèces, auxquelles s'ajoute à présent *Hadraphe ethiopica*.

La présence de plusieurs espèces de Limacodidae a été rapportée au sein des forêts claires du Katanga en même temps que leurs plantes nourricières étaient précisées (Malaisse, 1983). Une seule chenille de Limacodidae "tubambe" est consommée dans ce territoire, aisément distinguable par sa couleur à dominance bordeaux. Cette espèce différerait du

“zwiwizi” du Zimbabwe, chenille de teinte brune à tête sombre, noirâtre et s’alimentant par ailleurs de *Protea* spp. (Steele in litt.). La valeur alimentaire de *Hadraphe* s’écarte peu des valeurs publiées pour des chenilles d’autres familles (Saturniidae, Hesperidae, Notodontidae), si ce n’est par une teneur en lipides plus faible, qui se répercute sur la valeur calorifique plus réduite pour la présente espèce.

Remerciements

Les auteurs remercient le Dr. U. Dall’Asta, du Musée royal d’Afrique centrale à Tervuren, pour la détermination de l’imago et diverses informations, le Dr. D.T. Goodger, Curator of Entomology Department au Natural History Museum (London) pour diverses données relatives à la distribution de *Hadraphe ethiopica*, le Dr. G. Nonveiller de Zemun (Serbie) pour l’étude des Mutillidae, Mme C. Van Marsenille pour le dessin de la **figure 3**, M. L. Lemaire pour une photographie.

Bibliographie

- AOCS (1998). *Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist’s Society*, 5th ed. D. Firestone Editor - Ce 2-66 (97) procedure.
- Aldasoro Maya EM. (2003). Étude ethnoentomologique dans la communauté hnahnhu “El Dexthi” de la vallée de Mezquital (Hidalgo, Mexique). In E. Motte-Florac, JMC. Thomas (eds.) Paris : Peeters-Selaf. *Ethnosciences* **5** (sous presse).
- Bergier E. (1941). *Insectes comestibles et peuples entomophages*. Avignon, France : Rullières Frères, 229 p.
- Bodenheimer FS. (1951). *Insects as human food*. Den Haag, The Netherlands : Junk Publishers, 352 p.
- Boone O. (1961). Carte ethnique du Congo. Quart Sud-Est. *Musée royal de l’Afrique centrale, Tervuren (Belgique), Ann., série in-8°, Sci. humaines* **37**, 271 p.
- Chavunduka DM. (1975). Insects as a source of protein to the African. *Rhodesia Sci. News* **9**, p. 217–220.
- DeFoliart G. (2002). [http://www.food-insects.com/book7_31/Chapter %](http://www.food-insects.com/book7_31/Chapter%207.pdf)
- Demesmaecker A. (1997). *Contribution à l’écologie : les chenilles comestibles du Copperbelt, Zambie*. Travail de fin d’Études, Fac. univ. Sci. agron. Gembloux, 117 p.
- Doke CM. (1931). *The Lambas of Northern Rhodesia. A study of their customs and beliefs*. London: George G. Harrap, 408 p.
- Duncan JR. (1933). Native foods and culinary methods. *Southern Rhodesia Native Affairs Department Annual, Salisbury* **11**, p. 101–106.
- FAO/WHO (1990). *Report of the joint expert consultation on protein quality evaluation*. FAO, Rome 4–8 December 1989.
- Folch J., Lees M., Stanley GHS. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, p. 497–509.
- Gullan PJ., Cranston PS. (1994). *The Insects: an outline of entomology*. London: Chapman & Hall, 491 p.
- Hering M. (1955). Synopsis des afrikanischen Gattungen der Cochlidiidae (Lepidoptera). *Trans. R. Entomol. Soc. London* **107**, p. 209–225.
- Janse AJT. (1964). *The Moths of South Africa. Limacodidae*. Johannesburg, R.S.A.: Cape & Transvaal Printers, 136 p. + 44 plates.
- Latham P. (2003). *Edible caterpillars and their food plants in Bas-Congo*. Canterbury, United Kingdom: Mystole Publications, 60 p. ISBN 0-9543012-7-7
- Leterme P., Monmart T. (1990). Importance du tryptophane en alimentation et son dosage dans les aliments. *Bull. Rech. Agron. Gembloux* **25** (3), p. 329–344.
- Lewis O. (1966). Short ion-exchange column method for the estimation of cystine and methionine. *Nature* **209**, p. 1239–1241.
- Malaisse F. (1974). Phenology of the Zambezi woodland area, with emphasis on the miombo ecosystem. In H. Lieth (ed.) *Phenology and seasonality modeling*. Berlin: Springer Verlag, Ecol. Studies **8**, p. 269–286.
- Malaisse F. (1983). Trophic structure in miombo (Zambezi tropical woodland). *Ann. Fac. Sci. Lubumbashi* **3**, p. 119–162.
- Malaisse F. (1996). Endémisme, biodiversité et spéciation dans le centre “domanial” d’endémisme shabozambien : remarques préliminaires. In : JL. Guillaumet, M. Belin, H. Puig (éds.) *Phytogéographie tropicale. Réalités et perspectives*. ORSTOM, Colloques et Séminaires. Paris : ORSTOM, p. 193–204.
- Malaisse F. (1997). *Se nourrir en forêt claire africaine. Approche écologique et nutritionnelle*. Gembloux, Belgique : Les Presses agronomiques de Gembloux/Wageningen, Pays-Bas : Centre technique de coopération agricole et rurale (CTA), 384 p.
- Malaisse F., Parent G. (1980). Les chenilles comestibles du Shaba méridional (Zaire). *Nat. Belg.* **61** (1), p. 2–24.
- Malaisse F. (2003). Human consumption of Lepidoptera, Termites, Orthoptera and Ants in Africa. In M. Paoletti, A. Collavo (eds.) *Minilivestock. Environment, education, research and economics* (accepted).
- Malaisse F., Lognag G. (2003). Les chenilles comestibles d’Afrique tropicale. In E. Motte-Florac, JMC. Thomas (eds.) *Les insectes dans la tradition orale*. Paris : Peeters-Selaf. *Ethnosciences* **5**, p. 271–295.
- Malaisse F., Kitembo M., Colonval-Elenkov E. (1982). Sur l’existence d’un type d’anatomie foliaire particulier et dominant chez les essences des forêts claires zambéziennes. *Bull. Soc. R. Bot. Belg.* **115** (2), p. 357–371.
- Mbata KJ. (1995). Traditional uses of arthropods in Zambia. *Food Insects Newsl.* **8** (3),1, p. 1, 5–7.

- Milheiros M. (1967). *Notas de Etnografia angolana*. Luanda: Institutot de Investigaçao Cientifica de Angolana. 2a Edição (corrigida e anotada), 342 p.
- Moore S., Spackman D., Stein W. (1958). Chromatography of amino acids on polystyrene sulfonated resins. *Anal. Chem.* **30**, p. 1185–1200.
- Murdock GP. (1959). *Africa. Its people and their culture history*. New-York: McGraw-Hill, 456 p.
- Nonveiller G. (1980). Recherches sur les Mutillidae de l’Afrique. X. Bref aperçu des résultats des recherches sur la faune des Mutillidae du Cameroun. *Mem. Inst. Prot. Plant. Beograd* **XIV**, p. 11–68.
- Ramos Elorduy de Conconi J. (1991). *Los Insectos como fuente de proteínas en el futuro*. 2da ed. Mexico: Editorial Limusa, 148 p.
- Roulon-Doko P. (1998). *Chasse, cueillette et cultures chez les Gbaya de Centrafrique*. Paris : L’Harmattan, 540 p.
- Silow CA. (1976). Edible and other insects of Mid-Western Zambia – Studies in Ethno-Entomology II. *Occasional Papers, Institutionen för Allmän och Jämförande etnografi vid Uppsala Universitet* **V**, 223 p.
- Silow CA. (1983). Notes on Ngangela and Nkoya Ethnozoology: ants and termites. *Etnol. Stud.* Göteborg, Sweden: Etnografiska Museum, **36**, vii+177 p.
- Tango Muyay (1981). Les insectes comme aliment de l’homme. *CEEBA Publications, Série II* **69**, Bandundu (Zaire), 177 pp.
- White F. (1962). *Forest Flora of Northern Rhodesia*. Oxford, United Kingdom: Oxford University Press, 455 p.
- White F. (1983). *The vegetation of Africa. A descriptive memoir to accompany the Unesco/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa*. Paris: Unesco, 356 p. ISBN 92 3 101955 4

Annexe 1. Diversité et effectif des Mutillidae au Katanga.

La connaissance du cortège des parasites est essentielle en vue de la production soutenue de chenilles comestibles dans le cadre de programmes de développement. Nos observations confirment que les Mutillidae, Hyménoptères parasitoïdes, jouent un rôle important dans la dynamique des populations de Limacodidae, notamment de *Hadrapphe ethiopica*. Il nous a paru dès lors opportun de rassembler dans la présente annexe des observations inédites effectuées par l’un d’entre nous (François Malaisse) concernant leur diversité et effectif dans les écosystèmes forêts claires et savanes du Katanga. Sur base de nos récoltes et aux déterminations effectuées par le Dr. G. Nonveiller de Zemum (Croatie), plus de soixante espèces sont présentes en forêt claire katangaise (**Tableau 6**). Des captures d’insectes réalisées en saison sèche de l’année 1975 sur 21 placettes d’un are, situées en forêt claire de la Luiswishi dans les environs de Lubumbashi, ont fourni 30 adultes – essentiellement des femelles –, soit une densité moyenne de 140 individus à l’hectare.

Tableau 6. Diversité des Mutillidae en forêt claire et savane katangaises.

Localités : D. = Dilanda (11°52'S, 27°29'E) ; K. = Kasapa (11°37'S, 27°29'E) ; L. = Luiswishi (11°29'S, 27°36'E) ; M. = Mukuen (11°46'S, 27°27'E). Déterminations du Dr. G. Nonveiller.

Espèces	Forêt claire				Savane L.	Total	Espèces	Forêt claire				Savane L.	Total
	D.	K.	L.	M.				D.	K.	L.	M.		
<i>Apterogyna</i> sp.1					18	18	<i>Odontomutilla</i>						
<i>Carinotilla</i> sp. nov.			1			1	<i>andromachae</i> Perynguey			2			2
<i>Cephalotilla denticeps</i> Nonveiller			4	1	3	8	<i>Odontomutilla notata</i> f. <i>nigrita</i> Bischoff					1	1
<i>Ceratotilla lysippe</i> Bingham			2			2	<i>Odontomutilla</i> sp. 1					1	1
<i>Ceratotilla</i> sp.1			1	1		2	<i>Odontotilla bidentata</i> André	1	11	3	10	11	36
<i>Ceratotilla</i> sp.2			1		1	2	<i>Odontotilla bidentoides</i> Nonveiller				2		2
<i>Ceratotilla</i> sp.3			2		2	4	<i>Pristomutilla</i> sp. 1		2	1	6		9
<i>Clinotilla multidentata</i> Arnold				1		1	<i>Pristomutilla</i> sp. 2			1			1
<i>Dasylabris mauroides</i> Bischoff			2			2	<i>Pristomutilla</i> sp. nov.					1	1
<i>Dasylabris stimulatix</i> f. <i>difficilis</i> Bischoff			2			2	<i>Promecilla</i> sp.				1		1
<i>Dasylabris thoracica</i> Bischoff			1			1	<i>Pseudopromecilla</i> sp. nov.					1	1
<i>Dasylabris unipunctata</i> Bischoff					1	1	<i>Ronisia penetrata</i> Smith	1		5	17	1	24
<i>Dasylabris</i> sp. 1			1			1	<i>R. penetrata</i> Smith ssp. <i>arsinoë</i> Perynguey				1		1
<i>Dasylabris</i> sp. 2					2	2	<i>Ronisia striata</i> Bradley- Bequaert				1		1
<i>Dasylabris</i> sp. 3		1				1	<i>Smicromyrmilla congoana</i> Bischoff				1	2	3
<i>Dasylabris</i> spp.				12		12	<i>Smicromyrmilla tettensiella</i> Bischoff				8		8
<i>Dasylabroides katonga</i> Perynguey				1		1	<i>Smicromyrmilla tettensis</i> Gerstaecker				1		1
<i>Dasylabroides neavei</i> André			6	67		73	<i>Smicromyrmilla</i> sp. 1		2		15	1	18
<i>Dasylabroides</i> <i>neaveiformis</i> Bischoff				1		1	<i>Smicromyrmilla</i> sp. 2					1	1
<i>Dolichomutilla minor</i> Bischoff		1	3	1	1	6	<i>Smicromyrmilla</i> sp. 3			1	1		2
<i>Dolichomutilla sycorax</i> Smith				3		3	<i>Smicromyrmilla shabana</i> Nonveiller		2		1	1	4
<i>Glossotilla</i> sp. 1	2	1	2	1	3	9	<i>Spinulotilla malaissei</i> Nonveiller			1	2		3
<i>Glossotilla</i> sp. 2		2	1			3	<i>Stenomutilla clelia</i> Perynguey				2		2
<i>Glossotilla</i> sp. 3					1	1	<i>Stenomutilla congoana</i> Bischoff			2	1	2	5
<i>Glossotilla</i> spp.				20		20	<i>Stenomutilla curtithorax</i> Bischoff			2			2
<i>Guineomutilla</i> sp. nov.			1			1	<i>Stenomutilla denudata</i> Bischoff	1	1	2		4	8
<i>Labidomilla tricuspioides</i> Bischoff					1	1	<i>Stenomutilla</i> sp. 1		1	6	3		10
<i>Labidomilla</i> sp. nov.	1	18	1	41		61	<i>Strangulotilla minuta</i> Bischoff				1		1
<i>Lobotilla leucospila</i> Cameron		1	5	20	1	27	<i>Strangulotilla silverlockii</i> Bischoff					1	1
<i>Mimecomutilla granu- lipidialis</i> Bischoff					1	1	<i>Trispilotilla minuta</i> Bischoff	1			3		4
<i>Mimecomutilla</i> sp.1				3		3	<i>Trogaspidia trigonophora</i> Bischoff		1			1	21
<i>Mutilla bilunata</i> Gerstäcker	1			1	16	18	<i>Trogaspidia</i> sp. 1		1	3	6	2	12
<i>Mutilla bitriangulifera</i> Bischoff					1	1	<i>Viereckia</i> sp. 1			2		1	3
<i>Mutilla delagoicola</i> Bischoff			3			3	Gen. nov.	1		1	1		3
<i>Mutilla</i> groupe <i>cylindrica</i>					2	2	Total	8	47	103	268	68	494
<i>Mutilla</i> groupe <i>diselana- germanica</i>		1	16	4		21							
<i>Mutilla</i> groupe <i>pythia- bitriangulifera</i>			2	2		4							