

COMPOSITION EN NUTRIMENTS DES LARVES D'ABEILLES (*APIS MELLIFERA* L.) DANS L'EST DE LA RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO (R.D.C)

Dieudonné C.T. BAKENGA MATABARO¹, Alexandre MBAYA NTUMBULA², and Simone WATTIAUX-DE CONINCK³

¹Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, ISP/Bukavu, RD Congo

²Université Pédagogique National de Kinshasa, UPN, RD Congo

³Université de Namur, Belgium

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The entomophagy or feeding on insects provides nutritional and economic opportunities. We studied the nutritional value of bee larvae harvested in the Eastern part of the Democratic Republic of Congo.

Bees (*Apis mellifera* L.) named « Bukavu », which come from beehives set in the region of Bukavu and its surroundings (~60 km radius) in a region known traditionally as Bushi, were studied in September 2014. Bee larvae from Bukavu were compared to those available in the Province of Namur (Belgium) and larvae of the wax moth. In Belgium bee larvae were collected from local beehives whereas the larva of the greater wax moth *Galleria mellonella* were bought from the supermarket.

Quantitative analyses of triglycerides, cholesterol, phospholipids and glucose based on specific enzymatic reactions performed.

The composition (weight/dry weight) of the Bukavu larvae was made of 20.68% for lipids, 15.40% for proteins and 7.36% for glucose. That of Namur larvae was made of 13.75% for lipids, 31.94% for proteins and 18.43% for glucose. Larvae of the greater wax moth contained 40.14% for lipids, 16.7% for proteins and 0.14% for glucose. These results are equivalent to 251 kcal for the Bukavu bees, 416 kcal for Namur bees and 312 kcal for moth larvae in 100 g of dry weight samples.

Mineral element composition (w/dry weight) was 3.07% for Bukavu bee larvae, 6.86% for Namur bee larvae and 2.41% for moth larvae.

The nutritional value of bee larvae from Bukavu and Namur depends somehow upon their origin, the environmental conditions including the availability of melliferous plants, and other factors.

We conclude that bee larvae (*Apis mellifera* L) and larvae of the wax moth *Galleria mellonella* L may be used at a large scale to fight against protein deficiency and malnutrition among the local populations in the region of Bukavu.

Their production can be integrated in the management plan of Kahuzi-Biega National Park. Our results are similar to the findings published by other authors on *Apis mellifera* and *Galleria mellonella* larvae.

KEYWORDS: *Apis mellifera*, lipids, proteins, glucose, minéraux, nutrition, entomophagy.

RÉSUMÉ: L'entomophagie, le fait de se nourrir d'insectes, présente des avantages à la fois nutritionnels et économiques. Nous avons étudié la valeur nutritive de larves d'abeilles récoltées dans l'Est de la RD Congo.

Les abeilles dénommées 'Bukavu' ayant fait l'objet de cette étude, proviennent principalement des ruches de Bukavu et ses environs dans la partie communément appelée BUSHI, soit dans un rayon de 60 km autour de la ville de Bukavu (septembre 2014). A titre de comparaison, ont été analysées, des larves d'abeilles récoltées dans la Province de Namur, Belgique (septembre 2014) et de fausse teigne, commercialisées par les supermarchés, octobre 2014).

Les analyses quantitatives des triglycérides, cholestérol, phospholipides et glucose se basent sur des réactions enzymatiques spécifiques.

Les larves 'Bukavu' contiennent, par rapport à 100 g de poids sec, 20,68 g de lipides, 15,40 g de protéines et 7,36 g de glucose. La composition des larves 'Namur' par rapport à 100 g de poids sec se composent de 13,75 g de lipides, 31,94 g de protéines et 18,43 g de glucose ; les larves de fausses teignes totalisent 40,14 g de lipides, 16,7 g de protéines et 0,14 g de

glucose par 100 g de poids sec. Cette composition met en évidence la valeur énergétique de ces larves qui sont respectivement de 251 kcal, 416 kcal et 312 kcal/100 g de poids sec pour les larves d'abeilles 'Bukavu', 'Namur', et de fausse teigne.

Les éléments minéraux, calcium, magnésium, potassium et sodium par 100 g de poids sec totalisent 3,07 g chez les larves 'Bukavu', 6,86 g chez les larves 'Namur' et 2,41 g chez les larves fausse teigne.

La richesse et la composition des larves d'abeilles, récoltées à Bukavu et à Namur, en protéines, lipides, glucose et minéraux dépendent dans une certaine mesure de leur origine et sans doute de la saison, de l'environnement, des plantes mellifères et autres facteurs. Les larves des fausses teignes sont également riches en nutriments.

Les larves d'abeille et de fausse teigne pourraient être utilisées à large échelle pour lutter contre les carences protéiques dans les populations de Bukavu et environs mais également être intégrées dans le plan global de gestion et conservation du Parc National de Kahuzi- Biega (Est-RDC).

Ces données ne s'écartent pas des valeurs trouvées par d'autres chercheurs sur les larves d'*Apis mellifera* L. et de celles de *Galleria mellonella* L.

MOTS-CLEFS: *Apis mellifera*, lipides, protéines, glucose, minéraux, nutrition, entomophagie.

1 INTRODUCTION

La valeur nutritive des insectes dépend de leur stade de vie (larve, pupa, adulte), de leur habitat et de leur alimentation. La FAO (2014) les juge "nutritifs", avec une "teneur élevée en protéines, matières grasses, acides gras et minéraux de qualité". "Les protéines des insectes sont de meilleure qualité que les protéines végétales". Elles offrent un complément alimentaire qui pourrait s'avérer non négligeable, notamment pour les enfants sous-alimentés.

L'entomophagie n'est pas une curiosité, elle fait partie de toutes les cultures. En Europe, les Romains consommaient les larves de longicornes alors que les Grecs appréciaient les cigales et diverses chenilles. En Afrique, mais aussi en Amérique du Sud, en Asie et en Australie, les insectes sont toujours utilisés comme moyen de subsistance et plusieurs centaines d'espèces sont consommées de par le monde. Ils se mangent crus ou sont le plus souvent séchés voire boucanés de manière à en assurer une meilleure conservation. Ils sont ensuite bouillis, grillés, frits ou préparés en farine.

Certains insectes ont des teneurs en protéines (entre 30 et 70 %), plus élevées que celles de la viande de poulet ou de porc. L'apport d'acides aminés essentiels (tel le tryptophane) est à prendre en compte. L'intérêt nutritionnel de l'entomophagie réside également dans la quantité et la qualité des lipides de certains insectes avec un faible taux de cholestérol, dans leur richesse en sel minéraux (Fer, Zn, Ca et P) (MIGNON, 2002). Abondants, ils rejettent peu de gaz à effet de serre et de lisier et ne transmettent pas de maladies à l'humain qui les consomme.

De plus les insectes se reproduisent rapidement, tout en présentant à la fois une croissance rapide et un taux de conversion alimentaire élevé

Les insectes les plus utilisés dans l'alimentation humaine sont les abeilles (l'espèce domestique comme les espèces sauvages) à travers de l'une de ses productions : le miel. Les groupes d'insectes les plus consommés sont les coléoptères (la moitié étant des *Cerambycidae* et *Scarabaeidae*, des lépidoptères (surtout sous forme de chenille ou de chrysalide) des hyménoptères (la majorité étant des *Meliponidae*, des orthoptères (surtout des *Acrididae*) et quelques autres groupes dont les termites (Isoptères), des hémiptères.

En République démocratique du Congo, plus de 65 espèces appartenant au moins à 22 familles différentes sont consommées. Une étude (FEILLET, 2013) estime que les insectes représentent 10 % des protéines d'origine animale consommées par les populations. Cette part varie fortement en fonction des régions du Congo; elle peut atteindre 64 % à certains endroits. Une autre étude établit une liste de 35 espèces différentes de chenilles consommées dans le sud du pays. (WIKIPEDIA, 2014)

A Bukavu et environs plusieurs espèces de chenilles sont consommées et constituent naturellement une source importante de protéines animales et de revenus. C'est surtout l'espèce *Bunaeopsis aurantiaca* (famille des *saturnides*) reconnue localement sous le nom de « MILANGA » qui est dominante dans le régime alimentaire des LEGA (une tribu forestière dominante du Kivu) (MUVUNDJA *et al.*, 2013)

Dans la même région notons aussi que des chenilles de papillons comme *Analphe infracta* et *Analphe panda*: *Thaumetopoideae* appelé aussi MADAKUMBA (en langue des Bashi) sont également consommées (MUNYULI, 2000). Les

larves d'abeilles sont consommées crues ou bouillies et très appréciées par les populations pygmées qui vivent aux alentours du Parc National de Kahuzi-Biega.

Les insectes contribuent donc d'une manière significative à la sécurité alimentaire, en l'occurrence par l'apport en protéines animales et comme source de revenus.

La FAO (2014) recommande à la communauté scientifique « *de contribuer à l'approfondissement des connaissances scientifiques relatives aux insectes utilisés en nutrition humaine et animale vu les besoins en protéines animales de toute l'humanité pour nourrir neuf milliards d'êtres humains sur terre d'ici 2030* ».

Dans cet article, nous présentons la composition en protéines, lipides, glucose et minéraux (calcium, magnésium, potassium et sodium) de larves d'abeilles (*Apis mellifera L*) et de larves de fausse teigne. Les méthodes utilisées pour les lipides (triglycérides, cholestérol, phospholipides) et le glucose sont basées sur des réactions enzymatiques spécifiques et quantitatives. Les minéraux sont déterminés par des méthodes colorimétriques et/ou enzymatiques.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

ORIGINE DES LARVES

Les larves utilisées sont des larves d'abeilles operculées récoltées à Bukavu en septembre 2014, transportées congelées avant utilisation au Laboratoire de Chimie Physiologique à Namur (Belgique) dénommées 'larves Bukavu', des larves d'abeilles élevées dans la région de Namur (septembre 2014) appelées 'larves Namur' et des larves de Fausse Teigne 'larves fausse teigne' achetées sur le marché belge (octobre 2014) (Supermarché).

HOMOGÉNÉISATION

Une masse connue de larve est pesée et soumise à l'action de l'Ultraturrax (IKA WERK) dans un volume connu d'eau distillée froide à 0°C durant 4 min.

Cet homogénat est centrifugé ensuite à 1500 RPM durant 10 min à 0°C (Centrifugeuse International Equipment refrigerated Model PR-J). Le surnageant constitue la fraction E, le culot, la fraction N. Ce culot est resuspendu dans un volume connu d'eau distillée à 0°C. Toutes les analyses se font sur ces deux fractions, dont la somme équivaut à l'homogénat.

POURCENTAGE D'HUMIDITÉ

Pour la détermination du pourcentage d'humidité dans les larves, un échantillon de larves de chaque type, dont le poids frais est déterminé, est placé dans une étuve à 55°C pendant 4 jours, le poids étant mesuré chaque jour jusqu'à poids constant. D'autres échantillons de chaque type, de poids frais connu, sont placés dans un dessiccateur sous vide (Pompe ANLEINTUG LESSEN) en présence de SilicaGel (Gel de Silice) pendant 4 jours, le poids étant mesuré tous les jours jusqu'à poids constant. Les résultats des 2 méthodes de dessiccation sont comparables. En moyenne les poids secs en g par rapport à 100 g de poids frais sont de 29,35 g pour les larves d'abeilles 'Bukavu'; 21,6 g pour les larves d'abeilles 'Namur' et 71 g pour les larves de fausse teigne.

DOSAGE DES CONSTITUANTS : PROTÉINES, LIPIDES (TRIGLYCÉRIDES, CHOLESTÉROL, PHOSPHOLIPIDES), GLUCOSE ET MINÉRAUX (CA, MG, K, NA)

Le dosage des protéines se fait selon Pierce (ThermoScientific) BCA Protein Assay Kit

Les dosages de triglycérides (Kit HBL 06 Cypress- Langdorp- Belgium), de cholestérol (Kit HBL 010 Cypress- Langdorp- Belgium), de phospholipides (Kit HBL 030 Cypress- Langdorp- Belgium) et de glucose (Kit HBL 009 Cypress- Langdorp- Belgium) se basent sur les réactions enzymatiques explicitées dans la **Figure 1**.

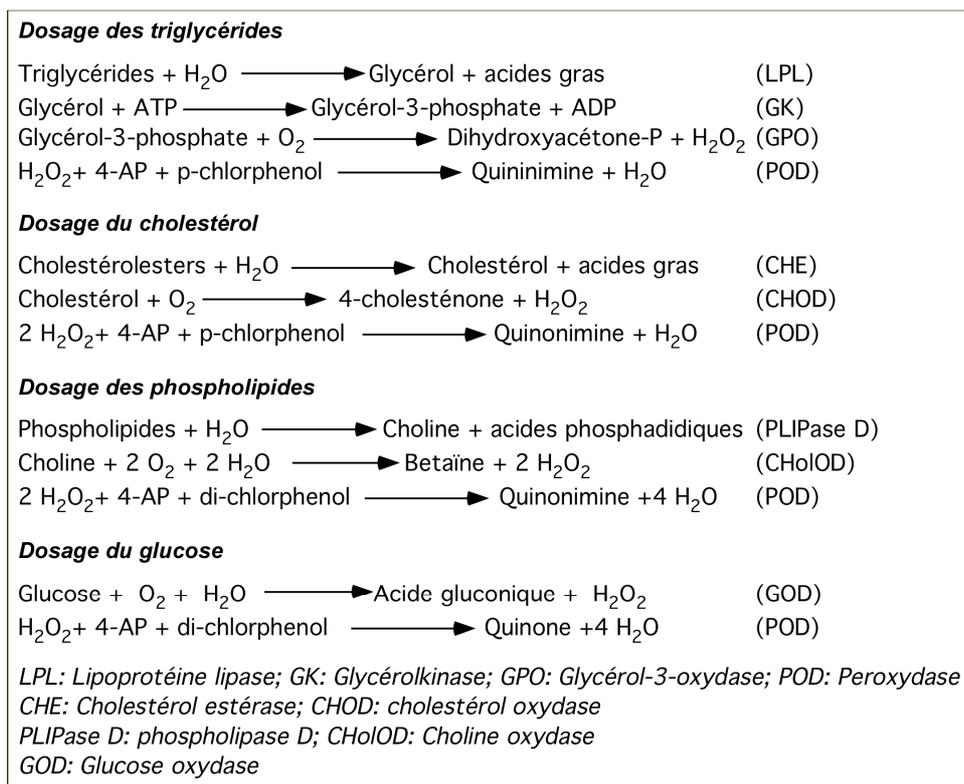


Figure 1. Réactions enzymatiques à la base de la détermination des triglycérides, cholestérol, phospholipides et glucose selon les kits Cypress- Langdorp- Belgium

La 4-aminophénazone (4-AP) est incolore tandis que sa forme oxydée, quinonimine, est colorée en rouge avec un maximum d'absorption à 505 nm. L'intensité de la couleur formée est proportionnelle à la concentration du composé analysé.

Le calcium (Kit HBL 0040 Cypress- Langdorp- Belgium), le magnésium (Kit HBL 0320 Cypress- Langdorp- Belgium) et le potassium (Kit HBL 06 Cypress- Langdorp- Belgium) sont déterminés par des tests colorimétriques utilisant respectivement les chromogènes: *o*-crésolphtaléine, bleu de xylidyl et sodium tétraphénylboron.

Le sodium est évalué par une méthode enzymatique (Kit HBL 034 Cypress- Langdorp- Belgium) via la β -galactosidase dépendante du sodium. Le substrat de la β -galactosidase incolore est scindé par cette enzyme, dont l'activité dépend de la concentration en sodium et donne un produit dont l'absorbance à 405 nm est proportionnelle à la concentration en sodium. Le potassium a aussi été dosé par une méthode enzymatique (Kit HBL 033 Cypress- Langdorp- Belgium). Il active la pyruvate kinase laquelle produit le pyruvate transformé ensuite en lactate avec production de NAD⁺ à partir de NADH. La disparition de NADH, suivie à 340 nm, est proportionnelle à la concentration de potassium.

3 RÉSULTATS

COMPOSITION EN LIPIDES, PROTÉINES, GLUCOSE

Le **Tableau 1** donne la composition en triglycérides, cholestérol, phospholipides, protéines et glucose des larves d'abeilles 'Bukavu' et 'Namur' et de larves de fausse teigne. Les données sont exprimées en grammes/100 grammes de **poids frais**.

Tableau 1. Composition en lipides (triglycérides, cholestérol, phospholipide), protéines et glucose de larves d'abeilles operculées de Bukavu récoltées en septembre 2014, des larves d'abeilles élevées dans la région de Namur (septembre 2014) et de larves de fausse teigne du marché belge.

Composant	Composition des larves (g/100g poids frais) Bukavu	Composition des larves (g/100g poids frais) Namur	Composition des larves (g/100g poids frais) fausses teignes
Lipides : Triglycérides	4,61 ± 0,91	1,84 ± 0,83	24,55 ± 0,21
Cholestérol	0,39 ± 0,04	0,17 ± 0,02	2,69 ± 0,46
Phospholipides	1,06 ± 0,22	0,96 ± 0,27	1,26 ± 0,12
Protéines	4,52 ± 0,70	6,90 ± 1,80	11,86 ± 1,00
Glucose	2,16 ± 0,24	3,98 ± 1,71	0,096 ± 0,041

C'est sur les fractions E et N obtenues à partir des larves d'abeilles et de fausse teigne que se font les dosages. (voir Matériels et Méthodes).

Il est difficile de comparer ces résultats à ceux de la littérature car ceux-ci sont dans l'ensemble rapportés à 100 g de poids sec.

Les données du Tableau 1 ont été converties en tenant compte du rapport poids sec/ poids frais de 29,35 % pour les larves d'abeilles 'Bukavu', 21,6 % pour les larves d'abeilles 'Namur' et 71 % pour les larves de fausses teignes. Elles sont reprises dans le **Tableau 2** où elles sont exprimées en grammes/100 grammes de poids sec.

Tableau 2. Composition en lipides (triglycérides, cholestérol, phospholipides), protéines et glucose de larves d'abeilles operculées de Bukavu récoltées en septembre 2014, des larves d'abeilles élevées dans la région de Namur (septembre 2014) et de larves de fausses teignes du marché belge.

Composant	Composition des larves (g/100g poids frais) Bukavu	Composition des larves (g/100g poids frais) Namur	Composition des larves (g/100g poids frais) fausses teignes
Lipides totaux	20,68	13,75	40,14
Triglycérides	15,70 (76%)*	8,52 (62%)*	34,58 (86%)*
Cholestérol	1,33 (6,4%)*	0,79 (5,7%)*	3,79 (9,4%)*
Phospholipides	3,61 (17,5%)*	4,44 (32%)*	1,77 (4,4%)*
Protéines	15,40	31,94	16,7
Glucose	7,36	18,43	0,14
Total	43,48	64,12	56,98

*Pourcentage en rapport aux lipides totaux

Le **total** des composés riches en énergie ainsi déterminés représentent 43,48%, 64,12% et 56,98 % du poids sec des larves d'abeilles 'Bukavu', 'Namur' et de fausses teignes. Le restant est constitué de glycogène, de dérivés d'hydrates de carbone structurels, de chitine et autres fibres (RAMOS-ELORDUY *et al.*, 1997)

Les **lipides** totaux représentent respectivement 20,68% et 13,75 % du poids sec chez les larves d'abeilles de Bukavu et de Namur et 40,14% chez les larves de fausse teigne. Et constituent donc une source d'énergie appréciable. Les triglycérides représentent la majeure partie du total lipidique dans les 3 cas : 76%, 62 % et 86 % respectivement pour les larves d'abeilles 'Bukavu', 'Namur' et les larves de fausses teignes. Le taux de cholestérol est peu élevé, ce qui est appréciable au point de vue alimentaire. Le taux de phospholipides chez les larves d'abeilles des 2 origines est appréciable et plus important que chez les larves de fausses teignes.

La quantité de **protéines** chez les larves 'Namur' est double de celle présente chez les larves 'Bukavu' et de fausse teigne.

Le taux de **glucose** est nul chez les fausses teignes, double chez les larves 'Namur' comparé aux larves 'Bukavu'.

COMPOSITION EN ÉLÉMENTS MINÉRAUX

Les résultats repris dans le **Tableau 3**, exprimés en g par 100 g de poids frais, représentent les données relatives à la composition en calcium, magnésium, potassium et sodium des larves d'abeilles 'Bukavu' et 'Namur' et de fausse teigne. En effet, c'est sur les suspensions E et N (dont la somme équivaut à l'homogénéat) obtenues à partir de larves que se font les dosages.

Tableau 3. Composition (g/100 g de poids frais) en éléments minéraux de larves d'abeilles operculées de Bukavu récoltées, des larves d'abeilles élevées dans la région de Namur et de larves de fausse teigne du marché belge

Éléments minéraux	Larves de Bukavu	Larves de Namur	Fausse teignes
Calcium	0,043 ± 0,018	0,032 ± 0,011	0,182 ± 0,020
Magnésium	0,036 ± 0,009	0,035 ± 0,019	0,074 ± 0,003
Potassium ¹	0,49 ± 0,130	1,10 ± 0,290	1,25 ± 0,330
Potassium ²	0,54 ± 0,030	0,77 ± 0,190	1,025 ± 0,086
Sodium	0,305 ± 0,250	0,48 ± 0,160	0,32 ± 0,240

¹ méthode enzymatique, Potassium ² méthode colorimétrique, Potassium.

Les résultats du **Tableau 3** ont permis de dresser les données du **Tableau 4** qui présente ainsi la composition en calcium, magnésium, potassium et sodium dans les larves d'abeilles 'Bukavu' et 'Namur' et de fausse teigne en g/100 g de **poids sec**. En effet les résultats de la littérature sont généralement exprimés en g par 100 g de poids sec.

Tableau 4. Composition (g/100 g de poids sec) en calcium, magnésium, potassium et sodium de larves d'abeilles operculées de Bukavu, des larves d'abeilles élevées dans la région de Namur et de larves de fausse teigne du marché belge.

En g/100 g poids sec	Larves de Bukavu	Larves de Namur	Fausse teignes
Calcium	0,147	0,148	0,256
Magnésium	0,123	0,162	0,104
Potassium ¹	1,672	5,093	1,761
Potassium ²	1,843	3,565	1,444
Sodium	1,041	2,222	0,451

¹ méthode enzymatique, Potassium ² méthode colorimétrique

Des valeurs plus fortes de concentration en calcium sont observées chez les larves de fausse teigne par rapport aux larves d'abeilles. Les quantités de magnésium sont du même ordre.

On constate que les deux méthodes de détermination du potassium donnent des résultats semblables. D'autre part ce taux de potassium est nettement plus élevé chez les larves 'Namur' que chez les larves provenant de Bukavu. Il en est de même pour le taux de sodium, plus élevé chez les larves 'Namur'.

4 DISCUSSION DES RÉSULTATS

PROTÉINES, LIPIDES ET GLUCOSE

L'intérêt pour l'entomophagie croît actuellement. Pourquoi? Le fait de manger des insectes est une pratique contemporaine dans plus d'une centaine de pays : Mexique, Thaïlande, Laos, Afrique du Sud, Colombie, Venezuela et République Démocratique du Congo. Les larves d'insectes se vendent aussi en Europe, en Belgique, dans certains supermarchés. Leur goût est très apprécié. De plus elles sont une source d'énergie non négligeable.

Un des avantages principaux des insectes comestibles, et c'est peut-être le plus connu, est qu'ils sont en général composés de beaucoup de protéines. En fonction des espèces, le taux varie bien sûr, mais il peut avoisiner 48 % de protéines en poids sec chez les hyménoptères (XIAOMING *et al.*, 2010). C'est une des raisons pour laquelle la FAO encourage fortement l'entomophagie.

Les protéines ont un rôle fonctionnel : *protéines de structure*, qui permettent à la cellule de maintenir son organisation dans l'espace, les *protéines de transport*, qui assurent le transfert des différentes molécules dans et en dehors des cellules, les *protéines régulatrices*, qui modulent l'activité d'autres protéines, les *protéines de signalisation*, qui captent les signaux extérieurs, et assurent leur transmission dans la cellule ou l'organisme, les *protéines motrices*, permettant aux cellules ou organismes de se mouvoir. Les fonctions biochimiques sont nettement plus nombreuses, et sont généralement équivalentes à la notion d'activité enzymatique.

Les lipides jouent un rôle important dans la vie de l'abeille car ils constituent une importante source d'énergie. Cette énergie est stockée sous forme de triglycérides dans les adipocytes (ARRESE, 2010). Ces lipides sont indispensables pour la croissance, la reproduction et procurent de l'énergie pendant la période de diète.

Les phospholipides entrent dans la composition des membranes cellulaires, auxquelles ils apportent leur propriété de perméabilité sélective. Un stérol, le cholestérol, est un composé primordial des membranes cellulaires. Il est un précurseur de certaines hormones stéroïdes.

Les hydrates de carbone et le glucose représentent la principale source d'énergie cellulaire. Chez l'abeille, le glucose inutilisé est mis en réserve sous forme de glycogène. (ARRESE *et al.*, 2010). La chitine est un composé macromoléculaire de valeur nutritive élevée et a la capacité de stopper un saignement (XIAOMING *et al.*, 2010)

La valeur énergétique des nutriments peut être évaluée en kcal/g sachant que 1g de lipide fournit 9 kcal, 1g de protéine 4 kcal, 1g de glucide 4 kcal. Le **Tableau 5** donne la comparaison des valeurs nutritionnelles des larves d'abeilles 'Bukavu', 'Namur' et de fausse teigne avec celles des mêmes organismes repris dans la littérature et celles d'autres aliments consommés à Bukavu et environs.

Tableau 5. Comparaison des valeurs nutritionnelles des larves d'abeilles et de fausses teignes avec celles d'autres aliments.

Source	Composition (g/100g de matière sèche)				Références
	Protéines	Lipides	Glucides	Kcal/100gr	
Larves abeilles "Bukavu"	20,68	15,43	7,37	251	cette étude
Larves abeilles "Namur"	13,75	31,94	18,43	416	cette étude
Larves abeilles Mexico	42	19	34	475	RAMOS <i>et al.</i> , 1997, RUMPOLD <i>et al.</i> , 2013
Hyménoptères	47,8	21,42	3,65	398	XIAOMING <i>et al.</i> , 2010
Larves fausse teigne "Namur"	40,14	16,7	0,24	312	cette étude
Larves fausses teigne USA	38,8	58,55	-	682	RUMPOLD <i>et al.</i> , 2013
Lépidoptères	44,91	24,76	8,20	435	XIAOMING <i>et al.</i> , 2010
Œuf	48	40	traces	580	FEILLET, 2013
Lait entier pasteurisé	25	33	33	525	FEILLET, 2013
Poisson	90	5	Traces	410	FEILLET, 2013
Bœuf	72	12	Traces	400	FEILLET, 2013

En ce qui concerne les **larves d'abeilles**, celles de 'Bukavu' et 'Namur' (Tableau 5) ont un taux de protéines inférieur à celui des larves Mexico et des hyménoptères en général.

Le taux de lipides des larves d'abeilles 'Bukavu' et 'Mexico' et des hyménoptères en général est comparable. Les larves d'abeilles 'Namur' sont extrêmement riches en lipides.

Le taux de triglycérides par rapport aux lipides totaux (Tableau 2) est de 62 et 76% pour les larves de Namur et Bukavu ce qui est en accord avec la valeur de 79% pour les larves de reine chez *Apis mellifera* L. (XU *et al.*, 2013) mais plus faible que celui de 90% cité par ailleurs (ARRESE *et al.*, 2010).

Le taux de cholestérol est très bas (environ 1g/100 g poids sec soit environ 1%) pour les larves d'abeilles 'Bukavu' et 'Namur'. XU *et al.* (2013) travaillant sur les larves des reines trouvent aussi un taux faible de cholestérol (0,57%). Les insectes ont un taux de cholestérol très faible ou inexistant car ils sont incapables de le synthétiser. Ils le trouvent dans leur alimentation (ROLLS *et al.*, 1997). BORGOHAIN *et al.* (2014), travaillant sur les fourmis (*Oecophylla smaragdina*) dans le Nord-Est de l'Inde observe un taux moyen de cholestérol de 0,47 % pour les larves de reines et 0,73 % pour les larves d'ouvrières.

Le taux d'hydrates de carbone est extrêmement variable en ce qui concerne les différents échantillons de larves d'abeilles étudiés.

Le **contenu énergétique** des larves 'Namur' et 'Mexico' et des hyménoptères en général est du même ordre de grandeur que celui du poisson et du bœuf. Le rendement énergétique des larves 'Bukavu' est plus faible.

Pour les larves de **fausse teigne** quelle que soit leur origine, leur contenu en **protéines** est semblable et rejoint la valeur attribuée aux lépidoptères en général. Le pourcentage de **lipides** des larves de fausse teigne 'Namur' et des lépidoptères en général sont semblables ; par contre les larves de fausse teigne USA en contiennent 2 à 3 fois plus. Le taux de glucides est variable.

Le **contenu énergétique** des larves de fausse teigne USA est le double de celles 'Namur' et bien plus élevé que celui des lépidoptères en général. La valeur énergétique de ces larves équivaut ou dépasse celle des œufs, du lait, du poisson ou du bœuf.

Les différences des valeurs des nutriments entre les larves de Namur et de Bukavu peuvent être dûes à la saison, au milieu, à l'environnement différent dans lequel elles évoluent, type de plantes mellifères et apport en pollen, et qui influe sur leur alimentation.

Les larves d'abeilles et de fausse teigne sont aussi riches en protéines que la viande et le poisson et peuvent constituer une source intéressante de protéines, de lipides et d'énergie. Si on compare l'apport nutritionnel de 100gr de larves d'abeilles et de fausse teigne à celles des aliments traditionnels, viande, poisson et lait, repris dans le tableau 5, on observe que la consommation de 100 gr de larves apporte à l'organisme des quantités d'énergie comparables. Il faudra donc s'intéresser à la qualité de chaque protéine en particulier à sa composition en acides aminés essentiels.

Il ressort de ces données que les teneurs en protéines et en lipides en matières sèches chez les hyménoptères et lépidoptères sont très variables. Il en est de même des autres ordres d'insectes. Les taux de différents nutriments varient largement en fonction du stade de développement de l'insecte (larve, puppe, imago), de l'espèce, de la méthode d'analyse, de la nutrition de l'insecte, des castes (ouvrières, reines, faux bourdons), saison... (FINKE *et al.*, 2012)(BORGHAIN *et al.*, 2014)

ELÉMENTS MINÉRAUX

Les éléments minéraux sont indispensables au fonctionnement cellulaire

Certains font partie de la structure des tissus, dont ils renforcent la résistance. Ils sont alors sous forme de sels (sels de calcium). Les éléments comme le calcium, le potassium, le magnésium, le sodium sont indispensables pour des mécanismes vitaux.

Le calcium est présent à l'état soluble dans la plupart des cellules; il se trouve sous forme de sels précipités dans le tissu osseux. Le calcium cellulaire joue un rôle considérable dans le fonctionnement des membranes et la transmission de signaux biologiques. Le magnésium est également présent dans tous les tissus mais en quantité très variable suivant le tissu considéré. Sodium et potassium se retrouvent dans toutes les espèces vivantes. Chez les animaux la concentration de sodium est supérieure à celle du potassium. Le sodium est présent surtout dans les milieux extracellulaires. Le potassium au contraire est en majeure partie intracellulaire.

Les insectes sont riches en élément minéraux comme le potassium, le sodium, le calcium, le magnésium et les valeurs constatées dans les larves 'Bukavu', 'Namur' et de fausse teigne sont dans les limites constatées reprises dans la littérature. (**Tableau 6**).

Tableau 6. Teneur en éléments minéraux chez différents insectes (en g/100g de poids sec) et besoins journaliers chez l'homme.

	Na	K	Mg	Ca	Références
Larves d'abeille de Bukavu	1,041	1,757	0,123	0,147	Cette étude
Larves d'abeille de Namur	2,22	4,329	1,162	0,148	Cette étude
Couvain d'abeille	0,055	1,159	0,091	0,059	RUMPOLD <i>et al.</i> , 2013
Adultes abeilles de Nigeria			0,005	0,0154	BANJOU <i>et al.</i> , 2006
Larves de fausses teigne Namur	0,451	1,602	0,104	0,256	Cette étude
Larves de fausses teigne USA			0,09	0,06	BARKER <i>et al.</i> , 1998
Larves de fausses teigne USA	0,016	0,221	0,031	0,024	FINKE 2012
Chenille (<i>Imbrasia oymensis</i> -) Côte d'Ivoire	0,73	0,68	-	0,073	AKPOSSAN <i>et al.</i> , 2009
Chenille (<i>Imbrasia belina</i>)	1,024	1,032	0,16	0,17	ANONYME, 2013
Besoins journaliers chez l'homme (g)	1,500	4,700	0,400	1,000	BUKKENS, 2005

Les teneurs en éléments minéraux chez les larves d'abeilles et de fausses teignes sont extrêmement variables. Les différences observées sont dues à l'alimentation différente résultant de l'habitat de l'insecte, de l'écotype, de l'âge des insectes (BANJO *et al.*, 2006).

La composition en minéraux de deux types de chenilles sont citées à titre de comparaison. D'une façon générale les teneurs en calcium, potassium, magnésium et sodium des larves d'abeilles 'Bukavu', 'Namur' et de fausses teignes constituent un complément alimentaire non négligeable pour satisfaire les besoins journaliers.

5 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'objectif de cette étude est d'évaluer les potentialités nutritionnelles des larves d'abeilles de la région de Bukavu (Est-RD Congo) et de fausses teignes par la détermination de leurs caractéristiques biochimiques : teneur en protéines, triglycérides, phospholipides, cholestérol et minéraux (sodium, potassium, calcium, magnésium).

Les qualités nutritionnelles en protéines, lipides, glucose et sels minéraux des larves d'*Apis mellifera* et de fausses teignes sont importantes. La valeur énergétique en kcal/100 g de larves d'abeilles 'Bukavu' est de 251 kcal, 'Namur' de 416 kcal et celle des larves de fausses teignes de 312 kcal. Comparativement aux autres aliments consommés à Bukavu comme la viande, le poisson et autres chenilles, les larves d'abeilles et de fausses teignes sont potentiellement intéressantes dans la recherche de sources alimentaires alternatives dans le cadre de l'entomophagie.

Les larves de fausse teigne se développent dans les ruches d'abeilles et leur élevage peut se faire dans ces ruches et augmenter la valeur économique de l'apiculture.

Il est essentiel de promouvoir également la production à grande échelle et la sauvegarde de l'abeille pollinisatrice actuellement en déclin dans Bukavu et environs.

Il faut intégrer la production des chenilles et larves non seulement dans les programmes de réduction de l'insécurité alimentaire à Bukavu et ses environs mais également dans les plans de gestion des ressources naturelles et de la conservation du Parc National Kahuzi Biega. En fournissant des alternatives alimentaires aux populations riveraines de ce parc, on arriverait à réduire leurs activités illégales, récolte du miel et du couvain d'abeilles, en plein Parc de National de Kahuzi-Biega.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier les autorités de l'ISP (Institut Supérieur Pédagogique, Bukavu- RDC) et le Fonds Adrien Bauchau de l'Université Namur, Belgique pour leur soutien financier qui a permis la réalisation de ce travail.

REFERENCES

- [1] AKPOSSAN R., DUE E., KOUADIO J., KOUAME L. 2009. National value and physic-chemical characterization of the fat of the caterpillar (*Imbrasia oyemensis*) dried and sold at the Adjame market in Abidjan, Cote d'Ivoire Journal of animal and Plant sciences, vol.3, Issue 3:243-250.
- [2] ARRESE E.L. et SOULAGES J.L. 2010. Insect fat body : energy, metabolism and regulation. Annu Rev Entmol., 55:207-225.
- [3] BANJO A.D., LAWAL O.A., SONGONUGA E.A. 2006. The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. African Journal of Biotechnology vol.5 (3), pp.298-301
- [4] BARKER D., FITZPATRICK M.P., DIERENFELD E.S. 1998. Nutrient composition of Selected whole invertebrate. Zoo Biology 17:123-134.
- [5] BORGHAIN M., BORKOTOKI A., MAHANTA R. 2014. Total lipid, triglyceride and cholesterol contents in *Oecophylla smaragdina*, Fabricius Consumed in Upper Assam of North East India. International journal of scientific and research Publications, volume 4, issue 7.
- [6] FAO, 2013. Edible insects: future prospects for food and feed security, Nutritional value of insects for human consumption. Rome.
- [7] FAO, 2014. Nutritional value of insects for human consumption. Rome.
- [8] FEILLET Pierre, 2013. Mangerons-nous tous des insectes en 2050 ? Insects 13 No 169 (2).
- [9] FINKE D.M. 2012. Complete Nutrient content of four species of Feeder Insects. Zoo Biology 00:1-15.
- [10] FINKE M.D. 2002. Complete nutrient composition of commercially Raised invertebrates Used as Food for Insectivores. Zoo Biology 21:269-285.
- [11] MIGNON J. 2002. L'entomophagie : une question de culture ?. Tropicultura 20,3,151-155.
- [12] MUVUNDJA FA, UWIKUNDA SR, MANDE P, ALUNGA LG, BALAGIZI KI, ISUMBISHO MP, 2013. Valorisation de la chenille comestible *Bunaeopsis aurantiaca* dans la gestion communautaire des forêts du Sud-Kivu (République Démocratique du Congo) VertigO, Hors série 17 : 1-14,
- [13] MUNYULI T. 2000. Etude préliminaire orientée vers la production des chenilles consommables par l'élevage des papillons (*Anaphe infracta* :Thaumetopoidae) a luïro ,Sud-kivu. République Démocratique du Congo. Tropicultura. 18,4,208-211.
- [14] RAMOS E.C., MORENO J.M., MAYAUDON C.M., 1984. Protein content of some edible insects in Mexico. Etnobiol. 4(1):61-72.
- [15] RAMOS E., MORENO J., PRADO E. 1997. Nutritional value of edible insects from the State of Oaxaca, Mexico. Journal of food composition and analysis 10,142-157.
- [16] REMBORD H., DIETZ A. 2012. Biologically active substance in royal jelly, vitamins and hormones. Bee Product science.
- [17] ROLLS M., MARQUARDT M.T, KIELIA M., MACHAMER C.E. 1997. Cholesterol-independent Targeting of Golgi Membrane Proteins in insect Cells. Molecular Biology of the cell Vol.8, 2111-2118.
- [18] RUMPOLD B.A., SCHUTER O.K 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. Mol.Nutr.Food Res. 57,802-823.
- [19] XIAOMING C., YING F., HONG Z., ZHIYONG C. 2010. Review of the nutritive value of edible insects . FAO 85-92.
- [20] XU X., GAO Y. 2013. Isolation and characterization of proteins and lipids from honeybee (*Apis mellifera* L.) queen larvae and royal jelly. Food research International 54, 330-337.