



Chapulines sur un marché mexicain - Cliché Meutia Chaerani / Indradi Soemardjan licence CC-BY 2.5

Par Pierre Feillet

Mangerons-nous tous des insectes en 2050 ? Première partie

Depuis peu, un nouvel usage est attendu des insectes, celui de nourrir le monde. Des médias et des réseaux sociaux véhiculent en effet l'idée qu'ils sont l'une des solutions pour assurer la sécurité alimentaire des 9 milliards d'hommes qui peupleront la terre en 2050. Spéculation déclenchée par la décision de la Commission européenne d'encourager des recherches sur l'intérêt nutritionnel et les risques sanitaires de la consommation d'insectes¹. Les insectes seront-ils nos aliments de demain ? Avant de répondre à cette question, il n'est pas inutile de faire le point sur les pratiques des « entomophages » et sur la valeur nutritionnelle des insectes.

LES MANGEURS D'INSECTES

Les insectes ont toujours contribué à l'alimentation de nombreuses populations, sur tous les continents. Selon la FAO, un millier d'espèces d'insectes, presque toutes ramassées dans la nature, principalement dans les forêts et selon des pratiques qui rappellent cel-

les de nos lointains ancêtres – qui vivaient de la cueillette et de la chasse –, serait toujours consommé dans le monde. Plus de deux milliards de personnes principalement en Afrique, en Asie et en Amérique latine se nourriraient d'insectes, comme d'autres populations de viande ou de poisson.

Sans doute serait-il plus exact d'écrire « mangeraient » et non « se nourriraient de », expression laissant supposer que les insectes contribuent à l'alimentation de près du tiers de la population mondiale,

au même titre que les céréales, les produits carnés, les produits laitiers et les poissons. Ce qui, à l'évidence, n'est pas vrai.

En fait, là où ils sont consommés, les insectes le sont souvent comme des « amuse-gueule », parfois de luxe, et seulement très occasionnellement, principalement en milieu rural mais parfois aussi au sein de populations urbaines et aisées (en Thaïlande, pays exportateur d'insectes en sachets, la consommation augmente avec l'accroissement du niveau de vie). Ils sont vendus sur les marchés au prix moyen de 4 à 5 €/le kilo.

Au Mexique, ce sont des jeunes sauterelles qui sont ramassées dans les champs de maïs et de luzerne et qui sont vendues grillées et en poudre sous le nom de chapulines. Des restaurants proposent également sous le nom de caviar

1. Un budget de 3 millions d'euros a été débloqué fin 2011 pour financer ces études. On (re)lira sur cette question « Les insectes ; une ressource alimentaire d'avenir ? par Véronique Bizé. *Insectes* n° 106, 1997(3), en ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i106bize.pdf



Sphenarium sp., ingrédient essentiel des chapulines du Mexique - Cliché Hector Mialma, Bugwood.org, CC 3.0

Les chapulines sont des mets appréciés des Mexicains. On les trouve dans certaines régions du Mexique, les habitants de l'État et de la ville d'Oaxaca en étant les plus friands. Elles sont disponibles sous plusieurs tailles sur les étals des marchés et sont mangées entières comme snacks ou sous forme de fourrage dans des tortillas. Ce sont des criquets du genre *Sphenarium* (Orth. Pyrgomorphidés) qui, collectés à certaines périodes de l'année, sont soigneusement nettoyés avant d'être frits avec du piment, de l'ail et du jus de citron. Il est indispensable de bien les cuire avant consommation car, comme beaucoup d'autres criquets, elles sont porteuses de nématodes dangereux pour l'homme.



Préparation culinaire à base de vers mopane - Cliché Comquat, CC Share-alike 3.0. - Ci-dessous, conditionnement de vers mopane déshydratés.



Chrysalides de ver à soie frites - Cliché Kok Leng Yeo, CC 2.0 générique

grillons) naturels et déshydratés, à croquer à l'apéritif, au prix de 12 €!

Néanmoins, consommés à l'état adulte ou plus souvent larvaire, notamment à l'état de chenilles (des larves de papillons), les insectes contribuent à la diète quotidienne, du moins à certaines périodes de l'année, de villageois vivant en zones forestières. Ils sont mangés bouillis, grillés, frits ou en farine. Ce sont des ingrédients entrant dans la préparation de plats traditionnels.

Les plus connus de ces entomophages sont des peuples du Botswana, du Zimbabwe et de Namibie qui collectent les « vers mopane », chenilles d'*Imbrasia belina* (Lép. Saturniidé), dont les feuilles du mopane (un arbre de l'Afrique australe) sont la principale nourriture. Les femmes marchent de longues heures en forêt pour les ramasser. Une fois grillées ou séchées, leur vente est une source de revenu non négligeable pour ces populations :



Récolte de « vers mopane » sur un timbre du Botswana (1985)

mexicain des œufs de plusieurs espèces d'insectes aquatiques (des Hémiptères). Au Vietnam, les vers à soie, frits dans l'huile, agrémentés d'oignons, assaisonnés avec une sauce de poisson, sont proposés sous le nom de Nhông comme un mets raffiné. Au Japon, la sauterelle *Oxya velox* (Orth. Acrididé), un ravageur du riz, est un mets de luxe une fois bouillie dans une sauce de soja. Dans d'autres pays asiatiques, des fritures de criquets sont ajoutées à des salades. En Europe², les cibles visées sont des « bobos » fortunés : une société française vend en sachet 160 vers de farines (ou 50

La récolte des chenilles et des larves

En Afrique centrale, les chenilles sont ramassées sur le sol, les troncs, les branches et les feuilles. Ce sont principalement les femmes et les enfants qui sont chargés de cette activité. La récolte est rendue plus facile lorsque les chenilles descendent des troncs à leur maturité. Dans le cas des espèces formant des processions, des cuvettes sont fixées sur les troncs et se remplissent en cinq ou six jours.

Afin de faire tomber les chenilles des parties hautes des arbres de taille moyenne, les récolteurs donnent parfois des coups de marteau contre les troncs. Une longue tige en bambou est aussi utilisée pour atteindre le sommet des grands arbres et faire tomber les chenilles. Une autre technique de récolte est de couper des branches entières ou d'abattre les arbres hôtes des chenilles. Quant aux Pygmées, ils préfèrent grimper dans les arbres. Dans le cas de larves qui se sont développées dans les palmiers, le tronc est coupé et fendu en deux. FAO, 2004.

2. À (re)lire : On en mangeait, parfois..., par Alain Fraval. *Insectes* n° 154, 2009(3). En ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i154fraval1.pdf

9,5 milliards de larves seraient collectées chaque année dans les 20 000 km² de forêts de mopane d'Afrique du Sud (soit 5 000/ha !) pour une valeur estimée à 64 millions d'euros (FAO, 2012). La récolte est si intensive qu'elle ferait peser une menace sur la survie de l'espèce. En Ouganda, les termites sont une source appréciée de nourriture. Au Cameroun, les chenilles frites sont mangées avec du manioc assaisonné avec une sauce tomate et de la pistache. Les larves sont également grignotées comme en-cas.

En Asie du Sud-est, les larves et les nymphes de fourmis tisserandes sont un plat très populaire³. Au Laos, les villageois ramassent des insectes pour leur propre consommation ou pour les vendre sur les marchés. À Vientiane, la capitale du Laos (pays dont 95% des habitants mangent des insectes), les éleveurs de criquets les livrent à de petits grossistes qui les vendent sur les marchés ou à des restaurants après les avoir immergés une minute dans l'eau bouillante, empaquetés et parfois conservés au froid. Ces criquets sont servis frites avec des épices, avec du riz ou comme snacks. Ce sont les libellules, notamment, qui sont consommées à Bali⁴. Au Japon, en milieu rural, des insectes grillés accompagnent



Plats d'insectes à Vientiane, Laos © FAO RDP lao/2010

parfois la consommation d'alcool. En Colombie et au Venezuela, les Yupka préfèrent les insectes à la viande fraîche, comme c'est également le cas des Pedi, peuple du nord du Transvaal (Afrique du Sud) : ces derniers, dont la nourriture est surtout végétarienne et pour qui les bovins représentent la richesse familiale, mangent des chenilles, des coléoptères, des fourmis et des termites de préférence à la viande. Au Mexique, les fourmis, les abeilles et les guêpes entrent d'une manière non négligeable dans l'alimentation de certaines communautés rurales de l'état d'Oaxaca.

Quant aux Aborigènes d'Australie, ils mangent des criquets, des sauterelles, des chenilles (*bogong*)⁵, des cochenilles gallicoles (*Apiomorpha*)...

Ainsi, chez les populations les plus pauvres, des insectes sont consommés pour compléter la diète quotidienne ou comme produit de substitution durant les pénuries alimentaires : la majorité des familles

Recette de chenilles

Les grosses chenilles (6 à 7 cm de longueur et environ 1 cm de diamètre des Saturniides (des papillons de grande taille) subissent une vidange de l'intestin. Elles sont tenues entre les doigts d'une main tandis que de l'autre main la tête de la chenille est poussée énergiquement dans le corps de sorte que le contenu intestinal est poussé vers l'anus. Les chenilles sont ensuite rincées à l'eau. Celles qui sont pourvues de poils sont passées au feu ou sur une tôle chauffée afin de griller ces derniers.

D'autres chenilles, qui appartiennent le plus fréquemment à la famille des Notodontidés en général, sont plongées dans l'eau bouillante, ce qui permet d'extraire et d'éliminer le contenu de l'intestin : elles sont alors rincées abondamment à l'eau claire. Par la suite, les chenilles sont soit rôties sur une tôle chauffée, soit cuites à l'eau bouillante, soit encore frites à l'huile. Cette seconde étape s'accompagne d'addition de sel et éventuellement de piments rouges.

Recette des populations des environs de Lubumbashi en Afrique équatoriale (F. Malaisse, 1997)

consomme des chenilles car elles sont une source importante de protéines, mais pas toute l'année car leur présence varie avec les saisons (en Afrique centrale, la récolte s'étale sur six mois, de juin à janvier).



Le kroto : couvain de fourmi tisserandes
Cliché Nicolas Césard

3. À (re)lire : Des libellules dans l'assiette, par Nicolas Césard. *Insectes*, n° 140, 2006(1). En ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i140cesard.pdf

4. À (re)lire l'Épingle « Trafic d'arsenic » à www.inra.fr/opie-insectes/epingle02.htm#arsen

5. À (re)lire : À la recherche du kroto : la collecte commerciale des fourmis tisserandes en Indonésie, par Nicolas Césard. *Insectes* n° 132, 2004(1). En ligne à www.inra.fr/opie-insectes/pdf/i132cesard.pdf

Ordre (espèces)	Protéines	Lipides	Minéraux	Glucides de structure	Glucides (autres)	Kcal/100 g MS
Orthoptères	61-77	4-17	2-17	9-12	4-21	360-430
Coléoptères	21-54	18-52	1-7	6-23	1-19	410-580
Lépidoptères	15-60	7-77	3-8	2-29	1-29	290-760
Hyménoptères	1-81	4-62	0-6	1-6	8-93	420-650

Tableau 1. Composition chimique des insectes (% de matière sèche) (FAO, 2010)



Ci-dessus, deux publications de la FAO consacrées à l'entomophagie : *Edible forest insects : humans bite back* (2010) et *Edible insects - Future prospects for food and feed security* (2013). Ces ouvrages et d'autres documents sont en ligne à : www.fao.org/forestry/edibleinsects/fr/

■ VALEUR NUTRITIONNELLE DES INSECTES

Telle qu'elle ressort de leurs compositions (il ne semble pas que des tests biologiques aient été réalisés), elle est mal connue : les études sont nombreuses mais pas toujours fiables, les résultats varient entre les espèces et au sein d'une même espèce, selon les conditions d'alimentation et les stades de développement (larves ou adultes).

Il ressort des données disponibles, peu nombreuses, synthétisées dans le tableau 1, que les teneurs en protéines et en lipides de 78 espèces comestibles représentant 23 familles, sont très variables et respectivement comprises entre 15 et 81% et 4 et 77% de la matière sèche.

Une « portion » d'insecte de 50 g est bien loin d'assurer les besoins journaliers en protéines (tableau 2).

Des études concordantes montrent que ces besoins qui ne sont satisfaits qu'à hauteur de 10 à 15% et ceux en calories à hauteur de 5 à 10%. Au Zaïre par exemple, la consommation de chenilles satisfait 10% des apports en protéines animales (la consommation de poulet en apporte cinq fois moins, celle de poisson cinq fois plus). Il en est de même chez les Indiens Tukanoan en Colombie. Néanmoins, 100 g d'insectes cuits fourniraient plus

Protéines	63,5 ± 9,0 % MS
Graisses	15,7 ± 6,3 % MS
Valeur énergétique	457 ± 32 kcal/100 g MS

Tableau 3. Valeur nutritionnelle des chenilles, exprimée en matière sèche : résultats des analyses de 24 espèces de chenilles (Malaisse, 2004)

Cette consommation, significative, demeure toutefois limitée : F. Malaisse (1997) cite comme remarquable une prise journalière de 40 g chez des populations des environs de Brazzaville, ce qui est bien loin de satisfaire leurs besoins alimentaires.

Apport	Besoins journaliers	Termites	Chenilles (Saturniidés)	Charançon du palmier
Énergie	2 850 Kcal	10	7	10
Protéines	40g	19	13	9

Tableau 2. Apport en énergie et en protéines d'une ration (50 g) d'insectes : valeurs exprimées en % des besoins journaliers (DeFoliart, 1989)



Élevage de Ver de farine *Tenebrio molitor* - Cliché H. Guyot-Opie

que les apports nécessaires en vitamines et minéraux tandis que la consommation quotidienne de 50 g de chenilles séchées répondrait aux besoins humains en riboflavine et acide pantothénique.

Arnold van Huis, entomologiste de l'université de Wageningen (Pays-Bas), brillant avocat d'une alimentation alternative, saine, nutritive et écologique à base d'insectes, observe que « 100 grammes de chenilles apportent les besoins quotidiens d'un adulte en protéines ». Ces besoins journaliers étant d'environ 0,9 g/kg de poids d'un adulte, il faut bien sûr comprendre 100 g de matière sèche (c'est-à-dire sans tenir compte de l'eau présente dans les chenilles), soit 500 g de chenilles fraîches (tableau 3).

Si maintenant on compare l'apport nutritionnel des chenilles à celles d'autres aliments riches en protéi-

	Protéines	Lipides	Glucides	Eau	Kcal
Chenilles fraîches	12	3	3	80	90
Œuf cru	12	10	traces	75	145
Blanc de poulet cuit	20	2	traces	70	120
Bavette de bœuf crue	18	3	traces	75	100
Lieu noir cru	18	1	traces	80	82
Lait entier pasteurisé	3	4	4	88	63

Tableau 4. Comparaison des valeurs nutritionnelles des chenilles avec celles d'autres aliments riches en protéines (g pour 100 g de produit frais)

	Protéines	Lipides	Glucides	Kcal
Chenille fraîche	60	15	15	450
Œuf cru	48	40	traces	580
Blanc de poulet cuit	67	7	traces	400
Bavette de bœuf crue	72	12	traces	400
Lieu noir cru	90	5	traces	410
Lait entier pasteurisé	25	33	33	525

Tableau 5. Comparaison des valeurs nutritionnelles des chenilles avec celles d'autres aliments riches en protéines (g pour 100 g de produit sec)

nes, on observe que la consommation de 100 g de chenilles fraîches apporte à l'organisme une quantité de protéines supérieure à celle d'une quantité équivalente de lait, comparable à celle des œufs et inférieure à celle des viandes de poulet ou de bœuf et du poisson (tableau 4). Lorsque ces comparaisons sont faites en matière sèche, l'apport en protéines des chenilles place ces dernières en position médiane, devant le lait et les œufs mais derrière la viande et le poisson (tableau 5).

Il faut également s'intéresser à la « qualité » des protéines de chenilles. L'analyse de leur composition en acides aminés indispensables montre qu'elles sont de bonne qualité, certes inférieure à celle des œufs, mais comparables à celle de la viande et donc supérieures à celle des céréales : cette situation intermédiaire s'explique par leur richesse en lysine et thréonine et leur insuffisance en acides aminés soufrés (méthionine et cystéine).

La richesse en lipides (en particulier d'acides gras non saturés), en éléments minéraux (fer et zinc principalement, mais aussi calcium et magnésium) et en vitamines (vitamine A, thiamine/B1, riboflavine/



Chez les fourmis pot-de-miel, certains individus accumulent le miellat de puceron, servant ainsi de réservoir de nourriture pour la colonie. Elles sont recherchées et consommées notamment au Mexique ou en Australie par les Aborigènes
Cliché Greg Hume, CC-BY-2.5

B2, pyridoxine/B6, acide pantothénique, niacine) des chenilles est un autre atout qui plaide aussi en faveur de leur bonne qualité nutritionnelle. Mais encore faudra-t-il s'assurer de

la biodisponibilité de ces micronutriments, notamment du fer. Envers du décor, les risques sanitaires liés à la consommation d'insectes ne doivent pas être sous-estimés. On sait que certains d'entre eux secrètent des substances toxiques provenant de plantes dont ils se nourrissent ou qu'ils produisent eux-mêmes (Duffey, 1980). D'autres sont porteurs sains de virus et autres parasites dangereux pour l'homme, comme des nématodes. Quant aux microorganismes de leur intestin, leur éventuel pouvoir pathogène est encore mal connu. Les insectes peuvent également provoquer des allergies. C'est dire qu'une attention toute particulière doit être apportée à la qualité sanitaire des aliments à base d'insecte. On notera enfin qu'en raison de leur tégument, les insectes adultes contiennent 10 à 15% de chitine indigestible (un polysaccharide aminé de poids moléculaire élevé, assez proche de la cellulose en raison de la manière dont les oses constitutifs sont liés entre eux), davantage que les larves. Il faudrait donc les « décortiquer » avant d'en manger de grandes quantités : les imagos ne sont pas de bons candidats pour nourrir les hommes de demain. Si ce n'est comme géniteurs de chenilles (de papillons), de vers blancs (de Coléoptères) ou d'asticots (de mouches) qui pourraient être produits dans des « élevages industriels », comme nous l'examinerons dans la seconde partie de cet article, à paraître. ■

À suivre...

L'auteur

Pierre Feillet est membre de l'Académie des technologies et de l'Académie d'agriculture.

Son dernier ouvrage : *Nos aliments sont-ils dangereux ? 60 clés pour comprendre l'alimentation*. Éditions QUAE, 2012.
pierre.feillet@wanadoo.fr