

Mercredi 11 mars 2015
Séance de l'Académie d'agriculture de France

Les insectes comme nouvelles sources de protéines animales

Organisateur

Charles Descoins
Académie d'agriculture

Conférenciers

Charles Descoins
Académie d'agriculture

Samir Mezdour
AgroParisTech

Cédric Auriol
Micronutris

Dominique Parent Massin
Université de Brest, Académie d'agriculture

Frédéric Marion-Poll
AgroParisTech

**La séance se tiendra le mercredi 11 mars 2015, de 15h00 à 17h30, à l'Académie d'agriculture de France
18, rue de Bellechasse - 75007 Paris (accès gratuit)**

Contact

Corinne Migné
Académie d'agriculture
Tél. : 01 47 05 10 37
corinne.migne@academie-agriculture.fr
<http://www.academie-agriculture.fr>

Les insectes comme nouvelles sources de protéines animales



Considérée comme une exception dans la culture Européenne, la consommation d'insectes se révèle être la règle dans de nombreuses régions du monde, principalement en Asie du Sud-Est et en Afrique. En effet, la viande n'étant pas encore suffisamment disponible, principalement dans les pays en développement, la consommation d'insectes s'est imposée naturellement comme une alternative efficace. Plusieurs études indiquent que le taux de protéines des insectes comestibles est supérieur à celui des végétaux ainsi qu'à celui des animaux. De fait, les protéines d'insectes pourraient offrir une solution pour nourrir 9 milliard d'individus d'ici 2050 et servir, sous forme de farine, à l'alimentation animale.

La séance permettra de faire le point sur les connaissances scientifiques dans ce domaine ainsi que sur les applications industrielles. Elle permettra d'aborder également les aspects réglementaires liés à la consommation d'insectes ou de protéines isolées d'insectes.

<http://www.mangeons-des-insectes.com/pourquoi-manger-des-insectes>

<http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/>

<http://agriculture.gouv.fr/FAQ-Insectes-pour-la-consommation>

Programme

15h00-15h15 *Introduction*

Charles Descoins, Académie d'agriculture, section des Sciences de la vie

15h15 – 15h45 *Vers une production, transformation et utilisation industrielle des insectes dans l'alimentation animale et humaine*

Said Mezdoor, AgroParisTech

16h15-16h45 *Quelques réalisations industrielles en cours de développement*

Cédric Auriol, Micronutris

15h45-16h15 *Aspects réglementaires et toxicologiques liés à la consommation humaine d'insectes ou de protéines d'insectes en Europe*

Dominique Parent Massin, Université de Brest, Académie d'agriculture, section Alimentation humaine

16h45-17h10 *Discussion générale animée par Charles Descoins*

17h10-17h30 *Conclusion*

Frédéric Marion-Poll, AgroParisTech

Vers une production, transformation et utilisation industrielle des insectes dans l'alimentation animale et humaine

Samir Mezdoor

Laboratoire Ingénierie, procédés, aliments (Genial) - (UMR 1145) INRA/AgroParisTech, Massy

<http://www.universite-paris-saclay.fr/fr/recherche/laboratoire/ingenierie-procedes-aliments-genial>
samir.mezdoor@nullagroparistech.fr



Comment nourrir 9 milliards d'hommes en 2050, dans un contexte de menace de pénurie alimentaire et de préservation de l'environnement? Chercheurs et industriels de l'agroalimentaire commencent à s'intéresser à la valorisation d'insectes comestibles (+ 1900 espèces consommées dans le monde) qui, grâce à leurs qualités nutritionnelles, leur faible impact sur l'environnement pourraient constituer une ressource alimentaire d'avenir. Si ces perspectives soulèvent bien des interrogations, les débouchés qui se dessinent sont d'abord destinés à l'alimentation animale.

Pour produire à l'échelle industrielle de nouveaux produits et ingrédients à base d'insectes, il faudra surmonter un certain nombre d'obstacles (i) techniques (sélection des insectes, leur élevage en grande masse, choix des matières agricoles, leur transformation via des procédés adaptés ...) (ii) économiques (coût de production, prix du produit/kg..) (iii) liés à la durabilité (impact sur l'environnement).

Plusieurs programmes en Europe ont été lancés pour défricher un champ de recherche où beaucoup reste à faire et pour apporter des solutions afin de faire émerger une nouvelle filière insectes. Parmi ces projets, le projet DESIRABLE (Conception d'une bioraffinerie d'insectes pour contribuer à des systèmes agroalimentaires plus durables) se propose de couvrir les problématiques de sous-valorisation de coproduits de biomasse, et de production locale de ressources riches en protéines, par un procédé de bioconversion par les insectes en protéines adaptées à l'alimentation d'animaux. Il intègre une vision globale de la filière, de l'utilisation des déchets organiques jusqu'à la consommation de poissons et volailles. L'aboutissement pourrait être une unité de bioconversion, appelée Ento-raffinerie. Des expériences à l'échelle du laboratoire et du pilote ont été menées pour chacun des composants de la bioraffinerie : l'élevage, la transformation et l'utilisation des produits. Une Analyse du Cycle de Vie (ACV) complète apportera une vision globale du système. Plusieurs voies de procédés d'extraction et de fractionnement des constituants d'insectes ont été explorées et ont permis de préparer plusieurs types de farines. Le projet regroupe des compétences sur un large panel d'expertises scientifiques, tant académiques qu'entrepreneuriales, pour une étude approfondie des composants de la bioraffinerie et de la filière.

Samir MEZDOUR est titulaire d'un doctorat en Génie des Procédés Industriels, obtenu à l'Université de Technologies de Compiègne (UTC). Il a commencé sa carrière dans l'industrie agroalimentaire où il a exercé des fonctions d'ingénieur R&D (Laiteries TRIBALLAT) et d'ingénieur qualité (HERTA). Dans le cadre du programme STRIDE, en faveur de la recherche et l'innovation technologique développement, il a mené des missions de conseil auprès de PME-PMI agroalimentaires du Nord-Pas-de-Calais. Pour la société Ingredia, Samir MEZDOUR a conçu et mis au point un procédé de fractionnement des caséines pour extraire la caséine alpha-s1 bovine en vue de la préparation d'un hydrolysate à activité biologique (peptides anxiolytiques issus de la caséine alpha-s1 bovine, développé sous le nom de Lactium), à l'échelle du pilote jusqu'au stade industriel. Ce projet l'a amené à

séjourner pendant un an au Québec, dans le Centre de Recherche en Sciences et Technologies du Lait (STELA), en tant que chercheur invité.

Samir MEZDOUR a également occupé des fonctions d'enseignant-chercheur à l'Institut Supérieur d'Agriculture de Lille (ISA), chargé de recherche à la Faculté Agronomique de Gembloux et Maître de conférence à l'Université de Valenciennes. A AgroParisTech, il mène une activité de recherche au sein de l'UMR 1145 Génial « Ingénierie Procédés Aliments », plus particulièrement dans l'équipe « Structuration des produits par le Procédé » (SP2), autour de trois axes : (1) propriétés interfaciales des biopolymères, (2) effets des traitements thermomécaniques sur la structuration des matériaux alimentaires et (3) extraction et caractérisation des protéines.

Il intervient en tant que coordinateur dans le projet ANR DESIRABLE : "Conception d'une bioraffinerie d'insectes pour contribuer à des systèmes agroalimentaires plus durables" et Work Package leader dans le projet Qualiment "Approche intégrée de la déconstruction de matrices alimentaires modèles liquides, semi-liquides et solides", dans le WP 4 intitulé "Modélisation de la construction et de la déconstruction".

Pour aller plus loin

http://www.agence-nationale-recherche.fr/suivi-bilan/environnement-et-ressources-biologiques/systemes-alimentaires-durables/fiche-projet-alid/?tx_lwmsuivibilan_pi2%5BCODE%5D=ANR-12-ALID-0001

<http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/en/>

Makkar HPS, Tran G, Henze V et al. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology* **197**, 1-33

Rumpold BA, Schlüter OK. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects-. *Molecular Nutrition & Food Research* **57**, 802-823

Belluco S, Losasso C, Maggioletti M et al. 2013. Edible insects in a food safety and nutritional perspective: a critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **12**, 296-313

Raubenheimer D, Rothman JM. 2013. Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. *Annual Review of Entomology* **58**, 141-160

van Huis A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology* **58**, 563-583

Bukkens SGF. 2005. Insects in the human diet. In *Ecological Implications of Minilivestock: Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails*, ed. MG Paoletti, pp. 545–77. Enfield, NH: Science Publ.

Quelques réalisations industrielles en cours de développement

Cédric Auriol

Micronutris

<http://www.micronutris.com>

cedric@eap-group.com



Les insectes en tant qu'aliment sont encore peu connus en Europe. Les insectes comestibles disposent pourtant de nombreuses qualités sur le plan nutritionnel et environnemental. Cette présentation a pour objectif de faire découvrir les insectes comestibles et de les replacer dans un contexte d'alimentation durable. Au travers du projet Micronutris nous pourrions découvrir l'émergence d'une nouvelle activité de production agricole et de transformation agroalimentaire.

Cédric Auriol, né le 2 juillet 1982, est le fondateur et gérant de Micronutris, société qui produit et commercialise des insectes comestibles et des produits alimentaires innovants à base d'insectes. Diplômé de l'Ecole supérieure de Commerce (ESC) de Toulouse, il dirige déjà depuis 2007 sa société d'import-export EAP Group. Alors que la FAO et l'Union européenne ont décidé d'investir dans la recherche et la promotion de l'entomophagie en tant que réponse possible aux problématiques de l'alimentation du futur, ce jeune entrepreneur fait le pari d'amener ses concitoyens à introduire les insectes dans leur alimentation. Il crée la société Micronutris en 2011 et met au point, avec un docteur en biologie et un ingénieur agronome, un système de production d'insectes pour l'alimentation humaine garantissant une sécurité sanitaire stricte. Le site de production de Micronutris est installé en mai 2012 à Saint-Orens, près de Toulouse. Des grillons et des vers de farine y sont élevés en vue de leur commercialisation sur Internet, sous leur forme « originale » ou dans des produits transformés tels que des chocolats ou des barres de céréales. Récompensé en février 2013 par le Prix coup de cœur Inn'Ovations, Micronutris a pour objectif de faire passer sa production à 15 tonnes d'insectes par an.

Pour en savoir plus

<http://www.mangeons-des-insectes.com>

<http://www.franceinfo.fr/emission/ils-ont-fait-l-actu/2014-2015/que-devient-micronutris-la-premiere-entreprise-en-france-elever-des-insectes-usage>

<http://www.lefigaro.fr/societes/2014/04/22/20005-20140422ARTFIG00074-micronutris-leve-15million-d-euros-pour-elever-des-insectes.php>

<http://www.lefigaro.fr/actualite-france/2013/05/17/01016-20130517ARTFIG00326-micronutris-veut-nous-faire-manger-des-insectes.php>

Raubenheimer D, Rothman JM. 2013. Nutritional ecology of entomophagy in humans and other primates. *Annual Review of Entomology* **58**, 141-160

van Huis A. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology* **58**, 563-583

Aspects réglementaires et toxicologiques liés à la consommation humaine d'insectes ou de protéines d'insectes en Europe

Dominique Parent-Massin

Laboratoire de Toxicologie Alimentaire et Cellulaire - EA3880 – Université de Brest
Académie d'agriculture de France, section Alimentation humaine

<http://www-tmp.univ-brest.fr/ltac/Accueil>

<http://www.academie-agriculture.fr/membres/868>

Dominique.Parent-Massin@univ-brest.fr



La consommation humaine d'insectes est une pratique traditionnelle dans certaines régions d'Asie, Afrique ou Amérique Latine. Plus de mille espèces d'insectes sont consommées. La FAO a initié en 2008 des travaux pour promouvoir la consommation d'insectes comme source de protéines, matières grasses et micronutriments.

Le règlement (CE) n° 258/97 prévoit que les aliments ou les ingrédients alimentaires pour lesquels la consommation humaine est restée à un niveau négligeable dans l'Union Européenne avant le 15 mai 1997 sont des nouveaux aliments ou nouveaux ingrédients alimentaires («novel foods, novel food ingredients»). En vertu de ce règlement, tous les nouveaux aliments ou ingrédients alimentaires doivent avoir fait l'objet d'une évaluation des risques et recevoir une autorisation de la Commission européenne avant de pouvoir être mis légalement sur le marché communautaire. Cette autorisation se rapporte aux conditions d'utilisation, à la dénomination du nouvel aliment ou ingrédient alimentaire et aux prescriptions spécifiques en matière d'étiquetage. Ainsi, la mise sur le marché d'insectes pour la consommation humaine est subordonnée soit au dépôt d'une demande d'autorisation et à la démonstration de l'innocuité pour le consommateur (au titre du règlement sur les nouveaux aliments) ; soit à la démonstration d'une consommation significative de la denrée avant 1997 dans l'UE (dans ce cas, on sort du champ d'application du règlement sur les nouveaux aliments et la denrée peut être mise sur le marché sans plus de formalités, l'historique de consommation valant démonstration de la sécurité).

Comme la consommation d'insectes entiers ou de protéines d'insectes n'est pas à ce jour considérée comme traditionnelle en Europe avant le 15 mai 1997, il appartient alors aux industriels de démontrer l'innocuité des produits qu'ils veulent mettre sur le marché. Pour cela, ils doivent soit faire état de données bibliographiques prouvant l'absence d'effet toxique aux doses potentiellement consommées, soit diligenter des études toxicologiques pour abonder dans ce sens. Au minimum, il sera demandé des études de génotoxicité *in vitro* (test d'Ames et test du micronoyau) et une étude de toxicité subchronique sur rongeurs qui seront nourris pendant 90 jours avec les produits concernés. Ces études devront être réalisées suivant les protocoles OCDE, et au moins trois doses devront être testées. Si ce type d'étude est facilement envisageable pour les protéines (Zhou et al, 2006), leur conception pour des insectes entiers reste un casse-tête pour les toxicologues (Han et al, 2014).

Les publications sur les risques toxicologiques induits par la consommation d'insectes ou de protéines d'insectes sont peu nombreuses (Van der Spiegel et al, 2013, Rumpold et Schlüter, 2013). On évoque la présence de toxines, de substances anti-nutritionnelles, de métaux lourds, de résidus de pesticides, de mycotoxines, et bien entendu le risque allergique. Ces dangers variant avec le type d'un insecte et son origine, cueillette sauvage ou insectes issus d'un élevage.

Plusieurs pays de l'Union Européenne, la Belgique, la Hollande et l'Angleterre ont décidé de s'affranchir de la réglementation Nouveaux Aliments en autorisant la mise sur le marché d'insectes entier à l'aide d'une liste positive. Les autres pays membres ont demandé à l'Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire (EFSA) un avis scientifique sur les risques

potentiels liés à la consommation d'insectes. Le groupe de travail crée à cet effet devrait rendre son avis en juin 2015.

Dominique Parent Massin est professeure de toxicologie alimentaire à l'université de Brest. Ses travaux de recherche ont porté sur l'effet de contaminants alimentaires et de xénobiotiques sur l'hématopoïèse. Avec son équipe de recherche, elle a mis au point des tests de toxicité in vitro sur les progéniteurs hématopoïétiques des globules blancs, des globules rouges, des plaquettes et des cellules dendritiques chez la souris, le rat, le singe, le chien et l'homme. Elle a créé et dirige le Master 2 Pro « Evaluation du risque toxicologique pour le consommateur » à l'université de Brest. Impliquée depuis plus de 20 ans dans l'expertise publique elle a participé à de nombreux comités d'expert français et européens. Elle a présidé le comité Additifs et Auxiliaires Technologiques et Arômes à l'Afssa (Agence française de sécurité sanitaire des aliments) de 2000 à 2006. Depuis 2008, elle est membre du Panel Additives et Nutrient Sources à l'Efsa (Autorité européenne de sécurité des aliments) et fait partie de plusieurs groupes de travail de cette institution.

Quelques références

FAO. 2008. <http://www.fao.org/forestry/65422/fr/>

Han SR, Yun EY, Kim JY, Hwang JS, Jeong EJ, Moon KS. 2014. Evaluation of genotoxicity and 28-day oral dose toxicity on freeze-dried powder of *Tenebrio molitor* larvae (Yellow Mealworm). *Toxicology Research* **30**,121-130

Rumpold BA, Schlüter OK. 2013. Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Molecular Nutrition & Food Research* **57**, 802-823

Van der Spiegel M, Noordam MY, van der Fels-Klerx HJ. 2013. Safety of novel protein sources (insects, microalgae, seaweed, duckweed, and rapeseed) and legislative aspects for their application in food and feed production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* **12**, 662-678

Zhou J, Han D. 2006. Safety evaluation of protein of silkworm (*Antheraea pernyi*) pupae. *Food and Chemical Toxicology* **44**,1123–1130.

Frédéric Marion-Poll

Laboratoire Evolution, Génomes, Comportement, Ecologie
CNRS Université Paris-Sud UMR 9191, IRD UMR 247

<http://www.egce.cnrs-gif.fr>

<http://www.egce.cnrs-gif.fr/?p=772>

frederic.marion-poll@agroparistech.fr



Frédéric Marion-Poll est professeur à AgroParisTech et professeur associé à l'université de Penn State (USA). Ses recherches portent sur la physiologie et l'évolution du système gustatif et olfactif des insectes, et leur rôle dans les interactions plantes-insectes. Il est éditeur académique pour la revue PLoS ONE. Il a publié une cinquantaine d'articles de recherche et contribué à l'édition de plusieurs ouvrages, dont un ouvrage collectif français sur les relations plantes-insectes.

Références

- Wright GA, Mustard, JA, Simcock NK, Ross-Taylor AAR, McNicholas LD, Popescu A, Marion-Poll F. 2010.** Parallel reinforcement pathways for conditioned food aversions in the honeybee. *Current Biology* **20**, 2234-2240
- Ozaki K, Ryuda M, Yamada A, Utoguchi A, Ishimoto H, Calas D, Marion-Poll F, Tanimura T, Yoshikawa H. 2011.** A gustatory receptor involved in host plant recognition for oviposition of a swallowtail butterfly. *Nature Communications* **2**, 542
- Poivet E, Rharrabe K, Monsempes C, Glaser N, Rochat D, Renou M, Marion-Poll F, Jacquin-Joly E. 2012.** The use of the sex pheromone as an evolutionary solution to food source selection in caterpillars. *Nature Communications* **3**, 1047
- Marion-Poll F, Sauvion N, Calatayud PA, Thiéry D (éds). 2013.** Interactions insectes-plantes. Editions Quae & IRD, ISBN-10: 2759220184
- Rharrabe K, Jacquin-Joly E, Marion-Poll F. 2014.** Electrophysiological and behavioral responses of *Spodoptera littoralis* caterpillars to attractive and repellent plant volatiles. *Frontiers in Ecology and Evolution* **2**, 00005.