

Colloque Adebiotech

Insectinov 2

Production d'insectes

Alimentation

Applications

Nouvelles filières industrielles

10, 11 et 12 octobre 2017

Biocitech, Cité des entreprises de santé et de biotechnologies, Romainville

Table des matières

Programme détaillé	6
---------------------------------	----------

Résumés des Conférences	11
--------------------------------------	-----------

PAUL VANTOMME - FAO.....	11
PHILIPPE LE GALL - IRD ET FRÉDÉRIC MARION-POLL - AGROPARISTECH.....	11
LONGYU ZHENG - STATE KEY LABORATORY OF AGRICULTURAL MICROBIOLOGY, HUAZHONG AGRICULTURAL UNIV. CHINA.....	12
FOGOH JOHN MUAFOR - LIVING FOREST TRUST.....	13
VALÉRY BONNET - DELTA NEU.....	14
FRANCK LAUNAY - IPSB.....	14
ANNE DEGUERRY - ENTOFOOD.....	15
JÉRÔME COSTIL - MUTATEC.....	15
DAMIEN MOREL - APPI.....	16
JØRGEN EILENBERG - UNIVERSITY OF COPENHAGEN.....	16
CHRISTINA NIELSEN-LEROUX - INRA.....	17
ANNE-NATHALIE VOLKOFF - DGIMI ET MYLÈNE OGLIASTRO - INRA.....	17
CLAIRE BEAUVAIS - VÉTÉRINAIRE APICOLE.....	18
CHRISTOPHE TRESPUECH - MUTATEC.....	19
JEAN-PHILIPPE DESLYS - CEA.....	19
JUSTINE COURTOIS - ASBL CRIG.....	19
SAMIR MEZDOUR - AGROPARISTECH.....	20
GRÉGORY LOUIS - ENTOMO FARM.....	20
GUILLAUME GRAS - INNOVAFEED.....	21
CHRISTINE BUREL - INRA ET MICHEL LESSIRE - INRA.....	21
NICOLAS CÉSARD - MNHN ET ESTHER KATZ - IRD-PALOC PARIS.....	22
CHARLOTTE FLORET - AGROPARISTECH-JIMINI'S.....	22
MAYLIS RADONDE - MICRONUTRIS.....	23
PATRICIA LE CADRE - CÉRÉOPA.....	23
PHILIPPE SCHMIDELY - AGROPARISTECH.....	25
MARC BARDINAL - ADEME.....	25
LARS-HENRIK HECKMANN - DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE.....	26
CATHERINE MACOMBE - IRSTEA ET JOËL AUBIN - INRA.....	27
LEEN BASTIAENS ET MAARTEN UYTTEBROEK - VITO.....	28
FLORIAN NOCK - JIMINI'S.....	28
SYLVAIN PORET - INRA.....	29

Résumés des posters.....	31
---------------------------------	-----------

MARC KENIS - CABI.....	31
PHILIPPE LE GALL - UMR EGCE IRD.....	32
PASCAL SAINT-VAL - GREEN TECHNOLOGIES.....	32
MICHEL SAUVAIN - INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT.....	33
AGNES REJASSE - INRA-MICALIS.....	34
KEVIN HIDALGO - INRA.....	35
ISABELLE LERICHE - VIRBAC NUTRITION - 252 RUE P. LAMOUR - 30600 VAUVERT - FRANCE.....	36
EVELIEN DONKERS - JIMINI'S.....	36
ZULKERNIAN AKHTER - NORWEGIAN UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES, NORWAY.....	37
CAMILLE LOUPIAC - AGROSUP DIJON, EQUIPE PCAV, UMR PAM.....	38
SAMIR MEZDOUR - AGROPARISTECH.....	38

CHARLOTTE FLORET - JIMINI'S ET AGROPARISTECH INRA UMR 1145 GENIAL	39
ALINE MARIEN - WALLOON AGRICULTURAL RESEARCH CENTER (CRA-W), UNIT AUTHENTICATION AND TRACEABILITY.....	40
SAMIR MEZDOUR – AGROPARISTECH, HOUCINE MHEMDI ¹ , CHRISTIANE AZAGOH ² , EUGÈNE VOROBIEV ¹ , SAMIR MEZDOUR ²	40
PHILIPPE LE GALL - UMR EGCE IRD.....	41
Parcours des intervenants et des membres des comités	43
JOËL AUBIN	43
MARC BARDINAL.....	43
LEEN BASTIAENS	43
CLAIRE BEAUVAIS.....	43
VALERY BONNET.....	43
CHRISTINE BUREL.....	44
NICOLAS CÉSARD.....	44
JÉRÔME COSTIL.....	44
JUSTINE COURTOIS.....	44
ANNE DEGUERRY	45
SANDRINE DEREUX	45
JEAN-PHILIPPE DESLYS.....	45
JØRGEN EILENBERG	45
CHARLOTTE FLORET	46
GUILLAUME GRAS.....	46
LARS-HENRIK HECKMANN.....	46
BRIGITTE HEIDEMANN.....	46
ANTOINE HUBERT	46
ESTHER KATZ.....	46
DANIELLE LANDO	47
FRANCK LAUNAY	47
PATRICIA LE CADRE.....	47
PHILIPPE LE GALL	47
MICHEL LESSIRE	47
GRÉGORY LOUIS	48
CATHERINE MACOMBE.....	48
FRÉDÉRIC MARION-POLL.....	48
SAMIR MEZDOUR.....	48
DAMIEN MOREL.....	48
FOGOH-JOHN MUAFOR.....	49
CHRISTINA NIELSEN-LEROUX.....	49
FLORIAN NOCK.....	49
MYLÈNE OGLIASTRO	49
MAELENN POITRENAUD.....	49
SYLVAIN PORET.....	49
MAYLÏS RADONDE	50
PHILIPPE SCHMIDELY.....	50
CLARISSE TOITOT.....	50
CHRISTOPHE TRESPOUCH	50
MAARTEN UYTTEBROEK.....	50
PAUL VANTOMME.....	51
ANNE-NATHALIE VOLKOFF	51
ARIANE VOYATZAKIS.....	51
LONGYU ZHENG	51
EXPOSANTS	53
GOLD Sponsors	55
SILVER Sponsors.....	57
Liste des Participants	67



Préface

ADEBIOTECH est ravie de vous accueillir au colloque

Insectinov 2 - Alimentation - Applications - Nouvelles filières industrielles

AdebioTech et AgroParisTech dans une volonté conjointe d'ouverture et d'échanges s'associent pour œuvrer et décloisonner les biotechnologies pour une meilleure synergie d'action. Pour faire suite à Insectinov 2014 « Insectes : une filière d'avenir pour les biotechnologies », Insectinov2 est l'occasion de présenter les avancées en recherche les plus récentes et de regrouper les initiatives diverses en une stratégie de développement commune. Il est frappant de voir l'explosion de recherche et des développements industriels dans cette filière depuis ce premier évènement en 2014.

La présence aujourd'hui de tous les experts déjà impliqués dans les recherches et le développement industriel pour des applications en alimentation animale et humaine permet d'apporter des réponses à travers des exposés, des tables rondes et des ateliers.

Nous adressons nos remerciements à tous ceux qui ont participé à l'élaboration et à la réalisation du programme, Membres des Comités d'Organisation et Scientifique, conférenciers, modérateurs et l'équipe AdebioTech.

Nous remercions les sponsors, Entomo Farm, APPI, Ynsect, Mutatec, Genopole et Jimini's ainsi que l'ensemble des partenaires publics du projet ANR DESIRABLE (AgroParisTech, INRA, CEA, CNRS, IRSTEA) et les pôles de compétitivité (Aquimer, IAR, Valorial et vitagora) pour leur soutien très précieux.

Merci enfin Biocitech, le Département de la Seine-Saint-Denis et Sup'Biotech pour leur aide permanente.

Que ce colloque soit l'occasion de débats et d'échanges fructueux entre les acteurs de cette nouvelle filière et enfin qu'ils permettent de construire des collaborations entre la recherche et l'industrie.

Samir Mezdour, AgroParisTech

Clarisse Toitot, Responsable Scientifique, AdebioTech

Programme détaillé

Tuesday, October 10th 2017

9:00 *Opening coffee*

9:25 **Welcome address, Manuel GEA, Adebitech ; Samir MEZDOUR, AgroParisTech**

9:30 **Keynote address**

Paul VANTOMME, Senior Forestry Officer, FAO

Opportunities and Constraints of Farming Insects for Food: a global overview

10:15 – 3:10 SESSION 1 – Insect rearing from research to industrial production

Coordinators: Philippe LE GALL, IRD et Frédéric MARION-POLL, AgroParisTech

10:15 **Philippe LE GALL, IRD et Frédéric MARION-POLL, AgroParisTech**

Domesticating insects? How, why do it?

10:45-11:15 *Coffee break / Posters on display / Exhibition*

11:15 **Longyu ZHENG, State Key Laboratory of Agricultural Microbiology, Huazhong Agricultural Univ. China**

Insect mass breeding and biorefinery technology to produce protein and by-products

11:45 **Fogoh John MUAFOR, Living Forest Trust, Cameroon et Mélanie RAMNUTH, Experts-Solidaires**

Insect production chain in Cameroon and setting-up cricket rearing in Benin

12:15 **Valéry BONNET, Delta Neu**

Ventilation and heat-elimination system for insect rearing

12:35 **Franck LAUNAY, IPSB**

The constraints of the scale up of insect production

12:55 **Anne DEGUERRY, Entofood**

From research to industrial insect production: Difficulties and Challenges of moving to scale

1:15-2:30 *Buffet / Posters on display / Exhibition*

2:30 **Jérôme COSTIL, Mutatec**

Which types of biomass can be valorised by ento-conversion? Stockpiles, regulatory, technical and economic constraints

2:50 **Damien MOREL, APPI**

Different production systems for insect rearing

3:10-6:00 SESSION 2 – Insect health and health safety

Coordinator: Christina NIELSEN-LEROUX, INRA

A) Insect health

3:10 **Jørgen EILENBERG, University of Copenhagen**

Natural enemies of insect production systems: where are risks and how can we address the risks?

- 3:30 **Christina NIELSEN-LEROUX**, INRA
Role of food and microbiota on insect health
- 3:50 **Anne-Nathalie VOLKOFF**, DGIMI and **Mylène OGLIASTRO**, INRA
Metagenomics: a tool to develop the health diagnosis of insect breeding
- 4:10 **Claire BEAUVAIS**, Bee-keeping Veterinarian
Biosafety applied to insect rearing for human and animal food
- 4:30-5:00 *Coffee break / Posters on display / Exhibition*
- B) Health safety
- 5:00 **Christophe TRESPEUCH**, Mutatec
Insects, a safe and healthy raw material for animal feed: example of the CertiFLY project
- 5:20 **Jean-Philippe DESLYS**, CEA
Ensuring health safety for organic wastes fed to insects and for end-products
- 5:40 **Justine COURTOIS**, ASBL CRIG
Entomophagy: what about allergies ?
- 6:00 **Photo-op with posters**
- 6:00 **Pascal SAINT-VAL**, Green Technologies
QUALISTA® cereal products: an innovative solution for the safety of insect breeding
- 6:05 **Michel SAUVAIN**, Institut de Recherche pour le Développement
*Isolation of microorganisms with antimicrobial activity from the digestive tract of *Hermetia illucens* larvae*
- 6:10 **Kevin HIDALGO**, INRA
Evaluation and control of chemical risk for the valorisation of insects in animal feed
- 6:15 **Isabelle LERICHE**, VIRBAC NUTRITION
Assessment of the palatability and digestive tolerance in dogs of a new diet based on insect as the protein source
- 6:20 **Camille LOUPIAC**, AgroSup Dijon, Equipe PCAV, UMR PAM
*Structural studies on soluble insect proteins extracted from *Tenebrio Molitor* larvae*
- 6:25 **Samir MEZDOUR**, AgroParisTech
Insect biorefinery - Insects as animal feed- PROJECT DESIRABLE
- 6:30 **Photo-op with stands**
- Flottweg France
- Haarslev Industries
- HF Group
- Micronutris
- Monts
- Appi
- AgroParisTech
- 7:00 *Cocktail / Posters on display / Exhibition*

Wednesday, October 11th 2017

8:30 *Opening coffee*

9:00-12:00 SESSION 3 – Prospects in human and animal food

Coordinator: Samir MEZDOUR, AgroParisTech

- 9:00 **Samir MEZDOUR**, AgroParisTech
Transformation processes of insect larvae for ingredients preparation
- 9:20 **Grégory LOUIS**, Entomo Farm
Insect-based materials and their markets
- 9:40 **Guillaume GRAS**, InnovaFeed
Worth and relevance of insect proteins for feeding salmonids
- 10:00 **Christine BUREL**, INRA et **Michel LESSIRE**, INRA
Feeding value of insect meals in trout and poultry: digestibility and effect on quality of products
- 10:30 **Nicolas CÉSARD**, MNHN et **Esther KATZ**, IRD-PALOC PARIS
Changes and acceptability in food consumption

11:00-11:20 *Coffee break / Posters on display / Exhibition*

- 11:20 **Charlotte FLORET**, AgroParisTech-JIMINI'S
Texturization of insect proteins and explanation for choosing the insteak
- 11:40 **Maylis RADONDE**, Micronutris
Quality system for the edible insect industry

12:00-4:00 SESSION 4 – Environmental, economic and societal approach in order to assess the relevance of each sector

Coordinators: Philippe SCHMIDELY, AgroParisTech et Sandrine DEREUX, Pôle de compétitivité IAR

- 12:00 **Patricia LE CADRE**, Céréopa
Protein autonomy of livestock farms: sustainability first
- 12:30 **Philippe SCHMIDELY**, AgroParisTech
Economic approach to the valorization of insect meal in animal feed
- 12:40-2:00 *Buffet / Posters on display / Exhibition*
- 2:00 **Marc BARDINAL**, ADEME
Insects: from production to consumption, an assessment of the industry
- 2:20 **Lars-Henrik HECKMANN**, Danish Technological Institute
inVALUABLE: Insect Value Chain in a Circular Bioeconomy
- 2:40 **Catherine MACOMBE**, IRSTEA et **Joëlle AUBIN**, INRA
Valorisation scenarios for insect rearing designed in the DESIRABLE project
- 3:10 **Leen BASTIAENS** and **Maarten UYTTEBROEK**, VITO
Direct and indirect biorefinery technologies for conversion of organic side-streams into multiple marketable products – BBI-InDIRECT project
- 3:30 **Florian NOCK**, JIMINI'S
The insect in all its forms; a marketing and didactic approach of new protein sources
- 3:50 **Sylvaine PORET**, INRA
Consumers' acceptability of insect meal in animal feed

4:10-4:30 *Coffee break / Posters on display / Exhibition*

4:30-5:40 Round table – Regulatory challenges for the industry: valorisation, the use of by-products for a circular economy

Coordinators: Maelenn POITRENAUD, Veolia et Jean-Philippe DESLYS, CEA

Brigitte HEIDEMANN, DGAL

Antoine HUBERT, IPIFF

Philippe LE GALL, IRD

Frédéric MARION-POLL, AgroParisTech

Philippe SCHMIDELY, AgroParisTech

Ariane VOYATZAKIS, BPI France

5:40 Closing conference

6:00 Conclusions

Samir MEZDOUR, AgroParisTech

Thursday, October 12th 2017

9:00-1:00 Workshops

CycleFarms

How to set up and start off one's own black soldier fly farm?

- Hermetia's reproduction / Breeding larvae / Use and transformation
- Construction and demonstration to learn how to run this farm

JIMINI'S

How to consciously incorporate insects into our nutrition?

- Come and test insects in all their forms and discover how to make oneself familiar with insects in order to make them accepted in our daily food
- Simple and quick cooking workshop

Micronutris

Qualitative study of the development of a new food product

- Presentation of market opportunities and technical constraints with the development of a new insect-based food product
- In this workshop, you will be part of a focus group whose aim will be to realistically determine the next product to be launched by Micronutris

Résumés des Conférences

Opportunities and Constraints of Farming Insects for Food: a global overview

Paul VANTOMME - FAO

Trends towards 2050 predict a steady population increase to 9 billion people. Particularly the demand for animal proteins is exploding. “new” plant and animal species as sources of proteins are being investigated such as: algae (*Spirula*), Moringa, medusae and jelly fish or even laboratory-made artificial meat. However, farming “insects” appear the most promising. Insects are part of the traditional diets already of approximately 2 billion people worldwide. Insects can contribute to food security given their high nutritional value, low emissions of greenhouse gases (GHG), low requirements for land and water, and the high efficiency at which they can convert feed into food. The majority of insects consumed in developing countries today are harvested in nature. In western countries, the disgust factor to consider insects as food, combined currently with their limited availability on the market and a lack of regulations governing insects as food and feed are major barriers for their further expansion. The overall contribution of edible insects to livelihoods is difficult to estimate by lack of reliable statistics. However, the biggest opportunity may well lay in the production of insect biomass as feedstock for animals as it can be combined with the bioprocessing of organic waste. Considering the immense quantities of insect biomass needed to supplement current protein-rich feed ingredients, automated mass rearing facilities that produce stable, reliable and safe products need to be developed. For this to occur significant technological innovations, changes in consumer food preferences, insect-encompassing food and feed legislation, and progress towards more sustainable food production systems are needed.

Domesticate insects? How, why?

Philippe LE GALL - IRD et **Frédéric MARION-POLL** - AgroParisTech

In the face of growing nutritional needs, especially animal proteins, whole insects and / or their derived products represent an attractive solution in ecological terms. It is essential that these food resources can be produced under conditions guaranteeing adequate nutritional and health quality. Currently, the majority of the insects consumed in the world are collected in nature. Developing successful and acceptable farms in terms of environmental and health safety is therefore the priority. Insects have been raised for a very long time, but the only species that can be regarded as completely domesticated remains the silkworm, while honeybee are only partially domesticated.

A number of species are bred in small scale facilities for various uses such as fishing baits or food suppliers for New Pets. In Europe, two species, *Hermetia illucens* (the soldier fly) and *Tenebrio molitor* (the flour worm), are grown in various artisanal or industrial projects meant to produce insects as food or feed. In other parts of the world, other species are grown but remain confined to specific biogeographic regions or laboratories.

So far, most species that are raised are species which consume food used by humans, and which are

responsible for many damages to crops or human health. In order to maintain a high degree of respect for the environment and confidence in the breeding of insects, it is essential to breed insect species which are already present in the geographic area so that in the event that insects escape from the production site, they will not affect local agricultural production and will not develop as an invasive species.

Before carrying out a breeding project, it is therefore essential to define the target species and its compatibility with local requirements, as well as its match with the desired level of production, artisanal and / or industrial. In particular, it is important to know the impact of densification of the breeding population on the behavior, biology and physiology of individuals.

These requirements imply the development of fundamental research programs on subjects such as:

- The choice, quality and handling of the insect nutrient resource;
- Insect's acceptability of the proposed food, based on knowledge of the neurosensory and physiological aspects of this factor;
- The nature and specificity of the insect microbiome;
- The genetic and behavioral characteristics of insects reared. We need to address questions such as genetic drift, genetic impoverishment, and domestication characters such as the acquisition of favorable traits like the loss of mobility and low levels of cannibalism.

Recent developments in genetics and genomics offer new and unique opportunities to domesticate target insects and develop them as new food or biotechnological resources.

Insect mass breeding and biorefinery technology to produce protein and by-products

Longyu ZHENG - State Key Laboratory of Agricultural Microbiology, Huazhong Agricultural Univ.
China

Huazhong Agricultural University, College of Life Science and Technology, Wuhan 430070, P.R. China

Fossil fuel depletion and environmental degradation are twin crises confronted by all mankind. Thus, considerable amount of studies have been promoted to develop clean and renewable alternative energies, achieving a harmonious, balanced and sustainable development. In this context, bioconversion of waste biomass has been found to be a good way to recover the hidden energy. Certain insects especially some saprophagous species such as *Hermetia illucens*, *Musca domestica* in Diptera and *Tenebrio molitor* in Coleoptera, can be used to degrade organic waste, including animal manure, food waste, municipal waste, lignocelluloses, and other bio-solids; an economically viable insect biomass rich in fat and protein could be produced and further processed into biodiesel and animal feed. Properties of insect derived biodiesel have been shown comparable to rapeseed biodiesel and other vegetable oil biodiesel. Insect fat could serve as a promising low cost and non-food feedstock for biodiesel. Furthermore, insect-based conversion of waste biomass does not require large land or waster areas when compared to energy crops and other forms of bioenergy materials such as microalgae. A union of insects and microbes could further improve the current artificial mass breeding system of insects, enhance the processing capacity of the waste management system, and increase the final insect biomass yields, making waste-to-energy more feasible.

Fogoh John MUAFOR - Living Forest Trust

En Afrique, la production de nouvelles formes d'alimentation suscite un grand intérêt face à l'insécurité alimentaire et à la pauvreté. En vertu de la valeur nutritionnelle et du potentiel socio-économique que disposent les insectes comestibles, ils font parties des aliments traditionnels qui peuvent être valorisés pour lutter contre la faim et la pauvreté dans les pays d'Afrique subsaharienne. Des insectes consommés, les larves de *Rhynchophorus phoenicis* (larve des charançons des palmiers) sont les plus appréciées. Elles sont extrêmement riches en éléments nutritifs. La consommation de 100g de larve des charançons des palmiers peut satisfaire les besoins quotidiens d'un individu en énergie, protéines, lipides, glucoses, vitamines (thiamine / B1, riboflavine B6 B2 et pyridoxine) et des sels minéraux (K, Ca, Mg, Zn, P et Fe). En plus, leur valeur économique est très élevée dans les pays où ils sont consommés. Au Cameroun par exemple, ces insectes sont vendus en lot de trente à quarante individus au prix de 1 à 2 euro en zone rural et de 3 à 5 euro en zone urbaines.

Bien que la récolte et le commerce des larves de charançons soit une activité lucrative dans certaines régions du Cameroun, la disponibilité de cette ressource reste limitée. L'accès à ces ressources se fait principalement par la collecte traditionnelle sur les troncs infestés ou par la méthode d'abattage des tiges des raphias saints, pour provoquer l'infestation par les larves. Cependant, les méthodes traditionnelles de récolte restent peu productives et exclusivement limitées en saison sèche, tandis que la méthode par abattage est fortement dévastatrice de l'écosystème raphiales. Au village Obout dans la Région du Centre au Cameroun par exemple, chaque collecteur qui utilise la méthode par abattage détruit entre 150 et 600 tiges de raphia par mois, mettant ainsi en danger la pérennité des écosystèmes raphiales.

Dans l'optique de proposer des solutions aux problème de production et de promouvoir d'avantage l'utilisation des insectes comme source alternative de protéines et de revenus, l'ONG/start-up Camerounaise Living Forest Trust (LIFT), soutenu par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), le Centre International pour la Recherche Forestière (CIFOR) et le Ministère de la Recherche Scientifique et de l'Innovation (MINRESI) implémente un projet visant à développe l'élevage *ex situ* des larves de *Rhynchophores* et leur transformation en aliment innovant pour la nutrition humain et animale. Ce projet a permis la mise en place d'une technique, qui permet l'élevage des larves de *Rhynchophores* dans des boites installées dans les fermes. En utilisant cette technique, la durée d'un cycle de production des larves est de 25 à 30 jours. Plusieurs paysans ont été formés et assistés dans la mise en place d'une ferme dans le cadre dudit Projet.

Au village Obout, 30 paysans formés par l'ONG/start-up LIFT ont été regroupés en association, qui a bénéficié de la construction d'une ferme collective pour la production continue des larves. Les larves produites sont vendues au marché local et génèrent en moyenne un revenu complémentaire mensuel de 150000 FCFA (230 euro) pour l'association. L'ONG/start-up LIFT a également construit une unité de transformation dans laquelle les larves issues d'élevage seront collectées et transformées en biscottes et aliments pour la nutrition des poissons. Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet montrent à suffisance que les insectes comestibles regorge un potentiel qui pourra être exploité par l'homme non seulement pour lutter contre la faim et la malnutrition, mais aussi pour la création des nouvelles sources d'emploi, de richesses et le bien être des peuples africains dont la majorités vies dans la précarité.

Mélanie RAMNUTH, Experts-Solidaires

As part of a partnership with the "Songhai" production and training farm in Porto-Novo, Benin, Experts-Solidaires supports the establishment of a housecricket farm for human consumption. The request for support came from the director of the center, who sees in the development of this sector in his country, as a great opportunity to fight the problems of food security encountered locally. At the same time, the production of protein-rich crickets on the farm is also an attractive asset for feeding fish raised in the center. The presentation will therefore focus on the process of creation, from the conception of the rearing facility at the beginning of 2016 to its present state: choice of the species, design of the shelter, elaboration of the protocol, team, etc. In a second stage, it will focus on the meeting with the various Beninese actors we wanted to involve in the project to describe how the project was received locally.

Système de ventilation et d'élimination de la chaleur pendant l'élevage des insectes

Valéry BONNET - Delta Neu

Production d'insectes : un élevage complexe, pour des insectes sensibles aux conditions de production, dans un contexte où le marché est en demande de produit de grande qualité. Nous passerons en revue les contraintes de production et les solutions adoptées pour optimiser les rendements.

Les contraintes du scale up de la production d'insectes

Franck LAUNAY - IPSB

Point de vue d'une ingénierie sur des développements récents

L'élevage d'insectes à grande échelle en vue de produire de la biomasse fractionnable en différents produits d'intérêt comporte de nombreuses étapes dont l'extrapolation au stade industrielle peut s'avérer délicate. L'approche des problèmes est différente en fonction :

- des objectifs de l'élevage (production de biomasse et/ou bioconversion de substrat)
- du type de substrat de nourrissage
- de la mobilité de la forme de l'adulte (insecte rampant, volant)
- des conditions de ponte et de récupération des œufs
- du mode de développement des larves
- du devenir envisagé pour les co-produits (Mues, excréments) résidus de substrat
- du mode de récupération des larves adultes
- du métabolisme des insectes lors de leurs différentes formes de développement.

Sans être exhaustif, l'exposé traitera des principaux verrous technologiques à lever pour réussir un scale up dans ce secteur novateur.

De la recherche à la production industrielle d'insectes : Difficultés et Enjeux du passage à l'échelle

Anne DEGUERRY - Entofood

Anne DEGUERRY¹, Franck DUCHARNE¹

¹ Affiliation : Entofood, Malaysia

anne.deguerry@entofood.com

Depuis plus de cinq ans, l'enthousiasme pour les insectes et leur potentiel dans les domaines de la nutrition animale et de l'alimentation humaine se sont renforcés. Le nombre de start-ups et sociétés investissant dans du capital humain, technologique, biologique et financier dans le secteur s'est multiplié.

Nous nous attacherons ici au cadre de la nutrition animale, domaine de compétence de la société ENTOFood, spécialisée dans l'élevage d'*Hermetia illucens*, mouche soldat noire, en Malaisie.

Le secteur des protéines d'insectes est en pleine croissance et aujourd'hui, les étapes clé qui mènent de la phase de recherche, dans le cadre d'une unité pilote, à la phase industrielle qui seront abordés sont :

- La maîtrise de la reproduction à toutes les étapes du cycle biologique ;
- La gestion de l'approvisionnement en matières premières ; quel type et dans quelle zone géographique avec les incidences afférentes ;
- La gestion du dimensionnement, en fonction des critères de rentabilité ;
- La transformation des produits finis pour répondre au besoin du marché et des clients.

Les enjeux du passage à l'échelle industrielle sont guidés par la demande du marché en protéines alternatives et durables, en termes de quantité, de qualité et de prix.

Quelles biomasses valoriser par ento-conversion ? Gisements, contraintes réglementaires, techniques et économiques

Jérôme COSTIL - Mutatec

L'ento-conversion consiste à utiliser des biomasses mal valorisées pour les transformer en produits d'intérêt économique par le truchement de leur digestion par des larves d'insectes. Chez MUTATEC nous concevons l'ento-conversion comme un retour à la naturalité du recyclage des matières organiques, c'est-à-dire qu'elle ne saurait entrer en concurrence pour l'utilisation des gisements de biomasses avec l'élevage des animaux supérieurs. Au contraire, elle doit proposer une solution à haute valeur pour des gisements spécifiques actuellement peu ou mal valorisés. La nature des biomasses valorisables est déterminée d'abord par la biologie de l'insecte : le substrat d'élevage étant tout à la fois nourriture et milieu de vie de la larve, il doit présenter certaines caractéristiques nutritionnelles et d'autres de type physique (porosité, granulométrie). La larve de l'*Hermetia illucens*, coprophage et saprophage, est très adaptable, ce qui ouvre la voie à la valorisation d'une large gamme de biomasses. La sélection est aussi dictée par l'impératif de la sécurité sanitaire des produits finaux et de l'hygiène de l'exploitation : traçabilité, absence de contaminants non dégradés par les larves comme les métaux lourds, antibiotiques, pesticides. C'est pour cette raison que seules sont actuellement autorisées par les règlements européens les biomasses d'origine végétale ou issues des œufs et du lait. Les résidus carnés, les produits alimentaires périmés, les restes de repas, et a fortiori les déjections animales sont interdits, en application du principe de précaution. Certaines caractéristiques sont imposées par les technologies retenues pour industrialiser l'élevage des larves : transport des substrats par pompage ou par convoyeur à vis, etc... Enfin, le coût de la mobilisation des biomasses est aussi un critère puisqu'il impacte directement le compte d'exploitation de la ferme. L'industrie agroalimentaire produit de nombreux types de « bio-déchets » qui satisfont à tous ces

critères. Toutefois, chaque type de bio-déchets présente des caractéristiques souvent trop spécifiques sur le plan nutritionnel et d'autre part les quantités collectées d'un seul type de bio-déchets sont insuffisantes pour alimenter une ferme d'insectes de taille industrielle. L'exploitant de la ferme d'insectes doit alors confectionner une « recette », en procédant à la caractérisation précise de chaque source de bio-déchets, au pré-traitement de certains d'entre eux, au mélange des différents types en proportion adaptée, le cas échéant en ajoutant des quantités limitées d'adjuvants, en ayant comme objectif la constitution d'un substrat « idéal » aussi constant dans le temps que possible, permettant de maximiser la production de larves en minimisant le coût.

Different production systems for insect rearing

Damien MOREL - APPI

Starting and developing an insect mass production business is often a complicated and risky adventure. Apart from the financial and commercial challenges, it is likely for the instigator having to face technical issues, causing disruptions and losses in the startup company. The lack of technical literature, absence of repeatable model and the lack of external support make the development of an insect rearing business a serious challenge. It does take a lot of time, experience and advanced knowledge in order to achieve efficient and reliable production levels.

We will present general guidelines for the start an insect mass production facility, covering all stages from pilot rearing up to large scale production. We will try to identify the most important problems and challenges that the instigator of an insect rearing is likely to face. Finally we will discuss the tools to control the efficiency of the rearing and the quality of the end product.

Natural enemies in insect production systems: where are risks and how can we address the risks?

Jørgen EILENBERG - University of Copenhagen

*Department of Plant and Environmental Sciences, University of Copenhagen, Thorvaldsensvej 40, 1871 Frederiksberg C., Denmark
jei@plen.ku.dk*

Natural enemies (including predators and insect pathogenic fungi and bacteria) can be very harmful in insect production systems. Many factors can influence if there will be a risk of harmful natural enemies to enter production systems and result in problems. First element is the production facility itself, where closed production facilities versus semi-open facilities provide different risks for entry (from environment, via food) and further spread in the production facilities. Second element is, which type of insect we deal with in production and thereby, which insect pathogens can be harmful. For example, while mealworm (*Tenebrio molitor*) may suffer from fungal diseases and a virus disease can completely wipe out a production stock of house cricket (*Acheta domestica*), black soldier fly (*Hermetia illucens*) seem so far to be relatively free of diseases. In Europe, a collaboration network "INSECTPATH" about diagnosis and control of insect diseases and involving several research teams, is currently being established.

Christina NIELSEN-LEROUX - INRA

Christina Nielsen-LeRoux¹, Thomas Lefebvre²

¹UMR- INRA-Micalis et AgroParisTech, & Université Paris Saclay, 4, av. Jean Jaures, 78350 Jouy en Josas, France

²YNSECT, Genopole, 1 rue Pierre Fontaine, 91058 Evry, France

The health of humans and livestock strongly depends on the food quality and quantity; for instance access to healthy food reduces the susceptibility to pathogens and the risks of infection. Another important aspect for health is the role of the intestinal microbiota, which is actually a cutting edge research topic for humans but already well-known for certain livestock. Insect diet is logically highly depending on the insect species and development stages, some species are polyphagous and others are adapted to specific food sources. For example, the silkworm (*Bombyx mori*) needs mulberry tree leaves to develop, while the larvae of the black soldier fly (BSF) (*Hermetia illucens*) can feed on various waste materials from plant or animals. The Insect microbiota (intestinal or intracellular) also plays an important role for insect development and health. For instance plant sucking aphids or wood eating termites need symbiotic bacteria for transformation of their food into nutrients. Likewise, certain bacteria of the intestinal microbiota of BSF larvae take part in the speed of larval development, even if added to the feed. In the same way, the microbiota of the honeybees plays a protective part against pathogens. It thus appears important to consider the role of microbiota of insects reared for feed and food too; with focus on the composition and the evolution during the development stages. Also the protective role of the microbiota against the infections and the search for presence of pathogens for consumers (animals, humans) of insects based flours should be searched. The presentation will give examples of analysis of the microbiota of insects resulting from the literature along with other information related to the addressed topic. The goal being to show that for the insects the microbiota plays a role in order to produce insects in good health and of good quality.

La métagénomique : un outil pour développer le diagnostic sanitaire des élevages d'insectes

Anne-Nathalie VOLKOFF - DGIMI et Mylène OGLIASTRO - INRA

INRA, UMR DGIMI, F-34095, Montpellier, France

Les insectes sont considérés aujourd'hui avec un intérêt renouvelé pour leurs applications en agronomie, alimentation et ingénierie. Les recherches pour augmenter les échelles de leur production deviennent une priorité, soulevant des questions quant à l'état sanitaires des élevages et leurs répercussions sur sécurité alimentaire des consommateurs. Les insectes collectés dans l'environnement ou élevés dans des fermes sont communément infectés par des micro-organismes, incluant des virus, des bactéries et des champignons. Notre connaissance de la diversité de ces micro-organismes reste très fragmentaire, au regard de la diversité de ce groupe animal probablement le plus diversifié sur Terre. Cet exposé établira un panorama général des principaux microorganismes affectant les élevages d'insectes et les pathologies associées puis se focalisera sur la diversité des virus associés aux insectes et sur les méthodes permettant leur caractérisation.

Connaître et comprendre la diversité et la prévalence virale dans les populations d'insectes peut aider à améliorer leur fonctionnement et leur gestion. En effet, les virus peuvent être introduits dans les élevages par des contaminations externes (insectes parasites, alimentation, etc) et/ou résulter de changements de virulence de virus persistants ou latents suite à des stress biotiques ou abiotiques.

Contrairement aux autres microorganismes, il n'existe pas de marqueur génétique commun à tous les virus. Le diagnostic viral a été longtemps limité à l'utilisation d'approches avec *a priori*, concernant quelques virus associés à des pathologies connues. La métagénomique virale est

aujourd'hui un outil puissant, sans *a priori*, permettant de déchiffrer la diversité génétique et la prévalence des virus dans un échantillon à partir de séquençage haut débit. Les séquences virales ainsi caractérisées permettent ensuite d'établir un diagnostic spécifique d'espèces virales potentiellement pathogènes utilisant des approches de PCR, classique ou quantitative.

Biosécurité appliquée à l'élevage d'insectes pour l'alimentation humaine et animale

Claire BEAUVAIS - Vétérinaire apicole

L'élevage des insectes à grande échelle pour l'alimentation humaine et animale, et/ou pour la valorisation des déchets organiques, est une pratique en développement dans le monde entier. En raison de leur biologie, certaines espèces d'intérêt s'adaptent bien à l'élevage intensif en milieu confiné : ténébrion meunier (*Tenebrio molitor*), mouche soldat (*Hermetia illucens*), grillon domestique (*Acheta domestica*)...

Aujourd'hui, les épisodes de maladies, de mortalités ou encore d'infestations par des compétiteurs rapportés sur le terrain par les éleveurs d'insectes, ainsi que le risque d'émergence de nouvelles maladies lié à la production de masse d'insectes, confirment la nécessité de mettre en place des mesures de biosécurité et de bonnes pratiques d'élevage analogues à celles qui existent dans les autres filières de production animale. En effet, les élevages d'insectes pourraient souffrir, tout comme ceux d'autres espèces animales, de fortes mortalités ou baisses de production en cas d'enzooties voire d'épizooties. Les insectes peuvent par ailleurs être vecteurs, actifs ou passifs, d'agents biologiques ou chimiques, potentiellement pathogènes pour l'homme ou d'autres espèces animales.

Par le passé, la négligence du volet sanitaire dans l'élevage du ver à soie (*Bombyx mori*) a contribué à la disparition de la filière séricicole française. De même, l'apiculture a connu et connaît encore aujourd'hui (en Afrique du Sud actuellement) de fortes mortalités de colonies d'abeilles par une maladie bactérienne très contagieuse, la loque américaine, liée elle aussi à un défaut de maîtrise sanitaire de certaines pratiques apicoles.

Les mesures de biosécurité servent à éviter l'entrée d'agents pathogènes dans un élevage, et à prévenir leur diffusion en son sein et dans d'autres exploitations, mais aussi à prévenir l'infection de l'homme ainsi que leur persistance dans l'environnement. La mise en place de ces mesures est le fruit d'une analyse des spécificités de l'élevage, analogue à la méthode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) utilisée en industrie agro-alimentaire, qui vise à estimer les risques, définir comment les maîtriser, mettre en place des plans de contrôle puis vérifier l'efficacité de ce qui a été élaboré. Le suivi attentif des indicateurs de bonne santé des insectes élevés, qui restent à définir objectivement aujourd'hui, et un diagnostic rapide en cas d'anomalie, de mortalité inattendue ou de perte de production, est essentiel et implique une collaboration rapprochée entre éleveurs, vétérinaires, microbiologistes et épidémiologistes.

Après avoir rappelé les principaux dangers en élevage d'insecte, les sources d'exposition et les modalités de transmission des agents pathogènes, nous aborderons les conséquences potentielles d'une épizootie en nous appuyant sur des exemples issus d'autres filières de production animale. Enfin nous présenterons les grands principes de biosécurité externe et interne à mettre en place au sein des élevages.

Les insectes, une matière première saine et sûre pour l'alimentation animale: exemple du programme CertiFLY

Christophe TRESPEUCH - Mutatec

La production d'insectes pour la nutrition animale et notamment la commercialisation de Protéines animales transformées dérivées d'insectes doivent se soumettre au « Paquet Hygiène », ensemble réglementaire des textes relatifs à l'hygiène des aliments. Le Règlement (CE) 178/2002 dit "Food Law", texte fondateur de toute la réglementation du secteur des denrées alimentaires, fixe notamment les obligations que doivent respecter les exploitants à toutes les étapes de la production, de la transformation et de la distribution, en particulier en matière de traçabilité, d'hygiène (mesures, procédures, dispositions) visant à maintenir un bas niveau de contamination biologique, chimique et physique de la production primaire à la distribution.

Les producteurs d'insectes doivent donc démontrer qu'ils ont mis en place les mesures de maîtrise adaptées. Dans la perspective du montage de sa première unité industrielle et de la commercialisation de ses concentrés protéiques, l'entreprise MUTATEC a mis en place son programme de recherche appliquée CertiFLY, spécifiquement dédié aux questions de sécurité sanitaire afin de disposer de données plus précises et plus pertinentes. Ces données sont destinées à asseoir l'évaluation des risques sanitaires liés à la production et à la consommation d'insectes.

Le programme CertiFLY permet de générer un retour d'expérience et une base de données expérimentales sur les dangers sanitaires liés à la production d'insectes, pour toutes les conditions d'élevage qui peuvent se présenter dans le cadre des futurs sites de production (substrats, procédés, conditions d'élevage, climat, hygrométrie, etc...) et de mettre au point le corpus de règles, de procédures et les équipements de prévention et d'analyses de contrôle.

En s'appuyant sur son programme CertiFLY, MUTATEC renforce son expertise et s'assure de respecter systématiquement la réglementation liée à la filière nutrition animale, d'assurer la qualité, la traçabilité et la sécurité sanitaire de ses produits dans toutes les conditions de production.

Assurer la sécurité sanitaire des déchets organiques donnés aux insectes et des produits finaux

Jean-Philippe DESLYS - CEA

Résumé non parvenu

Entomophagy: what about allergies ?

Justine COURTOIS - ASBL CRIG

J. Courtois¹, M. Goddé², E. Cavalier³, X. Van der Brempt⁴, B. Quinting², S. Tollenaere^{1,2}, R. Gadisseur³

¹: CRIG, Liège, Belgium; ²: HELMo, Liège, Belgium; ³: CHU, Liège, Belgium; ⁴: Allergopôle, Clinique Saint-Luc, Bouge (Namur), Belgium

Entomophagy is an alternative food source that has become more common in our countries during recent years. As this new protein source will be increasingly used in food applications, it seems very important to evaluate the potential allergenicity of insects. Moreover, it is primordial to determine if there are allergic patients with high risk to cross-react when eating insects. Thus, the aim of this study was to identify the potential cross-reactivity between allergens of shrimps, House Dust Mites (HDM) and the crickets (*Gryllobates sigillatus*). To highlight this cross-reactivity, we selected different patients

presenting a diagnosis of both HDM allergy and food allergy to shrimps. We performed a total *Gryllodes sigillatus* protein extraction in order to separate the proteins on the basis of their isoelectric point and on their molecular weight. Afterwards, we did 1D and 2D Western blot to determine the molecular allergen sensitization profile of each patient serum to this extract.

In conclusion of this preliminary study, our results showed IgE cross-reactivities with the *Gryllodes'* tropomyosin or with the *Gryllodes'* arginine kinase in shrimp and HDM allergic patients with positive sIgE to tropomyosins of shrimp (Pen a 1) and HDM (Der p 10). One patient presented a sensitization to the *Gryllodes'* troponin C. Identification of these proteins should be confirmed by mass spectrometry (LC-MS/MS).

Transformation processes of insect larvae for ingredients preparation

Samir MEZDOUR - AgroParisTech

*UMR Ingénierie Procédés Aliments, AgroParisTech, Inra, Université Paris-Saclay, 91300 Massy, France
samir.mezdour@agroparistech.fr*

Concerning transformation, insects must undergo a series of treatments in order to make them fit for industrial use. Of utmost importance is the need to master the quality and supply of the raw material (selection, development stage, insect diet), as well as operating conditions necessary to obtain endproducts showing the desired features (protein flours and isolates; foodstuffs or ingredients...). Massproduced insects could possibly either be processed as whole insects, or fractionated into various components such as protein, oil or chitin. And the food industry happens to be already using similar techniques in this fractioning operation, in the soya and fish-farming industries for instance. Thus the preparation of protein concentrates or isolates often involves the extraction of the oil from the raw material, allowing for the generation of a de-fatted product. Moreover, one must also consider the need for automation, control and regularity of production so as to supply the market steadily. All of that remains a challenge for the development of this industry. The presentation will summarise the results of DESIRABLE project and will discuss different food processing considerations, to provide the state of the art of insect transformation.

Keywords: edible insects, feed, entomo-refinery, protein

Les matières issues de l'insecte et leurs marchés

Grégory LOUIS - Entomo Farm

Since 2003 F.A.O. points to us out that insects will feed the planet. Really our world changes, for several years we have of cease searching ecological alternatives to preserve our planet.

The insect represents the best alternative for animal feeding. Since July 1st, 2017, insectmeal is allowed in aquacole feeding within the European Union. The substitution of fishmeal in aquaculture represents a market of 1M tons in Europe. Now, insect industry is waiting permissions for the feeding of others farmed animals naturally insectivores (poultry, pigs).

Other countries decided to go even farther on May 1st, 2017, Swiss federal Council decided of allowing the consumption of 3 kinds of insect, the mealworm, the domestic cricket and the migratory locust.

Since 2003 we speak about insect only for protein alternative. But insect contain a lot of other basics raw materials.

Guillaume GRAS - InnovaFeed

L'objectif d'InnovaFeed est de proposer une nouvelle source de protéines à partir d'insectes pour accompagner l'essor de l'aquaculture sans que cela se traduise par un recours supplémentaire à la pêche minotière. Cette ambition est soutenue par :

- Le fait que les insectes soient à la base du régime naturel des salmonidés.
- La volonté d'accompagner l'essor d'une pisciculture de qualité, minimisant son empreinte écologique. L'objectif long terme est de réduire la pression sur les réserves halieutiques.
- La pertinence de développer une filière française vertueuse.

Pour confirmer l'intérêt de sa solution sur le plan nutritionnel, InnovaFeed a conduit des études de digestibilité de sa farine d'insecte sur la truite et le bar. La présentation sera constituée d'une présentation rapide de l'insecte et de sa production puis les résultats clés seront partagés.

Feeding value of insect meals in trout and poultry: digestibility and effect on quality of products

Christine BUREL - INRA et **Michel LESSIRE** - INRA

Burel C.¹, Lessire M.², Juin H.³, Rousseau P.³, Hallouis J-M.², Aguirre P.¹, Terrier F.¹, Surget A.¹, Pégourié G.¹, Méteau K.³, Roy R.³, Médale F.¹

¹ INRA, UMR 1419 Nutrition, Métabolisme, Aquaculture, INRA, F-64310 Saint Pée-sur-Nivelle, France

² INRA, UR 0083 URA Recherches Avicoles. Centre de recherche Val de Loire, F-37380 Nouzilly, France.

³ INRA, UE 1206 EASM Unité Expérimentale Elevage Alternatif et Santé des Monogastriques. Centre de recherche de Poitou Charentes, F-17700 Saint-Pierre-D'Amilly, France.

Protein and amino acid requirements of livestock is mainly provided by protein-rich raw materials, such as fishmeal for fish or soybean meal for poultry. The scarcity of resources, the soaring prices have helped to look at alternatives. In this context, we investigated the use of insect meal in the feeding of trout and chicken.

The nutritional value of three *Tenebrio* meals and two *Hermetia* meals, partially defatted and very rich in protein (up to 75% DM for *Tenebrio* and 61% DM for *Hermetia*), was evaluated in rainbow trout juveniles reared at 17° C. The digestibility of *Tenebrio* and *Hermetia* proteins varied similarly from 80 to 93% depending on the meals' batches, but that of energy remained lower for *Hermetia* (54-81%) compared to *Tenebrio* (84-89%). The impact of the incorporation of insect meals on trout performance was evaluated at two incorporation rates (15 and 30%) as partial or total replacement of fishmeal. After 4 months of rearing, the growth of trout was significantly reduced when the insect meals completely replaced fish meal. Feed consumption of trout was not reduced, but feed efficiency was decreased, especially in the case of *Hermetia* based diets. The ingestion of feed containing insect meals did not affect the trout body composition, however, it caused yellowing of their flesh as early as 15% of incorporation and induced a smell of "soil" with 30% of *Hermetia* in the diet.

Five *Tenebrio* meals, two *Hermetia* meal, a cricket meal and Buffalo worm meal were analysed and their digestibility measured in growing chicken. Protein contents could exceed 70% DM, and that of lipids 16% DM. The metabolizable energy value, the digestibility of the amino acids and of lipids were very high and could exceed 4500 Kcal / Kg DM, 87% for amino acids digestibility and 90% for the digestibility of certain fatty acids. These values are higher than those of soybean meal. In a growth trial, we incorporated in balanced diets meals of *Tenebrio* or *Hermetia* at levels up to 10-12% depending on the age of the chicken. The performances were very good, and even better than those observed with the soybean meal control diet, in particular with *Hermetia* meal. Fat deposition and breast percentage were slightly modified by the incorporation of insect meals. Some insect meals were characterized by a specific profile of fatty acids, in particular lauric acid, which is incorporated into the adipose tissue of chicken.

The insect meals tested have the main characteristics of being very rich in proteins, with a variability attributable to the insect used and to the preparation process, with or without lipid extraction. Their digestibility is high, at least equal to that of the reference soybean for poultry and equal to that of fish meal for *Tenebrio* in trout. Their incorporation into the diets intended for these farm animals does not lead to any notable alterations, either in production performance or in cutting yields, but may affect sensory perception in the case of trout fillets. However, there are some points of vigilance related to a lower effectiveness of *Tenebrio* in chicken and of *Hermetia* in fish.

Nouvelles tendances dans la consommation des insectes en Amérique latine et en Asie

Nicolas CÉSARD - MNHN et **Esther KATZ** - IRD-PALOC PARIS

La consommation d'insectes est souvent associée à des pratiques traditionnelles de populations rurales, généralement autochtones, dans des pays tropicaux. Or les études que nous avons menées dans les dernières années dans divers pays d'Asie et d'Amérique latine montrent que cette consommation est loin d'être totalement traditionnelle et immuable, mais qu'elle est prise dans une véritable dynamique patrimoniale, diététique, gastronomique et touristique, sans être pour autant l'exclusivité des tropiques.

En effet, l'entomophagie existe encore au Japon, même si elle y est peu courante. La commercialisation de certaines espèces recherchées et demandant une collecte et une préparation minutieuse suscite un engouement fort au niveau régional.

Par ailleurs, à Java, en Indonésie, des villageois qui ne pratiquaient pas – ou plus – l'entomophagie se sont lancés avec succès dans l'exploitation et la préparation de sauterelles vendues aux touristes nationaux. En Amérique latine, une partie des populations indigènes et métisses qui consommaient des insectes tend à abandonner cette pratique, tandis que de nouveaux amateurs émergent. Certains insectes, aujourd'hui servis à la table de grands restaurants, deviennent des aliments « gourmet », font partie de patrimoines alimentaires traditionnels aujourd'hui revalorisés, sont promus pour leurs qualités diététiques, ou bien sont commercialisés sous des formes innovantes. Le parcours de ces consommations n'est en aucun cas linéaire.

Texturation des protéines d'insecte et l'explication du choix de l'insteak

Charlotte FLORET - AgroParisTech-Jimini's

Selon le rapport de 2013 de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), il est urgent d'augmenter la production de protéines pour satisfaire une demande croissante en lien avec la croissance démographique et l'évolution des modes alimentaires. De nombreux facteurs militent en faveur d'un développement au niveau mondial, de la consommation d'insectes, intéressante du fait de ses impacts environnementaux, ses apports nutritionnels et ses retombées économiques. Cette pratique reste pourtant marginale chez les populations occidentales pour lesquelles l'entomophagie relève surtout de la curiosité et nécessite une évolution des mentalités. La réinsertion des insectes dans notre alimentation nécessite dès lors des efforts spécifiques de recherche et développement afin de lever ces barrières. Jimini's, implantée sur le marché innovant et concurrentiel de l'insecte comestible depuis 2012, ambitionne de populariser la consommation d'insectes en proposant prochainement un steak d'insectes. L'entreprise s'est donc associée avec l'UMR Ingénierie Procédés Aliments (GENIAL) AgroParisTech/INRA afin de mettre en place une démarche de formulation raisonnée en mobilisant les compétences de l'unité, d'une part en physicochimie au service de la compréhension et de la maîtrise des interactions produits/procédés et d'une part en ingénierie sensorielle et approches consommateurs.

Pour s'assurer du succès durable des produits développés compte tenu de la matière première utilisée, les consommateurs ont été placés dès le début des travaux au centre du processus de développement. Pour définir les caractéristiques du steak d'insecte cible, une étude de la diversité des steaks hachés de bœuf a été effectuée afin d'établir une cartographie des produits sur la base de leurs propriétés de structure, de composition, de prix, de conditionnement et de conservation. Cette étude a mis en évidence un impact des caractéristiques du steak cru et du mode de cuisson sur les caractéristiques du steak cuit. Pour caractériser la diversité des pratiques de cuisson, en termes de matériel utilisé, d'étapes réalisées, de gestes effectués, d'ingrédients utilisés, un échantillon de 50 personnes a été observé durant la cuisson libre d'un steak haché de bœuf boucher en présence d'une panoplie de matériel, puis ont été interrogés pour récolter les termes générés spontanément décrivant leur produit cuit, leurs pratiques de cuisson, leurs sensations. Cette étude démontre qu'il n'existe pas UN mais PLUSIEURS profils de consommateurs, d'attentes, de préférences, de pratiques de cuisson des steaks hachés. La cuisson étant une étape clé dans le développement des arômes et de la texture, il sera nécessaire de le prendre en compte lors de la formulation du steak d'insectes et des tests consommateurs.

Systeme qualite pour la filiere des insectes comestibles

Maylis RADONDE - Micronutris

L'exemple de Micronutris, 1ère entreprise du secteur à avoir mis en place un système de management de la sécurité alimentaire basé sur les exigences de la norme internationale ISO 22 000.

A l'heure où les insectes sont en phase de devenir un nouveau marché émergent en Europe, l'EFSA soulignait en octobre 2015 que les fermes d'élevage d'insectes comestibles devaient « réaliser une évaluation des risques spécifiques en tenant compte de l'ensemble de la chaîne de production jusqu'à la consommation ».

Le 15 décembre 2015, Micronutris devient la 1ère ferme d'élevage d'insectes au monde à être certifiée ISO 22000, norme internationalement reconnue pour le management de la sécurité alimentaire.

Pour que la filière puisse émerger dans les pays occidentaux, un des challenges majeurs est de fournir des insectes qui répondent aux exigences sanitaires en vigueur.

L'objectif de cette présentation est de discuter des aspects de normalisation agroalimentaire applicable à une filière en émergence, parcourir les points de sécurité sanitaire à prendre en compte et aborder l'intégration d'une norme internationale à un système de production d'insectes à grande échelle.

Autonomie protéique des élevages : la durabilité avant tout

Patricia LE CADRE - Céréopa

Centre d'Etudes et de Recherche sur l'Economie et l'Organisation des Productions Animales. www.cereopa.fr

L'approvisionnement en protéines des élevages est un sujet stratégique dans de nombreux pays et notamment dans l'UE.

Les produits animaux que nous consommons nous fournissent des protéines d'une qualité remarquable : comparativement aux protéines végétales, les protéines d'origine animale sont très « équilibrées », particulièrement digestibles et porteuses de nombreux micronutriments « essentiels » à notre santé. Pour pouvoir nous fournir ces protéines, les animaux doivent manger des protéines

végétales. Or il y a bien des incertitudes concernant la disponibilité mondiale en protéines végétales à l'horizon 2030. Les interrogations sur la dépendance des élevages européens au soja (doublement pénalisé sur les dossiers Ogm et déforestation) sont particulièrement nombreuses. Aussi, il est légitime de se poser la question de notre capacité future à approvisionner notre cheptel. Mais il y a aussi un autre enjeu : la production de ces protéines sur notre sol sera associée à bien des vertus agronomiques et environnementales.

La France produit plus de protéines végétales qu'elle n'en a besoin mais manque de certaines protéines spécifiques, notamment pour les monogastriques.

La France ne manque pas de protéines végétales, puisqu'elle en est excédentaire de 2 millions de tonnes, soit 12% de plus que ses besoins ! En revanche, toutes les protéines végétales ne se valent pas. En effet, nos animaux ont besoin pour leur croissance de certaines protéines concentrées telles que des protéines de luzerne, de pois, de fèves, de colza, de tournesol ou de soja. C'est ce qu'on appelle des matières premières riches en protéines. Vu sous cet angle, nous sommes déficitaires à hauteur de 42% car nous importons, par exemple, du soja brésilien et du tournesol ukrainien à des prix défilants toute concurrence, et parce que nous ne pouvons plus recourir aux farines animales pour l'alimentation des animaux de rente. Malgré cette forte dépendance, la France reste une bonne élève au sein de l'UE à 28 où le déficit moyen est de 64% en 2015. En effet, nos animaux consomment de l'herbe issus de prairies, des tourteaux de colza et de tournesol métropolitains, et ce en quantités plus importantes que la plupart de nos voisins. Il s'agit d'un atout sur lequel nous communiquons peu, alors même qu'il concerne des protéines qui ne sont pas en concurrence avec l'alimentation humaine.

Plus qu'un risque d'approvisionnement, il s'agit avant tout d'améliorer la durabilité de nos productions animales

Les matières premières riches en protéines dont nous avons besoin sont souvent très vertueuses sur le plan environnemental. La plupart nécessitent peu d'énergie pour être cultivées et améliorent la qualité de nos sols. Aussi, l'autonomie protéique est avant tout considérée par les acteurs des filières comme un levier pour améliorer la durabilité des productions animales françaises. Ce critère pourrait être mis en avant par les entreprises agroalimentaires pour différencier leurs produits sur les marchés locaux et internationaux. Cela peut leur permettre de conforter leur place sur les marchés, d'en regagner, voire d'en conquérir de nouveaux.

Les farines d'insectes en quête d'un modèle économique.

Le déficit protéique d'un pays dépend de nombreux facteurs, mais est toujours plus sensible pour les productions animales très consommatrices de protéines concentrées. Dans un contexte en perpétuelle évolution (réglementation, marchés), il existe des leviers d'amélioration de l'autonomie protéique à différents niveaux (matières premières, aliments industriels, élevage). La mise à disposition des farines d'insectes, particulièrement destinées aux poissons et aux volailles (les deux produits phares du 21ème siècle), est un de ces leviers. Cependant, au-delà d'une réglementation restrictive en Europe, leur prix d'intérêt reste trop élevé pour les inclure rapidement en formulation. La recherche de débouchés plus rémunérateurs (alimentation humaine et petfoods) pourrait ainsi limiter le recours à ces produits chez les fabricants d'aliments du bétail, une fois autorisés au-delà des filières aquacoles. Et les quantités de protéines issues des farines d'insectes disponibles au niveau mondial à un horizon de 10 ans resteront confidentielles face aux 100 millions de tonnes de protéines d'ores et déjà fournies par le soja.

Philippe SCHMIDELY - AgroParisTech

Economic evaluation of the use of insect-based feeds is insufficiently documented. This can be realized through least-cost ration formulations using linear programming that selects ingredients on the basis of their ratio of cost/nutritional input for the nutrients that may limit animal performances. This approach is however restricted by the low number of experimental trials providing at least energy, crude protein and amino-acids digestibility for the targeted species. Some recent published results on nutrient digestibility and metabolism in avian or marine species may improve the accuracy of the prediction of the economic valorization of insect based products in animal feeds.

We formulated 2 types of feeds for laying hens and for rainbow trout on the basis of the INRA feed system for laying hens and of NRC (2011) for fish, and on INRA-AFZ tables describing nutritional values of dietary ingredients (INRA-AFZ 2004). Nutrient composition of insect meals have been obtained from FEEDIPEDIA (<http://www.feedipedia.org/>), especially in what concern metabolizable energy (ME) for hens. Digestible energy values (ED) has been selected on the basis of recently published trials in rainbow trout (e.g. Burel et al., 2016). Least-cost ration formulation has been realized with the prize of the different dietary ingredients in September 2017. The prize of the insect based ingredients has been set arbitrarily to 3000 euros/ ton.

In laying hens, insect-based meal from *Tenebrio molitor* may be included in diet at a rate of 4-10% of DM if their actual prize is within a range of 500-800 euros/t. Inclusion rate may reach 15% if the prize of insect-based meal ranges between .95 and 1.1 that of soybean meal. Dual analysis indicates that incorporation of insect-based meals is limited by their low EM/price ratio. In rainbow trout, incorporation of insect based meal is important only if their actual prize is similar to that of fish meal, with a maximal inclusion rate of 25%.

In conclusion, insect-based meals may represent an alternatives to protein ingredients (soybean meal, fish meal) only if their market price range between 100 and 120% of that of the currently used protein sources.

Insectes : de la production à la consommation, une filière à évaluer

Marc BARDINAL - ADEME

L'alimentation représente un quart des émissions de gaz à effet de serre d'un ménage français. 60% des impacts sont lors de la phase de production. La consommation de produits animaux représente deux tiers des impacts environnementaux de notre assiette. La production de viande bovine requiert des besoins en eau (8% de l'eau potable de la planète) et en surfaces (30% des terres émergées) considérables. A l'échelle mondiale, le développement de la pisciculture nécessite la production des quantités d'aliments pour les poissons d'élevage à l'origine de l'épuisement des ressources halieutiques. Les poissons d'élevage consomment 10% de toute la pêche mondiale. Or, avec l'augmentation de la population mondiale et l'augmentation de la demande en protéines notamment dans les pays émergents, la FAO estime que la consommation de protéines animales augmentera de 50% dans les prochaines décennies. D'ores et déjà, le prix de la farine de poissons, issus de la pêche, augmente régulièrement depuis quelques années. Il a doublé en 7ans.

Il est donc impératif de trouver des solutions. La première consiste à modifier le régime alimentaire des habitants des pays développés. Leur consommation en protéines animales devra fortement baisser. La seconde consiste à trouver des alternatives pour réduire les impacts environnementaux de la consommation de protéines animales. Or, les insectes représentent une source de protéines à fort potentiel. Depuis quelques années, les articles de presse sur la question de la consommation d'insectes à des fins alimentaires fleurissent et quelques restaurateurs osent les mettre à leur carte.

De manière moins anecdotique, des projets de développement industriels sont apparus ces dernières années. Dans le cadre de ces appels à projets de recherche ou d'innovation, l'ADEME a identifié six projets de production et de valorisation industrielle d'insectes en développement en France.

Les insectes sont intéressants du point de vue nutritionnel. Un insecte contient une proportion nettement supérieure de protéines que les autres animaux d'élevage. Sur le plan zootechnique, l'élevage peut se faire en grand nombre. Leur vitesse de croissance est élevée, leur cycle de vie très court. Du point de vue environnemental, avec 10kg de nourriture, la production peut s'élever à 9kg d'insectes contre 1kg pour le bœuf. Les besoins en eau sont réduits. La production d'insectes émet 10 à 100 fois moins de gaz à effet de serre que le bœuf par kilo de protéines produits.

Mais des points de vigilance s'imposent. Les avis de l'ANSES et de l'EFSA soulignent la nécessité de poursuivre les recherches sur les impacts de la consommation et de la production d'insectes. Il est notamment nécessaire de lever les incertitudes sur les conséquences potentielles de l'ingestion directe ou indirecte d'insectes. Il s'agit notamment du potentiel allergique pour la consommation humaine et de l'accumulation de substances chimiques dans leur corps. Si les conséquences des élevages à petite échelle sont limitées, l'élevage industriel en est encore à son balbutiement. Ainsi les modalités d'élevage sont déterminantes pour minimiser l'ensemble des risques sanitaires et environnementaux. Du choix de l'espèce d'insecte, dépendra la valeur nutritive des produits finis, les conditions d'élevage (air, humidité, température) et surtout la nature du substrat. L'approvisionnement en biomasse est en effet un paramètre prépondérant pour industrialiser l'élevage. Aussi, la production d'insectes se doit de rentrer dans la logique d'économie circulaire : ils peuvent être élevés à partir de co-produits voire de biodéchets. Leurs déjections peuvent être valorisées en fertilisation et leur constituant, la chitine, peut être valorisée en chimie. Ainsi, la production et la consommation d'insectes offrent de nombreuses voies de recherche. Les approches doivent être nécessairement multi-critères : techniques pour l'élevage, sanitaires et environnementales pour les impacts mais également sociales. En effet, il reste également à convaincre les consommateurs d'intégrer ces nouveaux aliments dans leur régime et surmonter le fameux « Facteur yuk », de dégoût et de répugnance.

inVALUABLE: Insect Value Chain in a Circular Bioeconomy

Lars-Henrik HECKMANN - Danish Technological Institute

Danish Technological Institute, Life Science, Aarhus, Denmark

inVALUABLE is, to-date, the largest R&D project in Europe on insects as feed and food. The project involves 11 partners and runs from January 2017 to December 2019 with a total budget of 3.7M EUR. The vision of inVALUABLE is to create a sustainable resource-efficient industry for animal protein production based on insects. The partners span the entire value chain and include entrepreneurs, experts in biology (entomology and nutrition), biotech, automation, processing and food tech and -safety, as well as an international leading insect producer. This interaction of competences is key to lifting insect production to an industrial level.

Overall, inVALUABLE addresses three major challenges for the insect industry; 1) upscaling of production to industrial level, 2) regulatory issues and 3) consumer acceptance. Together with other large European R&D initiatives, trade associations and networks, inVALUABLE is expected to have a large impact on shaping the growing insect industry.

The presentation of inVALUABLE will give insight into the ongoing and future activities of inVALUABLE – reaching out to external stakeholders to build future collaborations. Initially, an overview of the project will be presented, which will be supplemented with some of the first results that have been generated so far. Below is provided some more background information on the goal and structure of inVALUABLE.

The goal is that inVALUABLE will facilitate Danish industrial insect production and be an enabler of new market opportunities for insects as feed, food and other high-value components. inVALUABLE aims to demonstrate the potential of using insects to meet the increasing demand for protein in the food chain by assessing the following specific objectives: 1) developing an insect value chain using low-value by-products - reintroducing valuable resources back into the food chain; 2) document the nutritional potential of insects using state-of-the-art animal models; 3) combine the best technologies to enable market penetration, focusing on large-scale production, automation and processing; and 4) support Danish/EU authorities on feed/food legislation providing data to ensure safe insect products.

inVALUABLE operates at an applied research level and is organized in three focal areas – Production (PRD), Processing (PRC) and Product Application (PAP) – comprising 9 work packages (WP); including project management which is coordinated by the Danish Technological Institute with a strong focus on dissemination of project activities. Production (PRD: WP1-3) will focus on optimization of the production of mealworms (WP1); improving the understanding of mealworm health and nutrition (WP2); and development of innovative technologies for implementing cost-effective production systems through automation and monitoring of mealworm health (WP3). Processing (PRC: WP4-5) will develop processing methods of feeding substrates and insect biomass using different established and new technologies (WP4); and assess the feed/food safety of the obtained mealworm products as well as regulatory advocacy with relevant stakeholders (WP5). Product Application (PAP: WP6-8) focuses on how mealworm can be applied in feed and food products. WP6 will assess and document the nutritional and health value of such products by the use of state-of-the-art animal models; including the recommended assessment method ‘DIAAS’ for protein digestibility. In WP7, food application of mealworms will be considered including focus on sensory of insect-based products; while WP8 aims at influencing the market and public perception of insects as food through a diverse dissemination strategy including focus on consumer acceptance.

Conception et évaluation de filières de production de farine d'insecte : une approche par scénarios

Catherine MACOMBE - IRSTEA et Joël AUBIN - INRA

La possibilité de développer à l'échelle industrielle de nouvelles filières pour valoriser des farines à base d'insectes dans l'alimentation animale, est l'interrogation centrale du projet ANR DESIRABLE. La question est d'autant plus délicate si l'on veut situer ces nouvelles filières dans les Etats membres de l'Union Européenne, en commençant par la France. A partir de ces éléments, les partenaires du projet ont élaboré des scénarios, et ont procédé à l'évaluation environnementale, sociale et économique des 2 scénarios les plus prometteurs.

Pour élaborer les scénarios de production de 10 000 tonnes de farines d'insecte, 6 variables ont été croisées (donnant plus de 300 scénarios envisageables). Les partenaires se sont réunis pour distinguer 23 scénarios plausibles et intéressants, que nous présenterons brièvement, puis pour choisir deux scénarios à évaluer de manière approfondie. Ces deux scénarios concernent la même espèce d'insecte (*Tenebrio molitor*), le même débouché (alimentation dans les élevages de truite et de poulet), mais le premier s'appuie sur une structure coopérative d'ateliers d'élevage situés dans des exploitations agricoles, tandis que le second décrit une bio raffinerie intégrant élevage et transformation des insectes sur le même site.

Nous avons affiné ces deux scénarios de production de farine d'insecte de manière à les rendre techniquement et logistiquement réalistes, et surtout compatibles avec une organisation du travail cohérente et humainement acceptable. Des enquêtes auprès d'experts des filières agricoles ont permis de préciser les effets potentiels de l'émergence de ces nouvelles organisations de filière de production d'insecte sur les ressources (son de blé) et sur l'aval (autres ingrédients pour l'aliment du

bétail, marchés de la truite et du poulet). Nous discutons enfin les questions soulevées par ce projet, en termes scientifiques, mais surtout en termes de mise en pratiques.

Direct and indirect biorefinery technologies for conversion of organic side-streams into multiple marketable products – BBI-INDIRECT project

Leen BASTIAENS et Maarten UYTTEBROEK - VITO

L. Bastiaens¹, J. Roels², M. Lopez³, M. Uyttebroek⁴, S. Sforza⁴, G. Bruggeman⁵

¹ VITO, Flemish Institute for Technological Research, Boeretang 200, 2400 Mol, Belgium

² Innovatiesteunpunt, Diestsevest 40, 3000 Leuven, Belgium

³ Improve, Rue Fond Lagache, 80840 Dury, France

⁴ University of Parma, Department of Food and Drug, Via Università 12, 43100 Parma, Italy;

⁵ Nutrition Sciences NV, Booiebos 5, 9031 Drogenen, Belgium

‘Management of waste as a resource’ was described in a European roadmap (COM (2011/571) as a milestone to be reached by 2020. On the one hand, there are diverse under-spent side-streams situated at the farmers and post-harvesting level as well as in the associated retail sector. On the other hand, there is a need for new resources, for instance proteins as alternative for soy proteins.

INDIRECT, a three-year EU research project started November 2016, aims to develop biorefinery processes as part of new value chains to convert under-spent side-streams from the agro-sector and processing sector into useful marketable products. Cascading processes (recovery of multiple compounds from the same feedstock) are envisioned to increase the conversion efficiency and maximise the values of the feedstock. Direct biorefinery of the biomass will be compared with indirect biorefinery. The latter refers to the two-step process that can cope with the heterogeneity of side-streams. In a first step the heterogenic feedstock is converted to homogenous biomass using **insects**. Insects are able to convert a variety of feedstocks into a more homogenous biomass, being their own biomass. In a second step, the insect biomass is further fractionated into a lipid, protein and chitin fraction, that all three have potential towards marketable end products. The direct approach (without the insect conversion step) which is being explored for green leaves, is expected to be more seasonally variable compared to the indirect biorefinery approach, but generates a larger variety of compounds. The project foresees to process the derived fractions further into multiple marketable products for the feed, food and chemical sector.

The multidisciplinary INDIRECT consortium consists of 9 partners from four countries (Belgium, The Netherlands, France & Italy), comprising 2 research organisations (VITO & University of Parma), 5 industrial partners (Nutrition sciences NV specialized in feed additives, two insect farms Millibeter & Proti-Farm R&D, IMPROVE specialized in plant proteins, and CHEMSTREAM focusing on chemical application), a non-profit organisation that works in close contact with farmers and processing industry (Innovatiesteunpunt) and a project supporting company (Temperio). The project (www.bbi-indirect.eu) is coordinated by VITO.

This project has received funding from the Bio Based Industries Joint Undertaking under the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 720715.

L'insecte sous toutes ses formes ; approche marketing et pédagogique de nouvelles sources de protéines

Florian NOCK - JIMINI'S

L'évolution des connaissances et de l'acceptation des insectes comme ressource alimentaire en France et en Europe a beaucoup évolué ces dernières années.

Avec une attention croissante des médias, institutions et du corps scientifique, l'idée que les insectes comestibles puissent entrer dans nos régimes alimentaires prend peu à peu forme.

Comment faire pour que « les insectes, la nourriture du futur » commencent à être considéré dès aujourd'hui comme une ressource alimentaire ?

JIMINI'S a été créée en 2012 par Bastien et Clément avec l'ambition d' « alimenter » les insectes. Pour mener à bien cette longue et périlleuse mission, JIMINI'S s'est focalisé dès le départ sur 2 aspects :

- Un produit adapté avec une attention particulière sur le goût, l'aspect nutritionnel, le packaging ; le tout adapté au moment de consommation désiré.
- L'aspect éducatif se focalisant sur le message véhiculé, les informations données et la transparence.

Afin de rendre les insectes « exceptionnellement normaux », la première gamme de produits développée a été une gamme d'insectes entiers pour l'apéritif.

Il y a 5 ans, encore plus que maintenant, les insectes étaient considérés comme repoussants et leur consommation, au mieux comme une pratique lointaine, au pire comme une punition pour perdants de jeu de télé-réalité.

Développer un produit pour l'apéritif paraissait le plus pertinent. C'est en effet un moment convivial, propice aux nouvelles découvertes où les discussions s'engagent et les esprits s'ouvrent.

Afin de rassurer le consommateur, un effort tout particulier a été apporté au packaging. Il fallait le faire sortir du commun, mettre en avant les insectes et fournir toutes les informations nécessaires engageant à la consommation d'insectes.

Afin de familiariser le consommateur, il fallait également adapter les insectes au palais français. Ainsi une fois la barrière de l'apparence franchie, il est aisé de se « raccrocher » à des sensations organoleptiques connues.

Afin de rendre l'insecte alimentaire et appétissant, notre expérience nous a montré qu'employer un ton décalé et enjoué était le plus adapté pour dédramatiser la consommation d'insectes.

En parallèle, pour ne pas perdre de vue, les buts et enjeux de la consommation d'insectes, nous avons fait le choix de nous engager auprès des écoles et événements associatifs pour éduquer les consommateurs d'aujourd'hui et de demain.

Ces stratégies ont permis à plus d'un million de personnes à travers l'Europe de « sauter le pas » et de goûter aux insectes.

Avec une filière qui se professionnalise et un secteur en pleine expansion qui commence à prendre forme, est-ce que ces stratégies permettront d'intégrer durablement les insectes dans notre environnement alimentaire ?

Quelles seront les nouvelles stratégies à mettre en place afin de passer « l'effet tendance » des insectes ? C'est le défi de notre nouvelle gamme de produits.

Acceptabilité par les consommateurs des farines d'insectes dans l'alimentation animale

Sylvaine PORET - INRA

*Pascale Bazoche & Sylvaine Poret
ALISS UR1303, INRA, F-94200 Ivry-sur-Seine, France*

L'utilisation de protéines d'insectes devrait être autorisée dans l'alimentation de poissons d'élevage à partir du 1er juillet 2017 dans l'Union Européenne. Face à cette opportunité de la filière piscicole, une question importante est l'acceptabilité des produits par les consommateurs. C'est pourquoi, dans le cadre du projet ANR DESIRABLE, il était important de savoir si les consommateurs étaient prêts à consommer des produits provenant d'animaux nourris avec des aliments à base d'insectes ? Afin d'analyser les comportements, les opinions et les attitudes des consommateurs vis-à-vis des poissons

d'élevage nourris avec des farines d'insectes, nous avons mené une expérience de choix en ligne auprès de 327 personnes recrutées par la méthode des quotas. Les connaissances préalables des consommateurs interrogés sur l'impact de l'utilisation de farines ou d'huiles de poissons dans l'alimentation des poissons d'élevage étant très incertaine, nous avons fourni à la moitié de l'échantillon une information sur les bénéfices des farines d'insectes au niveau des ressources halieutiques en tant que substituts aux farines de poissons. La comparaison des deux groupes nous permet ainsi de déterminer dans quelle mesure une campagne d'information pourrait impacter la valorisation des produits. Les participants à notre étude ont réalisé 16 choix hypothétiques, deux à deux, entre un paquet de filets de truite standard et un paquet portant un label/logo « nourrie avec des insectes » à des niveaux de prix différents. Ils ont ensuite répondu à plusieurs questionnaires : perception de l'alimentation des poissons et truites d'élevages, perception de l'élevage de truites avec des insectes, attitude sur la possibilité de consommer des poissons d'élevage nourris avec des aliments à base d'insectes, mesure de la néophobie alimentaire. Les résultats de cette étude sont très riches et intéressants. Pour 15,29% des participants, consommer des truites nourries avec des aliments à base d'insectes, c'est dégoûtant. Ce chiffre atteint 20,49% lorsque les participants ne sont pas informés des bénéfices de la filière insecte sur les ressources halieutiques, contre 9,94% s'ils sont informés. 67,58 % de notre échantillon serait prêt à consommer des poissons d'élevage nourris avec des aliments à base d'insectes. Ce chiffre passe à 73,92% dans le sous-groupe informé, contre 61,45% dans le sous-groupe non informé. Les variables les plus explicatives (dans les régressions logistiques) des attitudes positives vis-à-vis de la consommation potentielle de poissons d'élevage nourris avec des farines d'insectes sont le genre, le fait d'avoir été informé sur les bénéfices de la filière insectes, et les mesures d'échelle sur la néophobie alimentaire. L'étude des choix hypothétiques des participants montrent que l'utilité des participants diminue pour le produit portant le logo « nourrie avec des insectes » par rapport au produit standard, mais l'effet du label sur l'utilité est complètement inversé dès lors que le participant est informé. L'information sur les bénéfices de la filière insectes apparaît comme un élément déterminant de l'acceptabilité par les consommateurs.

Résumés des posters

POSTER #7 - SESSION 1

IFWA project: sustainable use of insects to improve livestock production and food security in smallholder farms in West Africa

Marc KENIS - CABI

In West Africa, as in many parts of the world, indigenous poultry and fish farming practised by smallholder farmers and fish farmers suffer from the increasing cost of feed. In particular, protein sources (e.g. fish meal, groundnut cake and soybean) are hardly available for village poultry farming and small-scale fish farming, which suffer from quantitative and qualitative food shortages. Insects, which are a natural food source of poultry and fish and are rich in protein and other valuable nutrients, can be used to improve animal diets, a practice which is now strongly promoted by the FAO as a tool for poverty alleviation. In particular fly larvae can be obtained from freely available organic waste material, and termites, which are a traditionally provided to chicks in rural Africa, can be enhanced by simple methods. In a project funded by the R4D programme of the Swiss agency for Development and Cooperation and the Swiss National Science Foundation, two partners from Switzerland and six partners from three West African countries are testing the hypothesis that fly larvae and termites are an economically, socially and environmentally viable source of protein for poultry and fish feed in smallholder farms in West Africa. The concrete objectives of the project are (1) to develop appropriate methods for fly larvae and termite production and utilisation in smallholder farming systems in West Africa based on waste material; (2) to understand and ensure the social, economic and environmental sustainability of the proposed innovations; (3) to validate and implement the innovations with the beneficiaries, and disseminate the project's findings to the stakeholders, general public, scientific community and policy makers.

Outils moléculaires de traçabilité pour l'élevage du charançon des palmiers en Afrique tropicale

Philippe LE GALL - UMR EGCE IRD

Raphaël de Laage de Meux, Claire Capdevielle-Dulac, Nicolas Pollet, Gilles Flutsch, Philippe Le Gall

L'élevage au Cameroun des larves comestibles du charançon des palmiers, *Rhynchophorus phoenicis* (Dryophtoridae), rencontre deux problèmes. Premièrement, la cohabitation en altitude avec une autre espèce, *R. quadrangulus*, dont les larves ne sont pas différenciables morphologiquement et vivent sur la même plante hôte. Deuxièmement, une forme jaune et une forme blanche de larves de *R. phoenicis* sont connues, mais non identifiées. Pour se conformer aux réglementations sur la traçabilité des produits alimentaires, nous avons mis en œuvre des outils moléculaires discriminant les deux espèces et les deux phénotypes larvaires de *R. phoenicis*. Pour cela, nous avons réalisé un échantillonnage dans six localités au Cameroun, puis séquencé les marqueurs moléculaires COI et microsatellites des individus récoltés. Les 95 séquences de COI obtenues nous ont permis de concevoir un outil d'identification par PCR fiable, pratique et de coût raisonnable pour garantir l'identité spécifique des larves. Les marqueurs microsatellites testés n'ont pas amplifié l'ADN des *R. phoenicis* et nous n'avons donc pas pu différencier les populations et formes larvaires. Les séquences de COI que nous avons obtenues étaient variables (0,16 % à 2,65 % de divergence), à la fois très similaires entre les deux catégories de larves, écartant ainsi l'hypothèse d'une différence spécifique, mais aussi quasiment toutes différentes, ne permettant donc pas un regroupement par phénotypes larvaires. Enfin, les causes liées à l'alimentation sont à écarter car nous avons trouvé les deux formes larvaires sur les mêmes espèces de palmiers.

Les produits céréaliers QUALISTA® : une solution innovante pour la sécurité sanitaire des élevages d'insectes

Pascal SAINT-VAL - Green Technologies

Pascal Saint Val, Jean-Luc Baret; Green Technologies, Avenue du Général Patton, 35400 Saint Malo

L'entomo-culture offre une large variété d'applications existantes ou potentielles qui implique le développement d'aliments adaptés à la production en masse. Idéalement les matières premières et ingrédients destinés à la nutrition des insectes devraient être exempts de contaminants nuisibles à leur développement et aux utilisations envisagées en raison du risque d'accumulation de ces contaminants dans la biomasse d'insectes.

Dans la pratique, les contaminants microbiologiques ou chimiques des céréales, comme les produits phytosanitaires, peuvent avoir un rôle négatif et accroître la mortalité des insectes. Assurer la qualité zootechnique de l'entomo-élevage passe donc par l'utilisation de produits céréaliers ayant des teneurs en résidus d'insecticides (et plus généralement de pesticides) les plus faibles possibles.

Le procédé Oxygreen®, développé par Green Technologies, consiste en un traitement homogène des céréales par un flux d'**ozone** gazeux sous légère surpression dans un réacteur spécialement conçu. Les produits issus de ce procédé sont commercialisés sous la marque **Qualista®**. En exploitant pleinement le pouvoir oxydant remarquable de l'ozone, Oxygreen® permet de minimiser les teneurs résiduelles en contaminants des céréales et des produits de mouture, notamment des insecticides, à des niveaux inégalables par les techniques industrielles conventionnelles.

Les produits Qualista® présentent donc **un très haut niveau de qualité sanitaire** comparativement aux valeurs de référence admises pour les insecticides en nutrition humaine et sont particulièrement adapté à l'alimentation de différents insectes. De plus, l'action de l'ozone sur les constituants des grains améliore également leur digestibilité et donne un intérêt supplémentaire à l'utilisation des sons Qualista®, fraction de mouture la plus riche en protéines, minéraux, vitamines et fibres alimentaires.

Certains industriels attentifs à la qualité sanitaire de leurs élevages les utilisent déjà dans leurs productions commerciales.

POSTER #6 - SESSION 2

Isolation of microorganisms with antimicrobial activity from the digestive tract of *Hermetia illucens* larvae

Michel SAUVAIN - Institut de Recherche pour le Développement

Yesenia Correa¹, Katherine Carrillo¹, Romina Pacheco¹, Jorge Ruiz², Elisa Roncal³, Daniela Álvarez¹, Denis Castillo¹, Patricia Sheen³, Mirko Zimic³, Beatriz Bustamante⁴, Jasmin Hurtado², Cédric Dufloer^{1,5}, Michel Sauvain^{1,5}

¹LMI-LAVI, Institut de Recherche pour le Développement (IRD) - Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH). LID, UPCH, Lima, Perú.

²Laboratorio de Biotecnología Ambiental. LID, UPCH, Lima, Perú.

³Laboratorio de Bioinformática y Biología Molecular. LID, UPCH, Lima, Perú.

⁴Laboratorio de Micología Clínica. Instituto de Medicina Tropical - UPCH, Lima, Perú.

⁵UMR 152 PHARMA-DEV. Université de Toulouse, IRD, UPS, Francia.

Email: michel.sauvain@ird.fr

More than 70% of pathogenic bacteria for humans and farm animals are resistant to most commercial antibiotics, generating a growing interest in the search for alternative sources of new antimicrobial compounds. The larvae of *Hermetia illucens* (BSF) have the capacity to eliminate pathogens of their own environment, due to their intestinal microbiota that competes against them. BSF larvae were bred, using chicken manure and feed as diets to isolate microorganisms from their digestive tract. Antimicrobial activity against *Salmonella enterica* ATCC 13311 and *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 was tested by means of the co-culture technique. Each isolate was identified by morphological, biochemical and molecular tests. We were able to identify 57 yeasts of the genus *Bullera*, *Candida*, *Pichia*, *Stephanoascus* and *Trichosporon* and one strain of the order Trichosporanales and 15 filamentous fungi belonging to the genus *Ascosphaera*, *Aspergillus*, *Monascus*, *Penicillium* and *Scopulariopsis*, in addition to a fungus of the order Onygenales. Five strains of the genus *Aspergillus*, *Penicillium*, *Pichia* and two strains of the order Onygenales and Trichosporanales were active against *S. enterica* and/or *S. aureus*. 68 strains of bacteria were isolated from the digestive tract of larvae, which belonged to the genus *Achromobacter*, *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Ignatzschineria*, *Klebsiella*, *Lysinibacillus*, *Methylobacterium*, *Morganella*, *Oceanobacillus*, *Paenalcaligenes*, *Paenibacillus*, *Proteus*, *Providencia*, *Stenotrophomonas*, *Streptomyces* y *Vagococcus*. The seven most active species against the above-mentioned pathogens belong to the genus *Achromobacter*, *Bacillus*, *Enterococcus* and *Providencia*. The next step will be the characterization of compounds responsible for antibiotic activity in selected species.

Factors influencing *Serratia marcescens* infection of *Tenebrio molitor* in industrial rearing

AGNES REJASSE - INRA-MICALIS

Zoé Tourrain^{1,2}, Agnès Rejasse¹, Florent Dupriez², Thomas Lefebvre², Christina Nielsen-LeRoux¹

¹ INRA MICALIS 4 avenue Jean Jaurès -78352-Jouy-en-Josas -France

² YNSECT Evry Genopole 1, rue Pierre Fontaine -91058 Evry -France

The goal of industrial insect rearing is to produce large amount of high quality insects, in a short time, following safety, secure and sanitary conditions. Insect rearing diseases are caused by pathogens that can compromise insect quality and production. It is therefore of importance to get knowledge on pathogen issues such as: diversity, prevalence virulence, means for detection but also on abiotic rearing conditions influencing insect sensitivity to pathogens.

In this study, we focus on *Serratia marcescens* infectious signs detection in populations of yellow mealworms *Tenebrio molitor*. This red-pigmented gram-negative enterobacterium is considered as a potential or facultative pathogen for humans and insects, and favorably developed in insect farming (Bucher 1963) when rearing conditions are degraded. It is not pathogenic when present in the gut but once in the hemocoel it multiplies causing lethal septicaemia. Stressful biotic or abiotic events can weaken insect and facilitate *S. marcescens* infection. This study aims to identify factors that can facilitate *S. marcescens* infection and then to develop methods for an early detection of contaminated insects in mass production. Several series of challenging tests were set up on *T. molitor* larvae: i) direct subcuticular injection, (ii) ingestion of *S. marcescens* contaminated feed iii) co-infection with *S. marcescens* and a virulent *Bacillus thuringiensis* inoculated feed and iv) combination of stressors and *S. marcescens* contaminated feed ingestion. In this last assay, we test abiotic factors (light exposure, starvation, density, injuries, temperature, humidity, agitation) in different combination in order to study their impact on *T. molitor* survival, feed consumption and growth performances. Finally molecular detection of *S. marcescens* by PCR and q-PCR was performed in order to assess the detection threshold in feed and insects.

Evaluation et maîtrise du risque chimique pour la valorisation des insectes dans l'alimentation animale

Kevin HIDALGO - INRA

*Hidalgo Kevin ; Meurillon Maïa ; Ratel Jérémy ; Erwan Engel
INRA UR 370 Qualité des Produits Animaux (QuaPA), Equipe Micro-contaminants Arôme et Sciences Séparatives (MASS)*

Dans un contexte de raréfaction des ressources naturelles, de recul de surface des terres agricoles, et de forte dépendance en protéines pour l'alimentation animale, la valorisation des insectes comme source de protéines est une solution alternative, efficace et durable (van Huis, van Itterbeeck et al. 2013). L'engouement porté par les industriels et les récentes réglementations européennes pour la valorisation alimentaire des insectes à destination des animaux d'élevage nécessitent d'évaluer les risques sanitaires (chimiques, biologiques, allergènes, etc.) induits par la consommation d'insectes et/ou de produits à base d'insectes chez les animaux d'élevage et chez l'Homme.

Dans l'équipe INRA MASS (Micro-contaminants, Arôme et Sciences Séparatives), les recherches que nous menons ont pour objectif une meilleure maîtrise de la sécurité chimique des produits alimentaires sous contrainte de durabilité de la chaîne d'élaboration et de préservation des autres dimensions de la qualité (nutritionnelle et sensorielle). Plus précisément, nos travaux s'articulent autour de trois axes stratégiques :

- 1) Détecter et mieux évaluer les risques liés aux contaminants chimiques (HAPs, PCBs, retardateurs de flammes bromés, dioxines, phytosanitaires, etc.) en étudiant l'impact de phénomènes susceptibles d'en moduler la présence, la bioaccessibilité par l'organisme ou la métabolisation ;
- 2) Réduire l'impact santé des composés à risque générés au cours des procédés de production et de transformation (formulation, cuisson) tout en préservant l'acceptabilité du produit vis-à-vis du consommateur ;
- 3) Proposer des outils de diagnostics alternatifs et précoces (toxicogénomique) permettant de détecter plus systématiquement les produits contaminés et les écarter du marché.

Dans une démarche de certification, la question du risque chimique dans les élevages d'insectes peut être étudiée par les expertises et outils que nous développons dans les trois axes stratégiques. Par le biais d'exemples issus de nos précédents travaux, nous présentons un exemple de démarche analytique permettant de diagnostiquer, évaluer et maîtriser de manière continue le risque chimique depuis les premières phases de l'élevage à la production des produits à base d'insectes et leur digestion et métabolisation par les animaux d'élevage/l'Homme.

Références :
van Huis, A. ; Van Itterbeeck, J. ; Klunder, H. ; Mertens, E. ; Halloran, A. ; Muir, G. ; Vantomme, P., 2013. Edible insects - Future prospects for food and feed security. FAO Forestry Paper 171

Assessment of the palatability and digestive tolerance in dogs of a new diet based on insect as the protein source

Isabelle LERICHE - VIRBAC NUTRITION - 252 rue P. Lamour - 30600 Vauvert - France

Introduction: Recent research has shown that insect may be an alternative source of protein for animal nutrition. Insect could also represent a “novel” protein source for managing adverse food reactions in pets. Most publications describe the high-quality nutritional profile of selected insect species, but little information has been available about the tolerance in dogs of diets prepared with such proteins. The objective of this study was to evaluate the palatability and digestive safety of a new dry hypoallergenic diet in dogs.

Material & Methods: 26 healthy adult client-owned dogs were monitored for 28 days. After a 4-day diet transition, they were fed exclusively with the new diet, formulated to meet FEDIAF requirements for adult dogs, and characterized by mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) as the protein source. Owners filled in online multiple-choice questionnaires on D0 (basal assessment with usual diets), D7, D14 and D28. To evaluate the tolerance of the diet, 4 parameters were assessed: faecal score (from 1=very dry to 5=watery), faeces odour (from very slightly odorous / very acceptable to very odorous / unbearable), faeces quantity, and frequency of flatulence (from never to several times a day). Owners then had to compare these parameters with basal assessments in order to describe any degradation or improvement in their dogs' status. They also evaluated palatability, coat condition and their general satisfaction. Wilcoxon signed rank and Mc Nemar's tests were performed to compare each parameter at different times, with a significance threshold of 5%.

Results: The mean faecal score was similar (2.3 ± 0.6) on D0 and D28, none of the dogs presented diarrhea during the study. Faeces odour did not change significantly when switching to the test diet. On D28, owners declared that faeces quantity was increased in 31% dogs. On the contrary, they noticed that the frequency of flatulence was decreased in 47% dogs. Palatability of the test diet was described as good or very good by 96% owners, with no significant change throughout the study, and 50% dogs showed preference for the new diet vs their usual diet. Coat condition did not significantly change. Finally, 85% of owners declared to be satisfied by the test diet and its effects on their dogs' health status.

Conclusion: These preliminary results showed the good tolerance of the new diet in healthy adult dogs. The next step will consist in testing the diet in dogs with diagnosed adverse food reaction.

The dynamics of inheritable cultural gastronomy in relation to commercial food product-positioning within Europe

Evelien DONKERS - JIMINI'S

To make novel food products a commercial success, they have to be positioned in the right way. In Europe, different nationalities inherited different gastronomic cultures. Choosing a different positioning strategy based on these differences leads to different adoption behaviour of novel food products.

When it comes to the insights on positioning of food products adjusted to regions the following events were important: in 1983 there was Levitt's influential statement "think global, act local", in 1998 Askegaard's work on differences at national and regional level in food-related behaviour was published and in 2006 Trichopoulou confirmed this statement by saying that traditional foods still left an imprint on the contemporary diet. However, through globalization the world is becoming increasingly uniform; technological advancement has increased global accessibility, product transportation has become easier, and the internet enables people to individually access an enormous amount of information and to get in touch with others fairly easily.

In order to examine whether this still is the case in 2017 within Europe, a multi-lingual survey was carried out within five European countries (The Netherlands, Germany, France, Italy and Spain) primarily by the use of social media. In this survey an exquisite experience for the respondent was the focus of attention. To compare the obtained data and to see if there were differences between nationalities the data was analysed in SPSS using ANOVA, MANOVA and RM-MANOVA tests.

The results show that there are significant differences between European nationalities when it comes to novel food acceptance. The proposed conceptual framework provides the key factors that influence novel food adoption behaviour.

Keywords novel foods, edible insects, edible algae, positioning, food neophobia, food choice motives, European consumers behaviour, gastronomic heritage, influence of information on consumer behaviour, influence of knowledge on consumer behaviour, consumer adoption behaviour.

POSTER #5 - SESSION 3

Utilization and growth performance of Nile tilapia fed Asian Latrine fly maggots

Zulkernian AKHTER - Norwegian University of Life Sciences, Norway

The overall aim of the study was to estimate the digestibility of maggots by modifying diet replacement method, checking if fermentation activity occurs in mid to last part of intestine in Nile tilapia, and to evaluate the maggots potential as source of protein and lipid by conducting a growth trial. An eight-day digestibility and 28-day growth trial was conducted to evaluate the digestibility of Asian latrine fly, *Cryosoma megacephala* maggots and, the growth performance parameters of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* fed with maggots as the only source of protein and lipid. For digestibility trial, basal diet was replaced with one third and two third maggots.

Feces were collected by dissecting the fish. Apparent digestibility coefficient for mid and distal parts of intestine were evaluated separately for energy, nitrogen and minerals, Ca, k, Mg, P, Zn.

No significant differences of ADC of nitrogen was observed for three diets. ADC of energy for two third maggot diet was significantly ($P < 0.05$) higher than one third replaced maggot diet and basal diet made of all plant protein sources. ADC of minerals showed high variations because of water borne mineral uptake by the fish. Cumulative feed intake (g), weight gain (g), final weight (g) and feed conversion ratio did not shown any significant differences for the fish fed with the maggot diet and the fish fed with the plant diet.

Keywords: maggot, digestibility, Nile tilapia, growth

Structural studies on soluble insect proteins extracted from *Tenebrio Molitor* larvae

Camille LOUPIAC - AgroSup Dijon, Equipe PCAV, UMR PAM

Camille Loupiac^{1*}, Shobiga Saravanapavan^{1,2}, Nadège Silvera², and Samir Mezdour²

¹- UMR Procédés Alimentaires et Microbiologiques, Equipe de Physicochimie des Aliments et du Vin, AgroSup Dijon-Université de Bourgogne Franche Comté, 21000 Dijon, France

²- UMR Ingénierie Procédés Aliments, AgroParisTech, Inra, Université Paris-Saclay, 91300 Massy, France

*contact: camille.loupiac@agrosupdijon.fr

The current global context of food market and protein consumption is dominated by a degradation of the environment, an increase of the density of population and a rarefaction of the agricultural and natural resources available for their productions. In spite of the deep interest for insects, as natural resources rich in proteins with high efficiency on their productions, scientific and technological steps have to be raised before to be incorporated as protein ingredients in human food formulation or even in animal feeds. Only few recent studies have focused on the functionalities of these new sources of proteins, and even less have target the relationship between extraction processes (temperature, solvent, mechanical stress...) and functionalities [Bou-maroun, 2013; Azagoh et al., 2016]. Almost nothing is known on the different soluble fractions in term of structure of the proteins (molecular mass, aggregation, folding...) and the impact of the extracting processes on these structural characteristics has not be studied. However, it is well known from the previous studies performed on conventional sources of proteins (milk, meat, eggs etc...) that the adding-value and valorization of proteins as ingredients is linked to the amount of knowledge that the users have on their structural properties. We will present the results we obtained by calorimetry, infrared spectroscopy, chromatography and electrophoresis on the structural characterization of the protein soluble fraction obtained from *Tenebrio Molitor* larvae. We performed a study on the impact of the temperature of extraction on the structure of the proteins and it appears that a temperature of 45°C is the most efficient to recover a high quantity of soluble proteins and to prevent aggregation of these proteins.

E. Bou-Maroun, C. Loupiac, A. Loison, B. Rollin, P. Cayot, N. Cayot, E. Marquez, A. Medina, *Food and nutrition Sciences*, 2013.

C. Azagoh, F. Ducept, R. Garcia, L. Rakotozafy, M-E. Cuvelier, S. Keller, R. Lewandowski, S. Mezdour, *Food Research International*, 2016.

Insect biorefinery - Insects as animal feed- PROJECT DESIRABLE

Samir MEZDOUR - AgroParisTech

In a context of resource scarcity, population growth, environment destruction and food supply dependency, new solutions to produce food resources need to be explored. One of these solutions is the insects which seem to be a credible solution for human food as well as animal feed. However, the development of production and use of insect-based ingredient for the food and feed industry is faced with numerous problems. Thus, ongoing research projects across Europe will notably explore the insects for underexploited waste streams, and for local supply of protein rich materials, as the industry highly relies on importations of products that contribute to natural resources depletion. Such solutions, however, need to be considered with regard to their social acceptance, environmental sustainability, economic profitability and technological feasibility.

The ambition of the project DESIRABLE: DESigning the Insect bioRefinery to contribute to a more sustainABLE agro-food industry” is covering the entire new insect-based industrial sector, from the sourcing to feed the insects, which will be transformed into PRM, through to final consumption in poultry and fish farms. Desirable aims to assess the performances of the larvae of the mealworm and the soldier fly in fish and poultry diets. These species naturally include insects in their diet. The project also includes a social and environmental study of the impact of circular integration of insect industries in connection with other agrifood systems.

POSTER #16 - SESSION 3

Première étape d’une démarche de formulation raisonnée de steaks d’insectes intégrant les pratiques et attentes des consommateurs

Charlotte FLORET - JIMINI'S et AgroParisTech INRA UMR 1145 GENIAL

C. Floret ^{1,2}, S. Mezdour ¹, C. Michon ¹, A. Le Talludec ², B. Rabastens ², C. Scellier ², J.M. Sieffermann ¹

¹ UMR Ingénierie Procédés Aliments, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, 91300 Massy, France

² JIMINI'S, Entoma SAS, 61 avenue de Saxe, 75 007 Paris, France

Selon le rapport de 2013 de l’Organisation des Nations Unies pour l’alimentation et l’agriculture (FAO), il est urgent d’augmenter la production de protéines pour satisfaire une demande croissante en lien avec la croissance démographique et l’évolution des modes alimentaires. De nombreux facteurs militent en faveur d’un développement au niveau mondial, de la consommation d’insectes, intéressante du fait de ses impacts environnementaux, ses apports nutritionnels et ses retombées économiques. Cette pratique reste pourtant marginale chez les populations occidentales pour lesquelles l’entomophagie relève surtout de la curiosité et nécessite une évolution des mentalités. La réinsertion des insectes dans notre alimentation nécessite dès lors des efforts spécifiques de recherche et développement afin de lever ces barrières. Jimini’s, implantée sur le marché innovant et concurrentiel de l’insecte comestible depuis 2012, ambitionne de populariser la consommation d’insectes en proposant prochainement un steak d’insectes. L’entreprise s’est donc associée avec l’UMR Ingénierie Procédés Aliments (GENIAL) AgroParisTech/INRA afin de mettre en place une démarche de formulation raisonnée en mobilisant les compétences de l’unité, d’une part en physicochimie au service de la compréhension et de la maîtrise des interactions produits/procédés et d’une part en ingénierie sensorielle et approches consommateurs.

Pour s’assurer du succès durable des produits développés compte tenu de la matière première utilisée, les consommateurs ont été placés dès le début des travaux au centre du processus de développement. Pour définir les caractéristiques du steak d’insecte cible, une étude de la diversité des steaks hachés de bœuf a été effectuée afin d’établir une cartographie des produits sur la base de leurs propriétés de structure, de composition, de prix, de conditionnement et de conservation. Cette étude a mis en évidence un impact des caractéristiques du steak cru et du mode de cuisson sur les caractéristiques du steak cuit. Pour caractériser la diversité des pratiques de cuisson, en termes de matériel utilisé, d’étapes réalisées, de gestes effectués, d’ingrédients utilisés, un échantillon de 50 personnes a été observé durant la cuisson libre d’un steak haché de bœuf boucher en présence d’une panoplie de matériel, puis ont été interrogés pour récolter les termes générés spontanément décrivant leur produit cuit, leurs pratiques de cuisson, leurs sensations. Cette étude démontre qu’il n’existe pas UN mais PLUSIEURS profils de consommateurs, d’attentes, de préférences, de pratiques de cuisson des steaks hachés. La cuisson étant une étape clé dans le développement des arômes et de la texture, il sera nécessaire de le prendre en compte lors de la formulation du steak d’insectes et des tests consommateurs.

Development of real-time PCR targets for the detection of *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* in feed

Aline MARIEN - Walloon Agricultural Research Center (CRA-W), Unit Authentication and Traceability

Insects are rich in proteins and could be an alternative source of macronutrients to feed animals and humans. Numerous companies have started the production of insects for feed purposes. In Europe, the processed animal proteins obtained from seven insect species have been authorized since the 1st of July 2017 for aquaculture by EU regulation 2017/893. Methods of authentication are required to check the conformity of the products. In this study, we propose real-time PCR methods for the specific detection of the mealworm (*Tenebrio molitor* L) and the black soldier fly (*Hermetia illucens* L), two of the most widely used insects for feed production. Two targets for the detection of *T. molitor* (94 bp and 114 bp) and one target for the detection of *H. illucens* (67 bp) are described. These qualitative methods were tested according to several performance criteria. The specificity of each target was tested against a minimum of 34 insect species. The specificity was also checked against plant species and other animal species as crustaceans, mammals and birds.

The sensitivity was assessed through the AFNOR XP V03-020-2 standard approach using the LOD6 method. All the methods reached the recommended performance criteria ($LOD \leq 20$ copies).

Moreover, for the *H. illucens* PCR assay, the efficiency and robustness were also successfully tested.

The applicability of the tests was proved through the analysis of real-life processed samples (industrial meals).

Etude et optimisation de la délipidation mécanique des larves d'insectes dans une démarche de bioraffinerie

Samir MEZDOUR – AgroParisTech, Houcine Mhemdi¹, Christiane Azagoh², Eugène Vorobiev¹, Samir Mezdour²

¹ Université de Technologie de Compiègne, Département de Génie des procédés Industriels, Unité Transformations Intégrées de la Matière Renouvelable (UTC/ESCOM, EA 4297 TIMR), Centre de Recherche de Royallieu, B.P. 20529-60205 Compiègne Cedex, France

² UMR Ingénierie Procédés Aliments, AgroParisTech, INRA, Université Paris-Saclay, 91300 Massy, France

Plusieurs études récentes ont montré l'intérêt des insectes comme une source inépuisable de composés valorisables pour des secteurs tels que l'agroalimentaire (protéines pour l'alimentation humaine et animale), l'énergie (acide gras pour la production de biocarburant). Malgré le vif intérêt pour ces insectes, il reste des verrous scientifiques et technologiques à lever pour envisager une production de nouveaux produits et ingrédients à base d'insectes, à l'échelle industrielle. Parmi ces verrous, nous pouvons citer le coût aussi bien énergétique qu'environnemental des procédés d'extraction qui s'appuient généralement sur l'utilisation de solvants.

Dans ce contexte, AgroParisTech et l'UTC ont initié une collaboration qui visait à tester la faisabilité technique et économique de l'utilisation de la technologie du pressage pour délipider des larves

d'insectes pour une extraction plus efficace et plus économe des molécules d'intérêts. Les molécules visées sont essentiellement les protéines et les lipides.

Pour ce faire, des larves de vers de farine ont été utilisées dans cette étude. Le pressage a été réalisé en discontinu à l'aide d'une presse hydraulique de laboratoire (EN/PN, Creusot-Loire, Le Creusot, France) et en continu en utilisant une presse à vis continue (TermoHaake GmbH, Allemagne). L'effet des conditions de pressage (température, pression et vitesse de rotation) sur la teneur en lipides dans le gâteau a été étudié afin de maximiser l'extraction des lipides et préserver les protéines dans le tourteau.

Le pressage mécanique a permis de fractionner les larves en une fraction solide riche en protéines appelé gâteau de pressage et une phase liquide riche en lipides appelé extrait. Les essais de pressage discontinu ont montré que l'application d'un pressage par paliers croissants successifs (20, 40 et 60 bars) permet de mieux extraire les lipides par rapport à un pressage à pression constante (100 bars). Par ailleurs, l'augmentation de la température de 15 à 50°C augmente le rendement d'extraction des lipides de 55% à 63% et permet de mieux déshydrater le gâteau de pressage.

En pressage continu, les résultats ont montré que la teneur en lipides dans le gâteau sec obtenu à 10 tr/min est relativement supérieure à celle du gâteau obtenu à 20 tr/min que ce soit à 15 ou 50°C. Les mesures de la pression de sortie de la presse ont montré que la pression de sortie à 10 tr/min est supérieure à celle à 20 tr/min (20 bars vs. 15 bars). Un rendement d'extraction d'environ 50% a été obtenu à 20 tr/min et à 50°C.

POSTER #14 - SESSION 4

Planète Cétoines, une Association engagée dans l'étude et la valorisation des coléoptères

Philippe LE GALL - UMR EGCE IRD

Gilles Flutsch, Hervé Chevillotte, Sébastien Rojkoff, Raphaël de Laage de Meux, Philippe Le Gall
Association fondée le 18/11/2003, son siège social est sis à F91940 Gometz le Chatel, 81bis route de Chartres

Sa vocation est de promouvoir la connaissance des insectes coléoptères sapro-xylophages. L'association a créé la publication *Cetoniimania* et le Président de l'association est toujours Directeur de publication de cette revue, *Cetoniimania* étant maintenant éditée par l'Association Magellanes spécialisée dans l'édition d'ouvrages scientifiques sur les coléoptères. Depuis deux ans, l'association a été relancée afin de finaliser la mise en œuvre d'une base de données la "Plateforme des Scarabaeoidea d'Afrique Centrale", pour laquelle l'association souhaite s'engager dans le développement de l'imagerie 3D d'insectes. L'association participe au développement d'Association à buts similaires dans les pays en développement. On peut citer à cet égard l'exemple de l'association Living Forest Trust au Cameroun dont M. Philippe Le Gall est Président d'Honneur et MM. Gilles Flutsch et Hervé Chevillotte membres bénévoles. Avec cette association, nous travaillons à décrire la biodiversité des régions fortement impactées par les changements environnementaux et au développement d'une économie locale basée sur la production écologiquement durable d'insectes comestibles par l'homme. Pour cela, l'association développe des projets autour de l'élevage des insectes d'intérêt.

Parcours des intervenants et des membres des comités

Joël AUBIN

Joël Aubin is a research engineer at INRA, in the UMR SAS at Rennes. He holds a PhD thesis on Life Cycle Assessment (LCA) of aquaculture systems, and a HDR. His research focus is on the environmental assessment of animal production systems, particularly aquaculture. He is recognized for his expertise in multicriteria assessment of the sustainability of agricultural and aquaculture systems. He manages the multi-criteria assessment platform MEANS of INRA. He is involved in many interdisciplinary projects, particularly on aquaculture in France and in tropical countries. He coordinated the ANR PISCEnLIT project on ecologically intensive fish farming and is currently coordinating a European project on the design and evaluation of multitrophic integrated aquaculture systems: IMTA Effect. He is responsible for the environmental assessment of the insect production systems of the ANR Desirable project.

Marc BARDINAL

Marc BARDINAL is an Engineer in Agriculture of the higher Institute of Agriculture Rhône-Alpes. After developing agricultural and forestry policies in the voluntary sector, he joined the Environment and Energy Management Agency (ADEME) in 2006 to deal with energy and climate policies of communities and the development of methanisation in Limousin and Lorraine. Since 2013, he has been in charge of energy (energy efficiency and renewable energy), biomass mobilization and innovation in the agricultural sector. He has supported research, development and innovation projects on these themes, notably in the context of the Investments of the Future program; he coordinates on the agricultural aspects, the call for project "Industry and Agriculture Eco-effective".

Leen BASTIAENS

Dr. ir. Leen Bastiaens obtained a master in Bio-engineering (1993) and a PhD in Applied Biological Sciences at the Katholic University in Leuven (1998). She is active as team manager and project manager at VITO with 20 years of experience in applied scientific research (from TRL1 till TRL8) in the field of soil and groundwater remediation and biotechnology (lab-scale & pilot test in the field). More recently (2014) she became also involved in the field of 'renewable extracts and chemicals'. Her current projects in this field are related to biosurfactant production & isolation, algae harvesting and biorefinery of algae, insects and side-streams. She was active as coordinator, WP-leader and/or partner in various industrial and research projects (FP5, FP6, FP7, EUREKA, LIFE, H2020, national projects). International research projects she coordinated comprise MULTIBADEM (LIFE 2008-2010), SQUAREHAB (IP-FP7 2009-2013), MIP-IN (EUREKA-EUROSTARS 2013-2015) and InDIRECT (BBI 2016-2019). She (co)-authored >40 SCI papers and 3 patents, and supervised multiple master and PhD-students. As coordinator of the InDIRECT project, she is currently actively involved in value chains where insects are part of the biorefinery process.

Claire BEAUVAIS

Claire BEAUVAIS is a veterinary doctor, a liberal practitioner in Ile de France. Graduated in beekeeping /honeybee pathology from the veterinary schools of Alfort and Nantes (ONIRIS), she has chosen to expand her activity as a beekeeping veterinarian to that of insect breeding for animal feed and human food, in the aim of bringing its experience in the prevention of animal diseases and biosecurity in this sector under construction. Its concern is to contribute to the development of an environmentally-friendly livestock, of animal welfare and human health. Member of the beekeeping committee of the SNGTV (National Society of Technical Veterinary Groups) and President of the GTV (Veterinary Technical Group) of Ile de France, she is involved in animal health management in collaboration with the livestock sector, veterinary practitioners and state veterinary services (DRIAAF, DDPP) in Ile de France.

Valery BONNET

Diplômé de l'ESC REIMS ou NEOMA en 1990, il commence sa carrière professionnelle chez ARTHUR ANDERSEN. Après 2 années d'auditeur, il crée en 1992 un Bureau d'Etude spécialisé dans l'Environnement et la Santé. Quelques années plus tard, l'entreprise est un des acteurs privés majeurs des audits environnementaux, des diagnostics déchets, du Management environnemental (c'est le début des référentiels SME et 14001).

Il participera dès 1993 (et jusqu'en 1999) à la création des référentiels des Bâtiments à Haute Qualité Environnementale (HQE) au sein d'une cellule de réflexion du Ministère du Logement et des Transports. Il suivra une formation au CNAM dans le domaine du Génie des Procédés. Rédacteur en chef en 1998 d'un ouvrage pour l'ADEME 'Les Technologies Propres, un enjeu et toujours un défi' (coll. LES CAHIERS TECHNIQUES), sa passion pour les technologies de l'environnement va l'amener à devenir Expert Technico Economique et Expert Projet pour l'ANVAR, puis OSEO, puis BPI et le Ministère de l'Industrie. Depuis 2014, il est également Expert H2020 pour la Commission Européenne (référéncé n°EX2015D247077).

Enseignant en DESS (bac+5), de 1996 à 2000, il a apprécié pouvoir transmettre à des jeunes. Inventeur et co titulaire de brevets, co auteur de publications, Valery Bonnet a une vision technique et pragmatique des techniques de l'environnement : elles doivent traiter les problèmes d'impacts environnementaux des activités industrielles sans créer de transfert de pollution et, à un même degré d'importance, permettre à l'industriel de mieux maîtriser son process, sa qualité, la sécurité de son personnel dans un contexte de coûts maîtrisés, voire d'économies d'énergie.

BLOWIND, créée en 2006, a intégré en 2014 le groupe DELTA NEU, leader européen du traitement de l'air industriel. Il y est responsable du développement du Pôle Décontamination de l'air. Il est également responsable des Développements Stratégiques avec les Comptes Clés du Groupe NEU.

Christine BUREL

Dr. Christine Burel is a research scientist at the National Institute of Agronomic Research (INRA), Unit of Nutrition, Metabolism and Aquaculture (NuMeA) at Saint Pée-sur-Nivelle (France) since 2012, where she is carrying research about new ingredients in fish feed and their impacts on fish performance and intestinal capacities. The main model is rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Dr. Burel started her research activities on fish nutrition twenty years ago (Unit of Fish Nutrition, INRA Saint Pée-sur-Nivelle /IFREMER Brest) by studying the impact of the incorporation of plant-proteins in fish feed on the performance, metabolism and physiology of rainbow trout. She obtained her doctoral degree in 1999 at the University of Rennes 1 (France). As part of a post-doc in Sweden (1998-2000, SLU-Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala, and SLU-Department of Aquaculture Umeå), she studied the animal feeding behavior in fish and poultry. She completed her education by introducing herself to molecular biology techniques thanks to a postdoctoral training between Portugal and France (2001-2002, University of Porto-CIIMAR and INRA Saint Pée-sur-Nivelle) in which she studied the molecular and enzymatic mechanisms of tissue lipid storage in fish. In June 2002, she was recruited by ANSES (French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety) to become the head of the Animal Feed Unit at the laboratory of Ploufragan. She was responsible for developing research projects on the risks in animal feed for the animal health and product safety (dietary factors disturbing the animal gut flora, chronic toxicity of mycotoxins, drug residues in foodstuffs...). During that period she coordinated an European Project (STREP PoultryFlorGut, 2005-2008) and was member of the ANSES Expert Committee in Animal Feed (2002-2008). In 2012, Dr. Burel joined back the INRA laboratory of Saint Pée-sur-Nivelle where she is in charge of the research on the impact of the feed on the gastro-intestinal tract functioning, as well as the assessment of new feed ingredients and feed additives in fish feed as part of institutional research projects or through collaborations with private companies.

Nicolas CÉSARD

Nicolas Césard was awarded his PhD by the EHESS (École des Hautes Études en Sciences Sociales) in 2009, he is an anthropologist and an ethnobiologist.

A senior lecturer in ethnoentomology at the National Museum of Natural History since 2016, he is a charter member of the ecological anthropology and ethnobiology research laboratory (CNRS-MNHN), where he studies interactions between man and insect (or ethnoentomology) within different cultural contexts. This research focusses more particularly on the management of natural resources, trading networks and the implications, whether economic or social, of the exploitation of these resources over time. For his research he regularly spends time in Indonesia and Japan.

Jérôme COSTIL

Jérôme COSTIL, French national, was born in 1963. He is an agriculture engineer, graduated in Gembloux Agro Biotech (University of Liège, Belgium).

He started his career in 1985 in Côte d'Ivoire, in a project aiming at the development of aquaculture within local small farmers (raising *Tilapia nilotica* in ponds).

In 1989, he returned to France and joined BURGEAP, an environmental consulting firm where he worked for 23 years, at first as an engineer working in the field of water and soil treatment. He gradually acquired a very broad expertise on all the issues related to the environmental engineering, pollution clean-up and waste disposal. He has carried out numerous assignments abroad, notably in Africa and the Maghreb, areas he knows very well.

He contributed to the emergence of the polluted sites decontamination activity in France, being the chairman of the French professional union of sites cleanup companies (UPDS) from 2001 to 2004.

In 1998, he took part with two partners in the management buyout of BURGEAP, of which he became Deputy CEO and then CEO until 2012. During this period, BURGEAP developed strongly, both through internal growth and acquisitions, becoming a major actor in environmental engineering in France, with 350 employees, 35 million Euros sales, several subsidiaries abroad and an association with the German company GITEC-IGIP.

In 2013, he left BURGEAP. While still active in the engineering field as Chairman of the Management Board of GITEC - IGIP, he decided to contribute to solve in a practical and effective way the problem of lack of sustainable protein resources for feed. Thus, he brought together 4 associates with complementary skills, and created MUTATEC, with the ambition of setting up a network of insect farms for the bioconversion of organic residues in proteins for animal feed.

Justine COURTOIS

Professional experiences Research Associate CRIG (Centre de Recherche des Instituts Groupés) on the "ALERBLOT" project related to wheat allergy, and funded by the Wallonia region from the 1st of February 2016 to the 14th of September 2016 and from the 21st of November 2016 to the 31st of January 2017.

Professor in Technical University, HELMo (replacement of a teacher) from 15th of September 2016 to 18th of November 2016 in different lessons i.e. hematology, immunology and clinical chemistry.

Research Associate CRIG on the "ENTOMODOT" project related to insects allergies, and funded by the Wallonia region from the 1st of February 2017 to the 14th of September 2016 and from the 21st of November 2016 to the 31st of January 2017.

Degree MASTER in biomedical sciences, at the University of Liège, obtained with great distinction in 2015 (2009 - 2015).

Master thesis "Development of a method for the determination of cholecalciferol by LC-MS/MS and study of 25-hydroxyvitamin D3 and its precursor"; this end-of-study internship was in the department of Clinical Chemistry of the Professor Etienne Cavalier in the CHU of Liège.

Anne DEGUERRY

Ethic, Marketing & Communication Director

Education

- Postgraduate diploma in European Law (Lyon - France)
- Master's degree in Commercial Law (Lyon - France)
- Master's degree in Management I.A.E. (Lyon - France)

Professional achievements

- Anne has a strong experience as entrepreneur in various fields of activity: law, marketing, art, and design development, along with social and environmental impact volunteering.
- In 2001, she created and managed her own law firm in Madagascar.
- She joined Entofood in 2014 to be in charge of Ethic, Marketing and Communication of the company
- She has been elected as General Secretary of ASEAN FOOD & FEED INSECTS ASSOCIATION (AFFIA) in November 2016.

Sandrine DEREUX

A biochemist by training (Strasbourg then Lille), Sandrine was trained in technico-commercial, management and recently in management of operational excellence (Lean six sigma).

She has been able to exercise her skills in various sectors such as agri-food, industrial cleaning or national education. Since 2008, she has joined the IAR competitiveness cluster team, first as a project manager on the Ingredients & Active ingredients (cosmetics, phytosanitary and food) and since 2013, the Ingredients theme (food and feed). At the same time, Sandrine contributed to the development of the microalgae resources within the cluster and to the development of the French sector. IAR is the French competitiveness cluster of the bioeconomy: valorization of agricultural, forestry and marine biomasses (production and processing) for food and feed applications, biosourced materials, biomolecules and energy.

Jean-Philippe DESLYS

Jean-Philippe Deslys, né le 16/04/1960, est MD (1985), PhD (1993), titulaire d'une HDR depuis 1998, directeur de recherche au CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) depuis 2003 et chef de service (SEPIA - Service d'Étude des Prions et des Infections Atypiques), responsable du laboratoire associé au Centre National de Référence de la maladie de Creutzfeldt-Jakob, président de l'association scientifique internationale NeuroPrion. Il préside par ailleurs depuis 2015 le comité scientifique de Sup'Biotech (école d'ingénieurs en biotechnologies).

Spécialiste des maladies à prions, il est auteur ou co-auteur de plus de cent dix publications dans des revues scientifiques internationales, portant sur les principaux aspects appliqués de ce domaine de recherche (diagnostic des maladies à prions, techniques de décontamination, évaluation du risque, approches thérapeutiques dans différents modèles expérimentaux) ainsi que sur les mécanismes sous-tendant ces pathologies. Ses activités ont donné lieu au dépôt de plusieurs brevets CEA dont celui sous-tendant le test prion développé au CEA qui a été le plus vendu au niveau mondial suite aux crises liées à l'encéphalopathie spongiforme bovine (maladie dite de la « vache folle »). Dans le cadre de sa stratégie de sécurisation passive vis-à-vis des prions, le SEPIA a développé des approches innovantes de décontamination de matières premières animales dont certaines sont d'ores et déjà protégées par des brevets. La valorisation de ces travaux l'amène aujourd'hui dans une perspective plus large de recyclage zéro déchet de matières premières végétales et animales peu valorisées tout en garantissant la sécurité sanitaire. En effet, des mécanismes de type prion sont désormais admis comme sous-tendant la plupart des maladies neurodégénératives, notamment la maladie d'Alzheimer, et des facteurs environnementaux sont de plus en plus soupçonnés. Le SEPIA a donc décidé d'utiliser son savoir-faire pour proposer des solutions opérationnelles garantissant une sécurisation de nouvelles techniques de recyclages qui peuvent être développées grâce aux biotechnologies dans des approches Low Tech en vue de leur future rentabilité économique. Il a participé notamment au projet ANR DESIRABLE sur le volet sécurité sanitaire des co-produits animaux utilisables dans l'alimentation d'insectes (*hermetia illucens*).

Jørgen EILENBERG

Jørgen Eilenberg obtained his PhD in 1985 and his DSc in 2003, in "Insect Pathology and Biological Control". Since 2004 he has been employed as professor at University of Copenhagen. His main research has been insect pathogenic fungi and bacteria. Focus has included fundamental aspects: natural occurrence and prevalence, phylogeny, infection processes, and applied aspects: biological control using microorganisms, insect diseases in insects for production. He has supervised MSc and PhD students and has been involved with many national and international projects. He was 2012-2014 president of Society for Invertebrate Pathology. Since ten years, he has been working with insects as human food and animal feed, with emphasis on occurrence of insect pathogens in production facilities and how to avoid them. This research is often done in collaboration with companies. Also, he is coordinator of INFOFEE, a Danish network for researchers with insects as food and feed (www.plen.ku.dk/INFOFEE). He is a member of the study commission on insects, founded 2016 within EAAP ("European Federation of Animal Sciences", www.eaap.org).

Charlotte FLORET

Charlotte is a PhD student and is in charge of the development of meat-free steak tasting like meat but based on insect protein with the start-up JIMINI'S. She graduated in food processing engineering at Montpellier SupAgro and gained practical experience in research and development in biotechnologies.

First she worked in the laboratory of the Adisseo company, specialized in animal nutrition and health, producing and characterizing a soya meal enzymatic cocktail so that cows could have better digestion. Then she worked in the laboratory of the Ynsect company, specialized in insect growing and processing, formulating their diet and adapting their living condition to maximize the insects growth performances while minimizing their diet cost, so that the company could develop a large-scale insect bioraffinery.

She then gained experience in zootechny, nutrition, fermentation, microbiology, molecular biology... She finally decided to keep on working and to give her own contribution to the insect industry and embraced this challenge, formulate a meat-like meat-free steak based on insects, as a thesis gathering a laboratory, AgroParisTech, and a young company, JIMINI'S, that is specialized in edible insects production and commercialization. She is working with researchers from the Joint Research Unit (UMR) Food Industrial Engineering (GENIAL) in the National Institute for Agronomic Research (INRA).

Guillaume GRAS

Guillaume GRAS is co-founder of InnovaFeed and in charge of Business Development.

Previously, Guillaume worked for **Sanofi** in Marketing & Sales department and was in charge of Genzyme product line integration.

He also has an experience in prototyping and industrial scale-up of bi-fuel production units.

Guillaume hold an Engineer degree from **Ecole Centrale Paris** and a master degree in biotechnology from **Queensland University**.

Lars-Henrik HECKMANN

Lars-Henrik Heckmann is Technology manager and leader of the insect production group at the Danish Technological Institute (DTI). Lars has a strong academic background in biology (ecology, entomology, ecotoxicology and molecular biology) and holds a PhD from University of Reading (2007) and a MSc from Aarhus University (2003). He has extensive R&D experience based on participation in and coordination of numerous national and international projects; and has published over 30 peer-reviewed articles and book chapters. Through employment in the biotechnology industry (2010-2014), Lars has acquired detailed business understanding as well as practical experience in regulatory affairs. Since 2014, he has been the main driver of building an innovation chain at DTI focusing on insects as feed and food; with the current portfolio covering commercial activities and several R&D projects on insect production (e.g. black soldier flies and mealworms) and development of various insect-based products. Currently, one of the main projects at DTI is inVALUABLE (Insect Value Chain in a Circular Bioeconomy), which is running from 2017-2019 and has a total budget of 3.7M EUR. The project focuses on industrial mealworm production and includes 11 partners from the entire value chain.

Brigitte HEIDEMANN

Brigitte Heidemann is inspector of the veterinary Public Health and deputy head of the Office of Inputs and Public Health in farms, at the Directorate-General for Food of the Ministry of Agriculture and Food. She also is animal by-products expert.

She has a veterinarian training, completed by a CEAV (Certificate of veterinary comprehensive study) in veterinary Public Health and by a PAGERS master's degree in analysis of public policies (Food policies and health risk management).

She's worked for fifteen years in the departmental services of the Ministry of Agriculture and Food in the department of Mayenne at the inspection of establishments in the field of animal feed, animal by-products, veterinary pharmacy and slaughter of poultry. She also participated, on behalf of the Ministry, in twinning missions to strengthen the cooperation with the Moroccan veterinary services in the field of animal feed.

Antoine HUBERT

Mr. Antoine Hubert is Chairman, CEO and co-founder of YNSECT and also President & co-founder of the International Platform of Insects for Food & Food (IPIFF).

Antoine Hubert was previously senior scientist at TOTAL and ALTRAN where he managed R&D programs on Sustainable Development applied on bioresources, soil remediation, waste-to-energy and recycled resources. He also launched in 2007 and led the non-profit organization WORGAMIC, dealing with food sustainability, promoting urban agriculture and organic waste recycling within cities, and in 2011 the company ORGANE0 operating on biowaste management.

He is also Board Member of Vitagora Competitiveness cluster and AgroCampus West school in France. He has a background in agronomy and life sciences from AgroCampus Rennes and AgroParisTech Engineering schools.

Esther KATZ

Esther Katz, PhD, is a French anthropologist, senior scientist at the French Institute of Research for Development (IRD). She is a member of the joint research unit PALOC "Local Heritage and Governance" IRD/MNHN, based at the National Museum of Natural History (MNHN) in Paris. She is the co-coordinator of the line of research "biological and cultural diversity". She is a member of the editorial board of the international journal Anthropology of Food. She has been acting as an expert at the IPBES (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). Her main research topics deal with

anthropology of food, ethnobiology, ethnoclimatology and cultural identity. She has been doing fieldwork in Mexico since 1983 and in Brazil since 2007. She has also carried out fieldworks in the Congo and Indonesia and, on short periods, in Central and South America, Laos and Europe. She has been interested in entomophagy since her first fieldwork in Mexico. She is presently involved in projects on food heritage, edible insects, agrobiodiversity and climate change in Latin America. She is the co-editor of 2 journal special issues and 3 books. She has published 106 articles and book chapters, presented 108 papers in national and international conferences. She has co-organized 3 international conferences as well as 7 sessions in international meetings. She has published 2 articles, 2 book chapters and a book introduction on insect consumption.

Danielle LANDO

Danielle Lando was awarded her PhD by the Institut Pasteur for her research in virology. She led a career in the pharmaceutical industry as a researcher in cellular and molecular pharmacology before she was put in charge of biotechnologies within the Roussel-Uclaf group, now called Aventis. She has striven for drawing her company closer to the academic world by promoting collaborative projects. She was a member of the CNRS National Committee from 1995 to 2000.

She has worked as a volunteer scientist with Adebitech since 2001 and is currently the Vice-Chairwoman of Adebitech.

Franck LAUNAY

Franck Launay obtained his Engineering Doctorate from the Compiègne University of Technology (UTC). He started his career in R & D within the ARD company, in which he has been among other things at the origin of the development of the Fermentation department and was in charge of pilot projects.

After having followed-up research projects at the industrial development stage in the course of setting up a company producing raw materials for the cosmetic industry, the SOLIANCE company, he joined an SME involved in engineering processes and specialized in the fields of sugars and biotechnologies.

He is now the Chairman of this company, ISPB, which enjoys a solid reputation in the development of industrial units dealing with its well-known fields of activities, but also in the study and the setting up of pilot projects and demonstration units for start-ups involved in innovating projects that contribute to the development of the bio economy in France and abroad.

Patricia LE CADRE

Patricia Le Cadre est ingénieur agronome AgroParisTech et a rejoint le Céréopa en 2007. Elle y est responsable du pôle alimentation et filières de production animale. Elle a auparavant exercé différents postes en lien avec l'alimentation animale pendant 20 ans au sein du groupe IN VIVO. Elle mène des études liées aux stratégies d'approvisionnement des cheptels et à la mise en marché de matières premières destinées à l'alimentation animale. Elle possède une vision transversale des filières (de la fourche à la fourchette) grâce aux études réalisées et au réseau de partenaires du Céréopa. Patricia Le Cadre anime aussi un site internet interactif dédié au suivi du marché mondial des commodités (www.vigie-mp.com) et destinés aux acteurs de la nutrition animale (fournisseurs de matières premières, fabricants d'aliments, éleveurs). Elle y livre des analyses de marché mensuelles. En tant qu'analyste, elle anime depuis plus de 25 ans des journées rassemblant l'ensemble des fournisseurs et utilisateurs des matières premières agricoles (céréales, tourteaux, acides aminés, etc.).

Philippe LE GALL

Philippe Le Gall is a scientist at the "Institut de Recherche pour le Développement". He is posted at Gif sur Yvette (France) in the UMR IRD 247 "Evolution, Génomes, Comportement et Ecologie". His main interests concern the study of Insects/plant relationships, ecology, biodiversity, biogeography, Taxonomy of Scarabaeoidea beetles and development of the production of edible insects. He principally worked in Côte d'Ivoire, Republic of Congo, Bénin, Cameroon and Gabon. He is an expert in Biodiversity description, especially for impact studies. He published more than 100 papers a third of them in indexed International Journals and 10 book chapters. He was a scientific advisor of 4 documentary movies. He is a member of different entomological association and today the 2nd vice-chairman of the Société Entomologique de France, the honorary chairman of Living Forest Trust and a member of the permanent secretary of the Conférence Internationale Francophone d'Entomologie. His Royal Highness Sentieh II Fon of the Oku peoples in Cameroon honoured him as Fai Ntum Oku.

Michel LESSIRE

Michel Lessire received a university education equivalent to a current M2 (master + DEA in nutrition, Paris VI). He was recruited at INRA, Poultry Research Unit, in 1979, to develop a program for studying the digestibility of lipids and fatty acids in poultry. In parallel, he had to develop a service dedicated to the evaluation of feed and raw materials. His work led him to develop in vivo methods for measuring digestibility in adult or young birds. In parallel with the usual academic publications, his results have contributed to the tables of composition of raw materials used in poultry diets, published by INRA, AFZ.

Moreover, he has led an INRA research team and participates in various expert groups or scientific councils.

Grégory LOUIS

Grégory Louis, fondateur d'Entomo Farm, un élevage d'insectes éco-industriel à Blanquefort.

Nourrit depuis ses huit ans une passion pour les insectes – il les élevait dans sa chambre – pourrait être une réponse aux enjeux alimentaire d'aujourd'hui et de demain. Entouré d'entomologistes, d'ingénieurs industriels & agronomes, il développe son projet à l'échelle industrielle pour produire de la farine et de l'huile d'insectes. Avec comme première ambition de changer l'alimentation des poissons d'élevage – aujourd'hui constituée de farines de poissons pêchés en mer – par une farine d'insectes hyperprotéinée, produite de manière écologique, sans intrants chimiques. L'idée est primée au concours 101 projets. En deux ans, il passe d'une structure de deux à quinze salariés, puis en 2016, l'entreprise réalise une levée de fonds de 1,2 million d'euros.

Catherine MACOMBE

Dr Catherine Macombe HDR, is an agronomist and an ingénieur des Ponts, des Eaux et des Forêts. She holds a PhD in Management Science from Clermont Ferrand I University, and the HDR (habilitation à diriger la recherche) in Management Sciences from the University of Limoges. She is a researcher at Cemagref (whose new name is IRSTEA) at Clermont-Ferrand since 2002, and joined the ITAP Mixt Research Unit (Information-Technologies-Analyse environnementale- Procédés agricoles) in Montpellier, in October 2009. She worked several years in Chamber of Agriculture and in one agricultural cooperative. Then she became a teacher at one Centre de Formation Professionnelle et de Promotion Agricole, in distance learning, and in agricultural secondary school, to train future agricultural advisors. Since 2009, the topic of her research program is "social life cycle analysis". She is working on the delivering of methods devoted to assess social impacts caused by future or past changes in the value chain of biobased products (agricultural, agro-food, biomass...). She is collaborating with about fifteen social scientists, in Europe and in Canada. She directs PhD theses which are dealing mainly with food product industries, but the methods might be relevant for other fields.

Frédéric MARION-POLL

Frédéric Marion-Poll is a Professor at AgroParisTech and a researcher with the CNRS (Evolution, Genomes and Speciation laboratory), where he studies the sensorial control, especially gustative, of food intake by insects, with behavioural and electrophysiological approaches. He teaches crops protection from insects, within the context of chemical ecology, and he has initiated a teaching course in neurobiology at AgroParisTech. Before joining the CNRS, he conducted research on the significance of olfaction and gustation in plant-insect interactions at the INRA in Bures-sur-Yvette and Versailles. He also took two year-long sabbaticals in the USA (University of Arizona, Tucson) and in Australia (Australian National University, Canberra). Within the framework of INSECTINOV he is particularly interested in sensorial factors that condition and restrict acceptance and intake of new feeds by insects, and in how domestication may trigger changes in insect nutritional and reproductive behaviour.

Samir MEZDOUR

Samir Mezdoor obtained his PhD in Industrial Processes Engineering from the Compiègne University of Technology (UTC). He began his career in the agri-food industry where he worked as an R&D engineer (Laiteries TRIBALLAT) and as a quality engineer (HERTA). Within the framework of the STRIDE programme dealing with research and the development of technological innovation, he has conducted counselling assignments with agri-food SMEs in the Nord-Pas-de-Calais district. He has designed and developed for the Ingredia company a fractioning process of caseins in order to extract the alpha-s1 bovine casein, aiming at the preparation of a biological activity hydrolysate (anxiolytic peptides deriving from bovine alpha-s1 casein, developed under the name of Lactium), from pilot stage to industrial scale. This project led him to work for one year in Québec's Research Centre in Milk Science and Technology (STELA) as a guest researcher.

Samir Mezdoor has also worked as a lecturer-researcher at the Superior Institute of Agriculture in Lille (ISA), a research fellow at the Faculté Agronomique de Gembloux and a senior lecturer at the University of Valenciennes. At AgroParisTech he is conducting research within the UMR 1145 dealing with "Feeds Processes Engineering", especially within the team focussing on "Structuring of products by the Process" (SP2) and working along three lines: (1) interfacial properties of biopolymers, (2) effects of thermomechanical treatments on the structuring of food materials, (3) extraction and characterization of proteins.

Damien MOREL

Damien Morel is a graduate entomologist from the university of Tours in France. His career started at the Insect Biology Research Institute (IRBI). Subsequently, he became a research engineer at Koppert BV, the worldwide market leader in biological pest control in horticulture. In Mexico and The Netherlands he worked on a project focussed on mass reproduction of beneficial insects. Damien is co-author of scientific publications and he has applied for a patent.

He started APPI, a Koppert daughter company in 2013. APPI develops and markets biological pest control solutions and insect feed solutions for animals. APPI's biological pest control and insect feed products are now being sold in various countries in Europe.

Damien has a passion for nature and solutions that contribute to a healthier planet. He is product manager for the European Breeding & Livestock markets at Koppert BV and manages APPI's day to day operations.

Fogoh-John MUAFOR

FOGOH John MUAFOR is a holder of an Engineering Diploma in sustainable Forest and Wildlife Management from the University of Dschang in Cameroon. He is equally a holder of a Certificate of Research Capacity from Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE) in Paris, France. He is a senior staff at the Cameroon Ministry of Forestry and Wildlife (MINFOF), independent researcher and Co-founder of the Living Forest Trust (LIFT) Enterprise. He has largely contributed in research and the valorization of insects for human nutrition and poverty reduction in Cameroon. After conducting a number of studies on the socioeconomic potentials of forest insects, he invented in 2015, a technique that is currently being used to farm palm weevil grubs in Cameroon. As the Managing Director of LIFT Enterprise, he is specializing the company on insect production and processing into high quality snacks and animal feeds.

Christina NIELSEN-LEROUX

Christina Nielsen-LeRoux is an engineer of agronomy (Denmark). She got a PhD at Pasteur Institute/Université Paris 6 in entomology-microbiology in 1994. She held a position at Pasteur Paris until 2006 after what she integrated INRA DR2 in 2007. Her research at Pasteur Institute was dealing with the mode of action and mechanisms of resistance of bacterial toxins used for bio-control of mosquito larvae. At INRA, MICALIS Institute (Jouy en Josas) her research is focusing on the identification and function of virulence and adaptation factors of *Bacillus cereus* (Bc) and *Bacillus thuringiensis* (Bt) (bio-insecticide). At present the major objectives concern the understanding of pathogenesis of Bc & Bt in the insect model *Galleria mellonella*, with focus on expression and roles of factors interacting with the host by desiccating the molecular mechanisms involved in the pathogen-host interplay notably in the insect gut. Thus insect pathology and particularly bacterial pathogens are the main lines. She is member of the international "Society for Invertebrate pathology (SIP)" of which she co-organized the annual conference held in Tours in 2016. Her implication in the field "insect for food and feed" is basically concerned with insect health (eg. a small project funded by the INRA-CIRAD Glofoods programme); but also questions related to microbial risk and contamination of insect based products or microbial-insect biotech aspects are in her domain of interest.

Florian NOCK

Florian got a master degree in Environmental Engineering at Strasbourg University in 2012. Passionated by nutrition, communication and innovation, working for developing insects as a food source seemed as an obvious choice. He started in 2013 with a home-scale farm and continued with a blog, the first dedicated on the topic, to share his ideas and create new connections. At the same time, he created his own program that he followed in autodidact to better understand the subject. He followed courses from famous universities in various topics such as life science, social science, marketing as he attended at specialized seminars about edible insects. After becoming a personal trainer expert in fitness nutrition, he became consultant for setting up an insect farm for feed in France and then went to China for developing the world's first table farm for edible insects with LIVIN farms. He's now with JIMINI'S managing customer success, web marketing and developing brand image in front of institutions.

Mylène OGLIASTRO

Responsable de l'équipe « Dynamiques des Interactions Densovirus-Insectes ».

Nous nous intéressons aux interactions virus-insectes. Nous développons des approches mécanistiques afin de comprendre la pathogénèse des densovirus dans des hôtes lépidoptères, leur spécificité et leur évolution. Nous développons également des approches métagénomiques pour comprendre la diversité virale et son évolution chez les insectes dans les agrosystèmes.

Maelenn POITRENAUD

Maelenn Poitrenaud was trained as a hydrogeological engineer by the École Nationale Supérieure of Geology in Nancy.

After having spent 15 years working for the research department of the Veolia company (VeRI), Maelenn Poitrenaud joined the SEDE teams in mid-2014 as the manager of Innovation and Development where she supervises a small team of engineers.

In the course of working for VeRI, Maelenn Poitrenaud has held the position of research engineer in ground depollution and composting, before becoming manager of the "Biological Treatments and Agronomic Valorisation" team, which she remained for almost 10 years. From 2009 on she has overseen the research projects portfolio in the fields of Bio resources and then of Waste Valorisation.

She is involved in inter-branch organisations dealing with agronomic valorisation and has been successively – and still is – an active member of several organisations at national-level (FNADE) and European level (FEAD, EUREAU). She also leads work groups at the AFNOR on compost valorisation.

In addition she is in charge of coordinating collaboration between Veolia and the FNSEA.

Sylvaine PORET

Sylvaine Poret studied Economics at ENSAE (National School of Statistics and Economic Administration) in Paris. She holds a Ph.D. in Economics from the University Paris I-Panthéon Sorbonne (2002). She is researcher at the French National Institute of Agronomic Research (INRA) and associate researcher at the Department of Economics at the École Polytechnique. Her research interests are in industrial organization, consumer behavior and public economics. Her research focuses on genetically modified organisms regulation, fair trade certification, and corporate strategy for sustainable development including the role of non-governmental organizations and consumers.

Maylis RADONDE

Ms. Maylis Radonde is Quality and Production manager at MICRONUTRIS since 2013.

She has a background in agriculture and life sciences from El.PURPAN Engineering schools (France) and she specialized in food strategy and innovation.

The challenge of the sector is to significantly increase the production of edible insects, while maintaining a strict cost and quality control policy.

Maylis led the ISO 22000 certification of MICRONUTRIS, which became in 2015 the first insect breeding farm in the world to be ISO 22000 certified, an internationally recognized standard for the management of food safety.

Philippe SCHMIDELY

Philippe Schmidely is an agronomic engineer. He obtained his PhD from the National Institute of Agronomy in Paris Grignon in 1993 and he was given the Accreditation to lead research projects in 2000.

He is the Director of the 'Animal Nutrition-Product Quality-Animal Welfare' UFR and is the Vice-Chairman of the SVS (Life and Health Sciences) department at AgroParisTech.

He teaches animal sciences and takes part in the training of engineers in nutrition and animal feeding, in relation with the quality and health safety of animal products. He also takes part in the training of engineers in innovation and business performance.

He is a researcher in the field of energetic nutrients partition by dairy ruminants in relation with digestion and metabolism, focussing on the metabolism of milk's fatty acids and on the mathematical modelling of these nutritional processes.

He has been a national expert (since 2003) and Chairman (since 2006) of the ANSES 'Animal Feed' Specialized Expert Committee: he has been the Rapporteur for 52 case files (authorization of additives in animal feed, nutritional claims...) and has taken part in 12 work groups (6 chairmanships) in order to counsel administrations (DGCCRF, DGAL) in their decision-making.

Clarisse TOITOT

Clarisse Toitot pursued her studies in a standard fashion, obtaining her graduation, post-graduation and doctorate from the universities of Reims, Lille and Compiègne (UTC), and she is specialized in vegetal biotechnologies. She joined in 2005 the "Abiotic Stresses and Differentiation of Cultivated Plants" laboratory (then called UMR/INRA 1281 and now called Institut Charles Violette) at the University of Lille 1, where she worked on the sequencing of a databank on linen, then on the acclimation of peas to cold weather (Estrée Mons, Pasteur Institute of Lille). She then specialized on DNA biochips technology (both synthesized and oligonucleotides microarrays). She joined in 2009 the Enzymatic and Cellular Engineering laboratory where she met Professor Daniel Thomas who taught her the fundamental principles of biotechnologies and his vision of the Biorefinery. Thus in 2012 she took part in the Adebiotech seminar on "Biorefinery for industrial and environmental by-products" as the writer of the proceedings for this event. In 2014, sharing its interest in the valorisation of biotechnological industries and willing to support Adebiotech's actions, she joined the Association as a Mission head. Her assignment is to create bonds between the industry and the academic world in order to develop and create new biotechnological industries.

Christophe TRESPEUCH

"Veterinarian graduated from National Veterinary School of Toulouse in 2001, Christophe TRESPEUCH, 41 years-old, has a significant experience in animal Health and vaccines industry. In charge of leading business development projects in European Union and Eastern Europe (France, UK, Hungary, Poland, Russia, Ukraine,...) as well as in Asia (China, Philippines...), Christophe has a deep knowledge about biotechnologies, international animal productions development, especially in poultry and pigs industry.

Mindful of ecological transition stakes, Christophe has completed the Executive Master of Sciences "Innovations and Policies for Sustainable Food" delivered by the National Institute of Higher Education in Agricultural Sciences Montpellier SupAgro. Christophe rather focused on projects improving sustainable animal production and food. Acting for a more responsible agriculture, improving food quality and safety as well as minimizing environmental impact are its professional priorities and commitments.

Entrepreneur and Managing Partner at MUTATEC - company dedicated to insect production for animal nutrition - he is particularly in charge of relations with products users and clients, technical aspects related to animal nutrition applications as well as relationships with investors."

Maarten UYTTEBROEK

Dr. ir. Maarten Uyttebroek has a master (2001) and PhD (2005) in Bioscience Engineering from the KULeuven, Belgium. From 2006 until April 2008, he worked as environmental consultant for ARCADIS Belgium. Since May 2008, he is research scientist and project manager in the field of soil remediation technology and later on renewable chemicals with a strong focus on valorization of biomass like insects and food processing by-products in the unit Separation and Conversion Technology of VITO, the Flemish Institute for Technological Research in Belgium. He has more than ten years of experience in environmental and biotechnological research and project management. For the moment, he is work package leader of the EU BBI project InDIRECT, focusing on biorefinery of insects, and the EFRO Insect Pilot Plant project. Furthermore, he is co-promotor of three PhD projects on biorefinery of insect biomass to proteins and chitin and biorefinery of fruit processing

by-products. In the past, he was research leader of the FISCH project CHITINSECT and work package leader of several scientific and industrial projects on valorization of biomass and soil remediation technology.

Paul VANTOMME

Paul Vantomme, Senior Officer, FAO - HQ in Rome, Italy.

Paul Vantomme graduated as Agriculture Engineer in 1977 at the Gent State University (Belgium). He is a Rural Development and Natural Resources Management expert with 40+ years of international experience in tropical countries addressing research and development issues in environmental conservation, natural resources management and food security for socially, economically and environmentally sustainable development, including extensive field work in many countries of Asia, Africa and Latin America.

Since 1995, he has been in charge of FAO's 'Non Wood Forest Programme' (<http://www.fao.org/forestry/nwfp/en/>), which has been instrumental in raising awareness on the huge potential of wild-gathered foods and insects as a valuable protein source to supplement human diets or for use as animal feed stock.

He set-up a global programme at FAO in 2008 for the promotion of insects for food/feed security (<http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/74848/en/>) and organized a series of international expert meetings and Conferences bringing together — for the first time ever at the global level — experts, government officials and entrepreneurs from different aspects of insect rearing and processing. He developed the UN - FAO landmark report: 'Edible insects: future prospects for food and feed security' (<http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>).

Paul has a proven experience in awareness raising and outreach activities at the global level on the promotion of edible insects as shown by a huge media attention generated on this topic since 2009 (<http://www.fao.org/forestry/edibleinsects/84722/en/>).

Anne-Nathalie VOLKOFF

Responsable de l'équipe « Biologie Intégrative des Interactions Hôte-Parasitoïdes » (B2iHP). Dans l'équipe B2iHP, nous nous intéressons à la compréhension des mécanismes sous-tendant les interactions entre les virus symbiotiques d'hyménoptères parasitoïdes et leurs hôtes insectes. Par différentes approches allant de l'étude des mécanismes moléculaires à la génomique, nous étudions différentes facettes de ces interactions. Les principaux thèmes abordés sont la morphogenèse des virus symbiotiques de la famille des polydnavirus, le rôle des facteurs viraux dans la manipulation de la physiologie de leur hôte lépidoptère, ainsi que l'origine évolutive et la diversité des associations virus symbiotique-hyménoptère.

- Ingénieure Agronome (ENSA Toulouse)
- 1987-1993. Doctorante puis Chercheure au Centre INRA d'Antibes, Lutte biologique. Travaux sur les Interactions hôte/parasitoïdes oophages.
- 1993-2005. Chercheure à la Station de Pathologie Comparée, St Christol les Alès, Centre INRA de Montpellier. Travaux sur les Polydnavirus, virus endogènes associés à certaines espèces de parasitoïdes larvaires.
- 2000-2001. Séjour au Laboratoire du Prof. B.A. Webb, University of Kentucky. Travaux sur les Polydnavirus.
- 2005-act : Chercheure dans l'UMR DGIMI, Centre INRA de Montpellier.
- 2008 : HDR. Spécialité: SIBAGHE (Systèmes Intégrés en Biologie, Agronomie, Géosciences, Hydrosociences, Environnement). Stratégies de développement chez les hyménoptères endoparasitoïdes et interaction avec leurs hôtes.
- Depuis 2015, directrice de l'UMR DGIMI.

Ariane VOYATZAKIS

Ariane Voyatzakis holds a master's degree in engineering from Agroparistech and a master's degree in finance from Sciences Po Paris.

In 2001, she joined Bpifrance as a venture capital investor in life sciences. Since 2005, Ariane has been head of the Agro-food sector within the Innovation Department. She performs technical and financial analysis of innovation projects, is in charge of public relations and publishes an annual report of innovation trends in the sector.

Longyu ZHENG

Longyu Zheng, has completed his PhD from Huazhong Agricultural University (HZAU), China, in 2012 and did collaborative research on Entomology at Texas A&M University and USDA, USA, during 2009-2010. Currently Dr. Zheng is Associated Professor at HZAU and State Key Laboratory of Agricultural Microbiology. His research has been focusing on waste biomass management employing insects, especially black soldier fly, and microbes to produce bioenergy, animal feed, microbial fertiliser and other coproducts. He established and optimized the insect mass production technology and has published more than 30 papers in reputed journals.

EXPOSANTS



Press+LipidTech



GOLD Sponsors



ENTOMO
F A R M

Entomo Farm élève et transforme des insectes de manière éco-industrielle pour la filière agro-alimentaire. Objectif : produire de nouvelles matières premières naturelles pour la nutrition des plantes, des animaux et des humains.

Entomo Farm est né de la question suivante : comment produire de grandes quantités d'insectes rapidement, avec un minimum de ressources, tout en garantissant un produit fini sûr et traçable ? Aujourd'hui installée à Libourne, la société produit une farine hyper protéinée à base d'insectes, de l'huile d'insectes et un engrais biologique issu de l'élevage.

Afin de préserver nos ressources halieutiques la production de protéines d'insecte devient nécessaire actuellement. Les farines de poissons utilisées dans l'alimentation piscicole ne sont pas durables, pas traçables et ont un cours volatile. Avec la farine d'insectes, Entomo Farm propose une protéine alternative 100% naturelle, produite de manière écologique sans intrant chimique, et qui respecte les exigences de qualité et de traçabilité de l'industrie agro-alimentaire.

Notre marché cible Depuis le 1^{er} juillet 2017, les farines d'insectes sont autorisées dans l'alimentation aquacole au sein de l'Union Européenne. La substitution des farines de poissons dans l'alimentation des poissons d'élevage représente un marché d'1M de tonnes en Europe. Des autorisations pour l'alimentation des animaux d'élevage naturellement insectivores (volailles, porcs) sont également attendues.

Faits marquants dans l'histoire de la startup et distinctions :

- **Décembre 2013 : Lauréat du concours 101 projets, organisé par Marc Simoncini (Meetic), Xavier Niel (Free) et Jacques-Antoine Granjon (Vente-privee.com)**
- **Juin 2015 : Construction d'un laboratoire pilote à l'Ecoparc de Blanquefort**
- **Février 2016 : Levée de fond record sur le site de crowdfunding Sowefund.com, avec un montant total de 1,2M€**
- **Avril 2017 : Déménagement à Libourne et lancement d'une seconde levée de fonds afin de financer la construction de la plus grande usine d'élevage d'insectes en France.**
- **1^{er} Juillet 2017 : Autorisation des farines d'insectes dans l'alimentation de poissons d'élevage au sein de l'Union Européenne, soit un marché d'1M de tonnes.**

Adresse du siège

**248 avenue de l'Epinette
33500 Libourne - FRANCE**

Tél. fixe **+33 5 35 54 69 00** Mail : **contact@entomo.farm**

Adresse du site internet : www.entomo.farm

SILVER Sponsors



APPI (Agence de Protection Par les Insectes) est une filiale du groupe international KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEMS, leader mondial dans la lutte biologique pour les cultures sous abris et de plein champ.

APPI, basée à Nantes, est la filiale spécialisée dans la production et la commercialisation d'insectes pour le **BIEN ÊTRE, LA SANTÉ et la NUTRITION ANIMALE**.

Les insectes auxiliaires produits par APPI permettent une lutte efficace contre les poux rouges, les mouches et certaines gales qui affectent les animaux d'élevage comme les animaux de compagnie. Ces insectes : ANDROLIS, TAURRUS ou APPIWASP, sont commercialisés en France et en Europe.

Afin d'apporter aux utilisateurs finaux de ces insectes bénéfiques les compétences appropriées à une lutte biologique efficace, dans une démarche de réduction des insecticides, APPI, est organisme de formation agréé.

Les insectes destinés à l'alimentation des animaux, aussi appelés insectes fourrages, représentent une nouvelle source de protéines pour l'avenir. Ces insectes développés par APPI, sont, pour le moment, utilisés vivants pour de nombreux animaux de compagnie et déshydratés pour être inclus dans les produits "pet food". APPI participe et travaille également à la recherche de nouvelles sources de protéines à base d'insectes pour l'alimentation de certains animaux d'élevage.

La vocation d'APPI se résume bien, pour les animaux, par: BIEN ÊTRE, SANTÉ et NUTRITION.

APPI is a company from KOPPERT BIOLOGICAL SYSTEM the world leadership in biological control for indoor and outdoor crops. APPI is dedicated to **Biological control and care for animal health, wellness and nutrition.**

Beneficial insects produced are used for the control of fly, red blood mite and related ectoparasites found in breeding farms and pet animal. Other insects are produced for their use as ingredient for pet food. One of the axe of development of APPI is producing insect proteins for animal feed.

Products such as ANDROLIS, TAURRUS or APPIWASP are developed by APPI and are sold in France and in Europe.

APPI bring skill and knowledge to distributor and end user client in order to guide them in adopting this new chemical free strategy.

SOCIETE APPI
36 Boulevard Joliot Curie
44200 NANTES

www.ap-pi.com
02-53-78-68-85
commandes@ap-pi.com



GENOPOLE, L'ÉCOSYSTÈME FERTILE **POUR LES JEUNES POUSSÉS**

Écosystème unique en France dans le domaine des biotechnologies, le biocluster Genopole (Evry-Essonne) favorise la croissance des jeunes pousses de biotechnologies :

- **un accompagnement sur mesure** pour les jeunes entreprises assuré par une équipe de chargés d'affaires (aide aux levées de fonds publics et privés, business plan, recrutement, locaux (bureaux, laboratoires L1/L2 adaptés...)) ;
- **un environnement scientifique de renom** qui rassemble des entreprises de biotechnologie, des laboratoires académiques, des plates-formes technologiques mutualisées, plus de 100 000 m² de locaux bâtis où les entrepreneurs trouvent une place à leur mesure, du simple bureau aux surfaces plus vastes ;
- **un soutien fort aux disciplines d'avenir** que sont la biologie de synthèse, gisement d'innovations pour les secteurs de l'environnement et de l'énergie, et la bioproduction ;
- **une visibilité européenne et mondiale** : Genopole, biocluster de référence en France, est en lien direct avec des bioclusters en Chine, aux États-Unis, au Canada et en Europe pour faire connaître les entreprises génopolitaines et faciliter leur développement à l'international ;
- **des financements publics** : Genopole est principalement financé par le Conseil régional d'Île-de-France (37 %), le Département de l'Essonne (27 %) et l'État (18 %).



JIMINI'S, s'est lancé le défi de mettre les insectes dans les assiettes des européens. L'entreprise commercialise des insectes entiers pour l'apéritif et la cuisine ainsi qu'une gamme de pâtes et des barres énergétiques enrichies à la poudre d'insectes. L'objectif étant d'intégrer les insectes dans l'alimentation des européens afin de profiter de leurs bienfaits écologiques et nutritionnels. Pour cela ils investissent dans un plan ambitieux de R&D afin d'obtenir un substitue à aux traditionnelles sources de protéines animales ou végétales.

JIMINI'S has decided to take up a challenge: integrating insects into the European diet. The company designs and cooks seasoned whole edible insects for the aperitif. They also launched a tasty range of energy bars made with dried fruits, almonds and cricket flour and an insect flour pastas. They aim at making France and Europe enjoy insects and their nutrient intake. They also want to invest in an ambitious R&D plan in order to develop a new range of plant based and animal protein substitutes.

Valoriser les biomasses par les insectes

Le projet de MUTATEC c'est « l'ento-conversion ». Nous mettons à profit la capacité naturelle des larves de la « mouche soldat noire » (*Hermetia illucens*) à consommer toutes sortes de résidus organiques, pour produire des compléments alimentaires protéiques pour la nutrition animale.



Ainsi, les éleveurs disposeront d'une solution pour introduire de la « naturalité » dans la diète des animaux insectivores (poissons, volailles), pour une amélioration des performances et de l'état de santé des animaux.

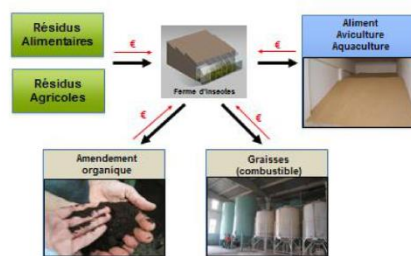
Des associés expérimentés pour un projet ambitieux

MUTATEC a été constituée en Janvier 2015 par quatre associés expérimentés : J.COSTIL (ingénieur agronome), C.TRESPEUCH (vétérinaire), P.GODEFROY et J.F.CHAMOIX (ingénieurs Arts & Métiers).

Nous exploitons dans les Bouches-du-Rhône un pilote industriel qui emploie trois salariés. Nous y avons démontré notre capacité à produire en continu des larves nourries sur toutes sortes de biomasses. Nous y inventons des solutions pour mécaniser et automatiser l'élevage, pour le développer à grande échelle.

Nous projetons pour 2018 notre première unité industrielle. Puis nous déploierons d'autres unités proches des gisements de biomasses, en particulier dans les pays Sud où elles sont disponibles et où le climat est favorable.

Ces unités recycleront 10 000 à 20 000 t/ an de résidus agro-alimentaires (fruits et légumes invendus, épluchures, drêches...) pour produire de 500 t/ an à 1000 t/an de concentrés protéiques, des huiles, des amendements organiques.



Des partenaires engagés

MUTATEC a reçu le soutien de la Région Provence-Alpes-Côte-d'Azur pour construire le pilote. Nous sommes également lauréat du programme Investissements d'Avenir de l'ADEME, avec le projet « CertiFLY » dont l'objectif est la certification de nos produits et la mise en place notre organisation de Contrôle Qualité.

Nous sommes associés :

à l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement) à Marseille, qui a développé les bases scientifiques de l'élevage de *Hermetia illucens*,

au groupe VEOLIA, devenu actionnaire début 2017, et qui apporte son savoir-faire industriel dans la collecte et la gestion des résidus.

MUTATEC SAS

ZI des Iscles, Chemin des Confignes
13160 CHÂTEAURENARD - FRANCE

Tél + 33 (0)4 90 94 39 40

contact@mutatec.com

<http://mutatec.com>

<https://www.linkedin.com/company/mutatec>

https://www.twitter.com/mutatec_insects

<https://www.facebook.com/mutatec>



I. YNSECT

Ynsect is an innovative company at the heart of the agrifood system that farms and processes insects into raw materials compliant with animal feed industry standards, in particular for pet food and aquaculture feed. In a context of growing demand for proteins and increasing scarcity of resources, insects represent a legitimate and natural alternative source in both economic and ecological aspects.

II. OUR PRODUCTS

Our star products made from insects are proteins (TMP™ for Tenebrio Molitor Protein), lipids (TMO™ for Tenebrio Molitor Oil) and chitin (a molecule mainly found in insects' exoskeleton, TMK™). The insect oil and proteins are produced for pet food (dogs and cats) and aquaculture (farmed fish and crustaceans) markets.

III. OUR YNSECT TEAM

Today, the Ynsect team is made up of nearly 50 members, called the Ynsecters. The average age in the company is 34, in a gender balanced workplace. The international dimension is very strong, with some 10 nationalities represented and two official languages: English and French. Our teams are working on two different sites:

- R&D and support departments in Evry Genopole*
- Industrial engineering and operations department in Dole (Burgundy Franche-Comté region) at our industrial demonstration unit*

Highly skilled engineers and technicians form the R&D teams, which are split into two divisions (R&D Upstream, R&D Downstream). The other divisions in Evry are the Administration, Finance and Procurement and Business Development departments.

IV. OUR EVOLUTION AND OUR VISION

Ynsect was created by 4 co-founders in 2011, based on a visionary idea: placing insects at the heart of the agrifood system to sustainably address the growing global demand for meat and fish proteins.

In February 2017, Ynsect inaugurated its first vertical insect farm that uses cutting-edge processes while meeting the highest quality and food safety requirements. Thanks to this proof-of-concept unit, we want to show that our technology is scalable in numerous places in the world, and that we are able to generate orders that will in turn allow us to build a commercial unit that is 50 times more productive.

Liste des Participants

AKHTER	Zulkernain	NORWEGIAN UNIVERSITY
AL HAJJ SLEIMAN	Yara	ISA LILLE
ALLIX	Charlotte	LES FRUITS DE TERRE
AMSLER	Sandrine	DGAL
ARNAL	Charlotte	VEOLIA
ARTUSO	Sabine	AIR LIQUIDE
AUBIN	Joël	INRA
AURIOL	Cédric	MICRONUTRIS
BAHAMA	Nathalie	ISA LILLE
BALLAS	Stéphane	OVALIE INNOVATION
BAPTISTAN	Maxime	PROTIFLY
BARDINAL	Marc	ADEME
BARRÉ	Pauline	ALIM'ENTO-ÏHOU
BASTIAENS	Leen	VITO
BEAUVAIS	Claire	VÉTÉRINAIRE APICOLE
BÉDOUET	Grégoire	-
BENKHELLAT	Ouarda	UNIVERSITÉ D'ALGÉRIE
BENZERTIHA	Abdelbasset	HIPROMINE S.A
BIERRY	Alexandra	STALLERGENES
BIGOT	Benoît	FLOTTWEG FRANCE
BIZOT	Jean-Sébastien	FLOTTWEG FRANCE
BO	Mathiesen	INRA
BOLARD	Marc	NASEKOMO
BONNET	Valéry	DELTA NEU
BORDEAUX	Célia	CRA DES PAYS DE LA LOIRE
BOUAZIZ	Yoni	NEXTALIM
BOULBEN	Yannick	HAARSLEV INDUSTRIES
BOURGEOIS	Frank	GREEN SOLDIER PROCESS
BOUVERET	Thérèse	EXPRESSION BIOTECH
BOYER	Cécile	NUWEN BY TIMAB
BREUL	Sabine	ORVIA
BROWAEYS	Raphaëlle	JIMINI'S
BUKALA	Jean	CYCLE FARMS
BULET	Philippe	BIOPARK D'ARCHAMPS
BUREL	Christine	INRA
BUTRUILLE	Pierre	PABM 2009
CABY	Gilles	PROVIMI SA CARGILL NUTRITION
CALAS LIST	Delphine	ENTOMO FARM
CAMO	Nicolas	JIMINI'S
CANTET	Rachelle	ANIMALIB
CÉSARD	Nicolas	MNHN

CEŠKA.....	Petr	MONTS
CHAFIL.....	Sihame	MALTEUROP GROUPE SA
CHANCÉ.....	Eva	VITAGORA
CHARDIGNY	Jean-Michel	INRA
COLOMBIER	Marie.....	SUPAGRO
COQUELLE	Mathilde.....	PROCIDYS
CORDONNIER	Maxime	BPIFRANCE INVESTISSEMENT
COSTIL.....	Jérôme.....	MUTATEC
COULOMB.....	Damien	LE QUOTIDIEN DU MÉDECIN
COURTOIS.....	Justine	ASBL CRIG
CREPIEUX	Sébastien	AGRICOLOGIE
D'HUART	Jean-Baptiste	ONYX DEVELOPPEMENT
DE BRUIN.....	Heidi	PROTI-FARM HOLDING NV
DE PAUW	Paul	TEREOS
DEGUERRY	Anne	ENTOFOOD
DELANNOY	Charles	PROCIDYS
DELOFFRE	Laurence	LABORATOIRE AQMC
DEREUX.....	Sandrine	PÔLE DE COMPÉTITIVITÉ IAR
DERUYTTER.....	David	INAGRO
DESLYS.....	Jean-Philippe.....	CEA
DUMOULIN.....	Elisabeth.....	AGROPARISTECH
DUPLAT	Mathieu.....	MARUBENI
DUPONT.....	Olivier	DEMETER PARTNERS
DUPONT.....	Simon	UNIVERSITÉ DE TOURS
DUPRIEZ.....	Florent	YNSECT
EFREMENKO.....	Boris	VEOLIA
EILENBERG	Jørgen	UNIV. OF COPENHAGEN
FALLQUIST	Heather.....	NEXTPROTEIN
FERRO	Joachim	MUTATEC
FLORET.....	Charlotte.....	JIMINI'S
FORTUNA	Taiadjana	IRD
FOUCARD	Pierre	ITAVI - FILIÈRE PISCICOLE
FROUEL.....	Stéphane	MIXSCIENCE
GAROT.....	Jean-Jacques	HF GROUP
GASCONS VILADOMAT	Fabrice.....	EDERNA
GEA	Manuel.....	ADEBIOTECH
GENTREAU.....	Stéphane	ENTOMO FARM
GILLES	Benoit	CYCLE FARMS
GIORGINO	Yann	
GONZALEZ	Valérie.....	VEOLIA
GRANDJEAN	Hadrien.....	UNILASALLE
GRAS.....	Guillaume	INNOVAFEED

HALFON	Tanit.....	LA SEMAINE VÉTÉRINAIRE
HECKMANN	Lars-Henrik.....	DANISH TECHNOLOGICAL INSTITUTE
HEIDEMANN	Brigitte	DGAL
HELAINÉ	Dominique	SUEZ
HELLO	Philippe.....	COOPÉRATIVE LE GOUESSANT
HERLIN.....	Frédéric	INNOPROTEA
HERRMANN	Luc.....	AGRI BUG'Z
HIDALGO.....	Kevin.....	INRA
HILKE	Seyffarth	CENTRES R&D NESTLÉ S.A.S.
HUBERT	Antoine	YNSECT
JACQUIN.....	Gérard	UNIVERSITÉ UPMC
JALILZADEH	Nooshin	ISA LILLE
JÉRÉMY	Guillaume	AGROPARISTECH
JEWELL.....	Marthe	VITAGORA
JURY	Vanessa.....	ONIRIS
KANG.....	Sungju	JARES KOREA
KATZ.....	Esther	IRD-PALOC PARIS
KENIS.....	Marc.....	CABI
KHEDHRI.....	Khalil.....	INST. AGRO. DE TUNISIE
KLASINC	Bernard.....	HF GROUP
KLEINFINGER.....	Jean-François.....	NEXTALIM
KNOCKAERT	Michel	INNOPROTÉA
KOMURA.....	Yumi.....	MARUBENI EUROPE PLC.
KOPPERT.....	Jonathan.....	APPI
KPÉNOU MALANDA	Laure	IRD
LACROIX-ORIO	Laurence	GIP GENOPOLE
LAFARGUE	Marianne.....	STALLERGENES
LAMBLIN	Adrien	LES FRUITS DE TERRE
LANDO	Danielle.....	ADEBIOTECH
LANNOY	Guy	OVALIA
LAUNAY.....	Claire	NEOVIA
LAUNAY.....	Franck.....	IPSB
LE CADRE.....	Patricia.....	CÉRÉOPA
LE CUN.....	Thomas.....	TEREOS
LE GALL	Eric	AJINOMOTO EUROLYSINE
LE GALL	Philippe.....	IRD
LE JOLY.....	Marion.....	CREATIV - CCI
LE TALLUDEC.....	Aziliz	JIMINI'S
LERICHE	Isabelle	VIRBAC
LESSIRE.....	Michel	INRA
LONGO.....	Paolo	UNIVERSITY OF TURIN
LOUIS?.....	Grégory.....	ENTOMO FARM

LOUPIAC.....	Camille.....	AGROSUP DIJON
MACOMBE.....	Catherine.....	IRSTEA
MAHO.....	Yann.....	HAARSLEV INDUSTRIES
MAMMERI.....	Mina.....	BIOTECH.INFO
MANGIN.....	Paul.....	BPIFRANCE INVESTISSEMENT
MARC.....	Jean-Pascal.....	VIRBAC SA
MARIEN.....	Aline.....	CRA-W
MARION-POLL.....	Frédéric.....	AGROPARISTECH
MATHEW.....	Joash.....	ISA LILLE
MÉRICI.....	Ugo.....	ETUDIANT IUT AUCH
MEZDOUR.....	Samir.....	AGROPARISTECH
MIXE.....	Virgine.....	MINUS FARM
MOREAU.....	Marc.....	UNILASALLE
MOREL.....	Damien.....	APPI
MORIN.....	Jean-François.....	EUROFINS
MOTTE.....	Constant.....	YNSECT
MOURAUD.....	Ermeline.....	REVUE DE L'ALIM. ANIMALE
MUAFOR.....	Fogoh-John.....	LIVING FOREST TRUST
NAAR.....	Jérôme.....	ROYAL CANIN
NEIL.....	Naish.....	OXITEC LTD
NIANG.....	Ibrahima.....	INST. TECHNO. ALIM. SÉNÉGAL
NIELSEN-LEROUX.....	Christina.....	INRA
NOCK.....	Florian.....	JIMINI'S
OGLIASTRO.....	Mylène.....	INRA
PERRIGAULT.....	Coralie.....	INNOPROTEA FRANCE
PIROT.....	Delphine.....	CBB CAPBIOTEK
POITRENAUD.....	Maelenn.....	SEDE
PORET.....	Sylvaine.....	INRA
PRIMOT.....	Pierre-Benoît.....	TINGLID CORPORATION FARM
QUINTERO.....	Fernando.....	MONTS
RABASTENS.....	Bastien.....	JIMINI'S
RADONDE.....	Maylïs.....	MICRONUTRIS
RAFIK.....	Rémy.....	ETUDIANT
RAMNUTH.....	Mélanie.....	EXPERTS-SOLIDAIRES
REJASSE.....	Agnès.....	INRA-MICALIS
ROBERT.....	Jean-Charles.....	NEXTALIM
ROURE.....	Benoît.....	IZINOVATION INNOVAWAY
ROUZÉ.....	Stéphane.....	BIO4GLOBE
SAINT-VAL.....	Pascal.....	GREEN TECHNOLOGIES
SALMON.....	Benoit.....	LET'S TRY !
SANTIGOSA.....	Ester.....	DSM
SARAVANAPAVAN.....	Shobiga	

SAUVAIN	Michel	IRD
SCHMIDELY	Philippe.....	AGROPARISTECH
SERGEANT	Luce.....	COPALIS INDUSTRIE
SMIA.....	Raphaël	NEXTALIM
SOULIER.....	Clément	ENTOMO FARM
SOURON.....	Sylvain	ENTOPROTEIN
STAHL	Odile	SERMIX
TAILLIEZ.....	Jean-Baptiste	SAS IMPROVE
TAYE.....	Thierry	BIOALGOSTRAL
TEXIER.....	Hélène	MERCK
THAI.....	Eric	CENTRALESUPELEC
THIAW	Serigne Thierno.....	EHIME UNIVERSITY
TOITOT.....	Clarisse.....	ADEBIOTECH
TOURRAIN	Zoé	INRA
TRESPEUCH	Christophe	MUTATEC
TURC.....	Jean-Jacques.....	MONIFARM
UYTTEBROEK	Maarten	VITO
VAN DER WEES	Alexandre	AUCUNES
VANDEPLAS	Sabrina	ADISSEO FRANCE SAS
VANTOMME	Paul	FAO
VERMEULEN	Emmanuel	BVBA GENTIEL
VIAN	Maryline.....	UNIVERSITÉ D'AVIGNON
VIRASITH.....	Hélène	GIP GENOPOLE
VOLKOFF.....	Anne-Nathalie.....	DGIMI
VOYATZAKIS.....	Ariane	BPIFRANCE
WACHEUX	Quentin	ETUDIANT
ZANATTA.....	Laurène	INERIS
ZERKANI	Hannou	UNIVERSITÉ DU MAROC
ZHENG	Longyu.....	HUAZHONG AGRICULTURAL UNIV.