

# Larves d'insectes

## Etat des lieux et perspectives de développement d'une filière pour l'alimentation avicole biologique

Dans le cadre du projet CASDAR **Avialim Bio** (dont l'objectif était de rechercher des solutions pour le passage à une alimentation 100% bio en aviculture biologique), six matières premières sont ressorties comme étant particulièrement intéressantes sur un plan zootechnique. Les **larves d'insecte**, distribuées sous forme de **farine déshydratée**, faisait partie de cette sélection.

Il s'agissait ici de : (1) faire **l'état des lieux de la disponibilité actuelle** de cette source de protéine ; (2) évaluer les **volumes à produire** spécifiquement pour l'aviculture biologique en fonction de différentes hypothèses d'incorporation dans les formules ; (3) calculer un **prix d'intérêt théorique** de cette matière première pour qu'elle soit compétitive; (4) identifier les **questions et défis à relever** pour que le développement de cette filière soit possible ; (5) formaliser de façon plus ou moins prospective des **itinéraires de production** et **schémas de filière** afin de proposer une base de réflexion aux entreprises désireuses de développer cette activité.

**Date de rédaction** : Janvier - Juillet 2015 (étude conduite sur l'année 2014)

**Auteur** : Aurélien LIVET

**Structure & Coordonnées :**

Chambre Régionale d'agriculture des Pays de la Loire (CRA PL)  
9 rue André Brouard, CS 70510, 49 105, Angers Cedex 2

**Avec la collaboration de :**

Nicolas DASPRES (APCA)  
Clément LEPEULE (Coop de France)  
Célia BORDEAUX (CRA PL)

## SOMMAIRE

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. Objectifs de cette étude.....                           | 2  |
| 2. Contexte et présentation de la filière .....            | 3  |
| 3. Intérêt zootechnique .....                              | 4  |
| 4. Hypothèses d'incorporation.....                         | 5  |
| 5. Estimation des besoins totaux .....                     | 5  |
| 6. Estimation du prix d'intérêt.....                       | 7  |
| 7. Liste des opérateurs/porteurs de projet.....            | 9  |
| 8. Actions réalisées.....                                  | 9  |
| 9. Itinéraire technique et schémas de filière.....         | 10 |
| 10. Synthèse FFOM .....                                    | 14 |
| 11. Conclusion et préconisations.....                      | 14 |
| 12. Références / Sources bibliographiques utilisées :..... | 16 |
| Annexes .....                                              | 17 |

### 1. Objectifs de cette étude au sein du projet AviAlim Bio (Volet 2)

Sur la base des caractérisations préliminaires (essais zootechniques menés à l'INRA et en élevage dans le Volet 1 du projet AviAlim Bio), il s'agissait dans ce Volet 2 d'analyser la **pertinence économique** (coût de production) **et technique** de matières premières sélectionnées sur leur intérêt zootechnique, et de **concevoir des schémas réalistes ou plus ou moins prospectifs de production** en fonction de **gammes de prix cohérentes** pour l'ensemble des maillons de cette filière jusqu'aux fabricants d'aliments ou éleveurs usagers. Ce travail devait se baser sur des synthèses bibliographiques, la réunion d'experts et la réalisation de concertations territoriales permettant de prendre en compte les spécificités des territoires, et de favoriser l'émergence de dynamiques autour de ces filières innovantes.

- 1- Sur l'année 2013, les animateurs du Volet 2 ont réalisé des fiches de synthèse sur 6 matières premières « cibles », potentiellement intéressantes et sélectionnées par le comité de pilotage AVIALIM BIO suite aux essais zootechniques : la crépidule, **les larves d'insecte**, le concentré protéique de luzerne, le tourteau de sésame, l'ortie et le tourteau de chanvre. Ce premier travail a permis de caractériser pour chacune de ces matières premières l'état des gisements actuels et les besoins potentiels pour la filière avicole biologique. Ce travail a aussi permis de calculer un prix d'intérêt théorique pour chaque matière première en comparaison du point de MAT du tourteau de soja. Enfin, chaque fiche de synthèse aboutissait à une analyse des forces / faiblesses et opportunités / menaces (FFOM) pour chaque matière première retenue.

- 2- Sur l'année 2014, des groupes de travail par matière première ont été constitués, composés d'experts et d'opérateurs de chaque filière. Diverses rencontres ont permis d'imaginer et de formaliser différents itinéraires techniques et schémas de filière pour la production de ces matières premières, et d'affiner les fiches de synthèse.
- 3- Enfin, ces schémas ont été présentés lors de concertations territoriales, au public plus élargi, qui se sont tenues sur plusieurs grandes régions de France lors du premier semestre 2015. Cela a permis de valider les idées retenues au sein des groupes de travail, d'affiner les itinéraires technique et schémas de filière ainsi que les conclusions sur les freins et les leviers au développement de ces filières innovantes.

## **2. Contexte et présentation de la filière « larves d'insectes »**

De nombreuses recherches visant à introduire des matières riches en protéines à base d'insectes dans l'alimentation animale ont été réalisées depuis plusieurs années. Quelques rapports soulignent l'intérêt zootechnique et environnemental de ces produits pour l'alimentation des animaux d'élevage ([FAO](#), 2013). Les larves d'insectes présentent des profils nutritionnels particulièrement intéressants en protéine, en acides aminés essentiels et en calcium pour l'alimentation animale.

A ce jour, la réglementation européenne n°999/2008 modifiée encadre strictement l'utilisation des protéines animales destinées à l'alimentation des animaux d'élevage. Aujourd'hui les protéines animales autorisées pour l'alimentation des animaux non ruminants sont, sous certaines conditions, les suivantes :

- graisses animales
- farines de poisson
- produits sanguins issus de non ruminants
- protéines hydrolysées issues de non ruminants ou de cuirs de peaux de ruminants
- gélatine issue de non ruminants
- œufs, ovoproduits, lait, produits laitiers, colostrum

Pour la nutrition animale des animaux bio, le [règlement 889/2008](#) laisse la possibilité aux opérateurs d'utiliser les farines de poisson, d'ailleurs largement utilisées par certains pays comme le Danemark ([AviBio](#), 2010).

En revanche, **l'utilisation d'insectes sous forme de farine de larves ou larves vivantes n'est autorisée que pour les animaux de compagnie et de fourrure.**

A notre connaissance, les entreprises impliquées dans la production d'insectes sont aujourd'hui principalement investies dans la **nutrition des animaux de compagnie** ([IPVfood](#), [APPI](#)), dans la **lutte biologique** appliquée à la santé animale (APPI) ou végétale ([Koppert](#), [Biobest](#)) ou dans des activités de promotion de l'**entomophagie** ([FFPIDI](#) au niveau français et [IPIFF](#) au niveau européen).

Plusieurs entreprises innovantes se sont lancées ces dernières années pour travailler sur des valorisations en alimentation humaine ([Micronutris](#), [Manger-des-insectes](#)) et nutrition animale ([Ynsect](#), [Agriproteïn](#), APPI). Certaines se sont alliées dans le cadre de partenariats avec des organismes de recherche [projet [DESIRABLE](#) financé par l'ANR et associant Ynsect et IPVfood, Projet [CAS DAR AVIALIM Bio](#) associant APPI ou encore le projet [PROteINSECT](#) disposant de 12 partenaires dans 7 pays et coordonné par l'Agence de Recherche pour l'Alimentation et l'Environnement ([FERA](#)) au Royaume-Uni].

Sur les 2000 espèces comestibles, moins de 10 sont à l'étude par les industries. En particulier, les deux espèces suivantes semblent aujourd'hui présenter un fort intérêt pour l'alimentation des animaux d'élevage :

- **la mouche du soldat noir *Hermetia Illuscens*** : riches en protéines et en calcium. Actuellement, les larves d'*Hermetia Illuscens* sont distribuées vivantes ou séchées pour l'alimentation des animaux de compagnie : reptiles, oiseaux insectivores, poissons de bassin, singes et autres animaux insectivores ou omnivores. L'un des principaux fournisseurs (APPI) élève les larves sur un substrat 100 % d'origine végétale. Les farines de larve d'*Hermetia Illuscens* ont été testées dans les essais zootechniques du programme, et sont étudiées dans le cadre du projet DESIRABLE. Dans certains pays comme aux Etats-Unis, l'élevage d'*Hermetia Illuscens* est déjà pratiqué depuis longtemps (cette larve est largement utilisée pour le compostage domestique) et fait même l'objet de brevet sur le mode de production.
- **le ver de la farine *Tenebrio Molitor*** : très riche en calcium, cette espèce n'a pas fait l'objet de test zootechnique dans le cadre du projet Avialim Bio. En revanche, des formules d'aliment incorporant des larves de ver de farine seront étudiées pour l'alimentation des poissons d'élevage et des volailles dans le cadre du projet DESIRABLE. Les femelles pondent sur des substrats très variés d'origine végétale ou animale en voie de décomposition. Les larves se développent en consommant ces déchets ce qui en fait un hôte des composts et explique son utilisation pour la bioconversion.

### 3. Intérêt zootechnique - résultats de recherche

Dans le cadre de différents projets conduits sur 2013/2014, l'INRA du Magneraud a pu tester la digestibilité de 3 échantillons distincts de farines de larves d'insectes (espèce *Hermetia illucens*), fournis par des opérateurs différents et selon des process plus ou moins poussés.

Les valeurs zootechniques de ces échantillons sont présentées dans le **tableau ci-dessous**.

|               | Teneur sur sec |         |        | Poulet             |               | Coq                |              |
|---------------|----------------|---------|--------|--------------------|---------------|--------------------|--------------|
|               | MS (%)         | MAT (%) | MG (%) | AMEn (Kcal /kg MS) | CUD N (%)     | AMEn (Kcal /kg MS) | CUD N (%)    |
| Echantillon 1 | 73,90          | 37,76   | 35,03  | 4755               | 62.68 ± 15.19 | 4709               | 77.65 ± 4.02 |
| Echantillon 2 | 94,89          | 47,23   | 22,22  | 4517               | 74.72 ± 5.84  | 6134               | 78.06 ± 5.40 |
| Echantillon 3 | 93,22          | 62,13   | 13,62  | 4066               | 69,74 ± 5,63  | 4310               | 74,10 ± 2,20 |

Malgré une variabilité des résultats qui met en garde sur les techniques d'obtention (stade larvaire, qualité de substrat, process d'extraction de la matière grasse, etc.), la farine d'insectes dégraissée déshydratée possède des caractéristiques prometteuses – notamment le dernier échantillon réceptionné qui présente une valeur de plus de 60% de MAT sur sec.

**Sous réserve de garantir cette qualité, c'est une source intéressante de protéine digestible.**  
Le Comité de Pilotage a considéré qu'il était pertinent de s'y intéresser.

## 4. Hypothèses d'incorporation

Sur la base des caractéristiques zootechniques, l'INRA a déterminé un pourcentage d'incorporation de la farine de larves d'insectes dans les aliments en fonction des phases d'élevage. Des hypothèses basse et haute sont utilisées pour la suite des calculs.

Les essais et les références techniques sur l'utilisation de farine d'insecte et les performances associées sont encore très rares et non consolidés.

Les essais conduits dans le cadre d'AviAlim Bio ont permis de poser quelques hypothèses<sup>1</sup> (qui restent à valider) sur des niveaux d'incorporation de farine d'insecte dans les formules « volaille de chair et pondeuses » en fonction des stades physiologiques.

- **L'hypothèse basse** correspond à un taux d'incorporation sécurisé, qui ne présente aucune contre-indication objective. A ce niveau, l'opérateur ne prend aucun risque.
- **L'hypothèse haute** est un seuil d'incorporation que l'équipe projet considère comme réaliste et zootechniquement pertinent, mais dont le dépassement mériterait d'être étudié/testé.

**Tableau : Hypothèses d'incorporation dans les aliments des volailles et poules pondeuses**

| Espèces         | Stade                    | % MAT de l'aliment | % hypothèse basse d'incorporation | % hypothèse haute d'incorporation |
|-----------------|--------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Poulet de chair | Démarrage                | (21% MAT)          | 0                                 | 8                                 |
|                 | Croissance               | (19% MAT)          | 2                                 | 8                                 |
|                 | Finition                 | (16% MAT)          | 2                                 | 8                                 |
| Poulette        | Démarrage (0-6 s.)       | (21% MAT)          | 0                                 | 8                                 |
|                 | Croissance (7-20/23 s.)  | (18% MAT)          | 2                                 | 8                                 |
| Pondeuse        | Entrée en ponte (<42 s.) | (21% MAT)          | 2                                 | 4                                 |
|                 | Ponte (> 42 s.)          | (19% MAT)          | 2                                 | 4                                 |

Les valeurs d'incorporation en hypothèse haute sont indicatives, il n'y a pas de données objectives disponibles pour l'instant.

## 5. Estimation des besoins totaux en larves d'insectes

Afin d'estimer les besoins potentiels en larves d'insectes, il s'agissait d'additionner (pour les volailles de chair, poulettes et poules pondeuses) les quantités que cela représentait en partant :

- (1) Des hypothèses basses et hautes d'incorporation mentionnées ci-avant
- (2) Des quantités d'aliment consommées par animal et par stade (données ITAVI)
- (3) Du cheptel global 2012 (chiffre Agence Bio), données disponibles au moment de l'étude (2014) et permettant de donner un ordre d'idée et une démarche.

Ainsi : Volume Total par catégorie d'animaux (t) = [Nombre d'animaux (cheptel 2012) \* quantité d'aliment par animal (kg) \* % d'incorporation] / 1000

<sup>1</sup> Avec l'appui d'Hervé Juin, chercheur à l'INRA du Magneraud, et expert scientifique du projet AviAlim Bio

|                                     | Poulet de chair        |         |                         |           |                       |           | Volume<br>total MP<br>poulets de<br>chair |
|-------------------------------------|------------------------|---------|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-------------------------------------------|
| Cheptel 2012 (Agence Bio):          | 7 879 959              |         |                         |           |                       |           |                                           |
|                                     | Démarrage<br>(21% MAT) |         | Croissance<br>(19% MAT) |           | Finition<br>(16% MAT) |           |                                           |
| Hypothèse (basse – et haute +)      | -                      | +       | -                       | +         | -                     | +         |                                           |
| Larves d'insectes                   | 0                      | 8       | 2                       | 8         | 2                     | 8         |                                           |
| kg aliments/volaille                | 0,85                   | 0,85    | 3                       | 3         | 3,35                  | 3,35      |                                           |
| Volume total en tonnes (hyp. Basse) | 0,000                  |         | 472,797                 |           | 527,957               |           | 1 000,754                                 |
| Volume total en tonnes (hyp. Haute) |                        | 535,837 |                         | 1 891,190 |                       | 2 111,829 | 4 538,856                                 |

Si l'ensemble du **cheptel poulet de chair** 2012 avait consommé de la farine d'insecte dans les niveaux d'incorporation mentionnés ci-avant, la quantité de farine d'insecte nécessaire aurait été de **1 000 tonnes dans l'hypothèse basse à 4 538 tonnes dans l'hypothèse haute**.

|                                        | Poulette                        |         |                                      |           | Poule pondeuse                        |           |                              |           | Volume total<br>MP poules<br>pondeuses et<br>poulettes |
|----------------------------------------|---------------------------------|---------|--------------------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------|
| Cheptel 2012 (Agence Bio):             | 3 356 877                       |         |                                      |           | 3 356 877                             |           |                              |           |                                                        |
|                                        | Démarrage (0-6 s.)<br>(21% MAT) |         | Croissance (7-20/23 s.)<br>(18% MAT) |           | Entrée en ponte (<42 s.)<br>(21% MAT) |           | Ponte (> 42 s.)<br>(19% MAT) |           |                                                        |
| Hypothèse<br>(basse – et haute +)      | -                               | +       | -                                    | +         | -                                     | +         | -                            | +         |                                                        |
| Larves d'insectes                      | 0                               | 8       | 2                                    | 8         | 2                                     | 4         | 2                            | 4         |                                                        |
| kg aliments/volaille                   | 1,68                            | 1,68    | 7,56                                 | 7,56      | 19,25                                 | 19,25     | 24,5                         | 24,5      |                                                        |
| Volume total en tonnes<br>(hyp. Basse) | 0,000                           |         | 507,560                              |           | 1 292,398                             |           | 1 644,870                    |           | 3 444,828                                              |
| Volume total en tonnes<br>(hyp. Haute) |                                 | 451,164 |                                      | 2 030,239 |                                       | 2 584,795 |                              | 3 289,739 | 8 355,937                                              |

Si l'ensemble du **cheptel poulette et poule pondeuse** 2012 avait consommé de la farine d'insecte dans les niveaux d'incorporation mentionnés ci-avant, la quantité nécessaire aurait été de **3 444 tonnes dans l'hypothèse basse à 8 355 tonnes dans l'hypothèse haute**.

### Besoins cumulés de farines de larves d'insecte :

Les calculs montrent donc des besoins potentiels cumulés (volailles de chair, poulettes et poules pondeuses) de farine de larve d'insecte déshydratée allant de **4 445 tonnes (hypothèse basse) à 12 895 t (hypothèse haute).**

|                                                                                   |                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Volume de production de larves d'insectes actuel</b>                           | APPI produit actuellement moins d'une tonne d'insecte (échelle recherche et développement) |
| <b>Volume de production de larves d'insectes potentiel à court terme</b>          | Non limité a priori, selon APPI                                                            |
| <b>Besoin total en larves d'insectes déshydratées en 2012 (chair + pondeuses)</b> | <b>De 4 445 t à 12 895 t</b>                                                               |

La production de larves d'insectes est actuellement très largement insuffisante à pour répondre à la demande potentielle, mais il paraît possible de la développer à plus grande échelle.

**Une production de quelques milliers de tonnes serait déjà suffisante pour approvisionner une grande partie des élevages de volailles biologiques français.**

## 6. Estimation du coût de l'utilisation :

- **Méthode :**

Le tourteau de soja bio est la matière première de référence actuellement utilisée pour équilibrer les aliments des volailles en AB. Afin d'évaluer l'intérêt économique des autres matières premières testées, le groupe de travail a opté pour une comparaison de chaque matière première avec le tourteau de soja bio, en confrontant la richesse en protéine (MAT) et le coût (prix à la tonne) des matières premières considérées. Bien que « simpliste », cette méthode donne une idée de ce que pourrait être le prix d'intérêt des matières premières innovantes étudiées. On obtient ainsi un équivalent soja.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Farine de larves d'insectes} = 58\% \text{ MAT (sur brut)} \\ \text{Tourteau de soja bio} = 43\% \text{ MAT} \end{array} \right\} \text{Ratio MAT Tourteau soja / MAT larves d'insectes} = 43/58 = \mathbf{0.74}$$

Cela signifie que pour remplacer 1 kg de tourteau de soja bio dans l'aliment par de la farine de larves d'insectes, il faudra apporter 0.74 kg de farine d'insectes pour apporter le même niveau de MAT.



Il n'existe actuellement aucune production de farine de larves d'insectes à grande échelle. Les prix pratiqués (**près de 10 000 €/T** pour les échantillons expérimentaux en 2013 / 2014 – sachant que ce prix a diminué fortement en quelques mois suite aux premiers essais, pour des raisons de « *développement très rapide* », dicit APPI ; prix moyen actuel annoncé au colloque Insectinov : **2500 € / t en conventionnel**) sont donc pour une production expérimentale et très élevés.

L'impact du remplacement du tourteau de soja bio par cette matière première est donc actuellement très important sur le coût de l'aliment, il est donc plus intéressant de calculer directement le prix d'intérêt sur le rapport MAT (c'est à dire le prix où l'utilisation de cette matière plutôt que le tourteau de soja bio n'aura pas d'impact sur le coût de l'aliment).

$$\text{Prix d'intérêt} = 850 \text{ €/t (prix tourteau de soja bio rendu FAB)} / 0.74 = \mathbf{1\ 149 \text{ €/t}}$$

**Remarque :** Dans le cadre du projet ANR Desirable, une autre méthode a permis d'estimer (pour une production conventionnelle) que le prix d'intérêt des larves d'insectes se situerait entre 600 € / t et 1 320 € / t pour une incorporation dans l'aliment entre 1 et 8%. Pour que le niveau d'incorporation dépasse 9% (pouvant alors aller jusqu'à 36% d'un point de vue économique), le prix devrait être abaissé à 350 €/t.

- **Conclusion :**

Actuellement, la farine d'insectes n'est produite qu'en petite quantité à des fins expérimentales, et donc à des prix prohibitifs pour le développement de la filière.

Le prix d'intérêt de la farine d'insectes est évalué approximativement à **1 149 €/t** si l'on cherche à remplacer - sans surcoût *a priori* - le point de MAT de tourteau de soja bio dans les formules d'aliments bio.

**Attention :** cette approche de l'intérêt économique d'une matière première (sur la comparaison des valeurs MAT) ne donne qu'un ordre de grandeur. Le taux de MAT n'est pas le seul facteur pris en compte pour justifier de l'utilisation d'une matière première. Les taux d'acides aminés et leur digestibilité sont primordiaux. Néanmoins suivant la formulation retenue, le facteur limitant peut varier (méthionine, lysine). La protéine étant toujours recherchée, il paraissait opportun de faire une première évaluation sur le taux de MAT. Dans un second temps, les matières premières les plus intéressantes pourront faire l'objet d'une analyse plus poussée, prenant en compte les teneurs en acides aminés digestibles de la matière première.



## 7. Liste des opérateurs/porteurs de projet

- APPI : <http://www.ap-pi.com/fr/content/7-qui-sommes-nous>
- Ynsect : <http://www.ynsect.com/>
- Agriprotein <http://www.agriprotein.com/>
- IPVfood <http://www.ipvfood.com/>
- Manger des insectes : <http://www.mangeons-des-insectes.com/>
- Novolyse : <http://novolyze.com/>
- ENTOFLY Bioconversion : <http://www.entofly-bioconversion.com/>
- Micronutris : <http://www.micronutris.com/>

Autres intervenants :

- Coordinateur du projet DESIRABLE : Samir Mezdour, [samir.mezdour@agroparistech.fr](mailto:samir.mezdour@agroparistech.fr)
- Coordinateur du projet PROTeINSECT : Elaine Fitches, [elaine.fitches@fera.gsi.gov.uk](mailto:elaine.fitches@fera.gsi.gov.uk)

### Observation :

- Les opérateurs / acteurs de cette filière ont semblé à l'équipe projet très dynamique, proactifs, extrêmement mobilisés au développement de cette filière.
- Problème des profils des structures, positionnées clairement sur des débouchées et des stratégies différentes : FEED, FOOD... certaines structures (ex : APPI) souhaitent clairement développer le feed alors que d'autres (ex : Micronutris) se positionne sur le food.

## 8. Actions réalisées

- ❖ Un groupe de travail s'est réuni afin de réfléchir aux freins et levier permettant à la filière insecte d'émerger. Ce dernier s'est réuni le 29/04/2014 à l'APCA. Ce groupe de travail était composé des animateurs du Volet 2 d'AviAlim Bio (N. Daspres, C. Lepeule et A. Livet), de S. Mezdour (Porteur du projet DESIRABLE), d'E. Réveillère (Sct Nutriciab), de M. Prosper et de J.P. Paillard (Fédération Française des Distributeurs, Importateurs et Producteurs d'Insectes) et de D. Morel (Sct APPI). Compte rendu disponible en **Annexe 1**.
- ❖ Le 2 et 3 Décembre 2014, s'est tenu sur Paris le colloque « Insect'Innov », organisé par AgroParisTech. Ce colloque a réuni sur deux jours plus de 170 participants. Compte rendu de ce colloque en **Annexe 2**.
- ❖ Plusieurs réunions téléphoniques et physiques ont eu lieux, avec différents acteurs de la filière, notamment APPI, Micronutris, FFDIPI, les organismes certificateurs (Certipaq et Ecocert) et Ynsect. Ces réunions ont permis d'échanger sur les différents freins et leviers permettant de faire émerger la filière insecte.

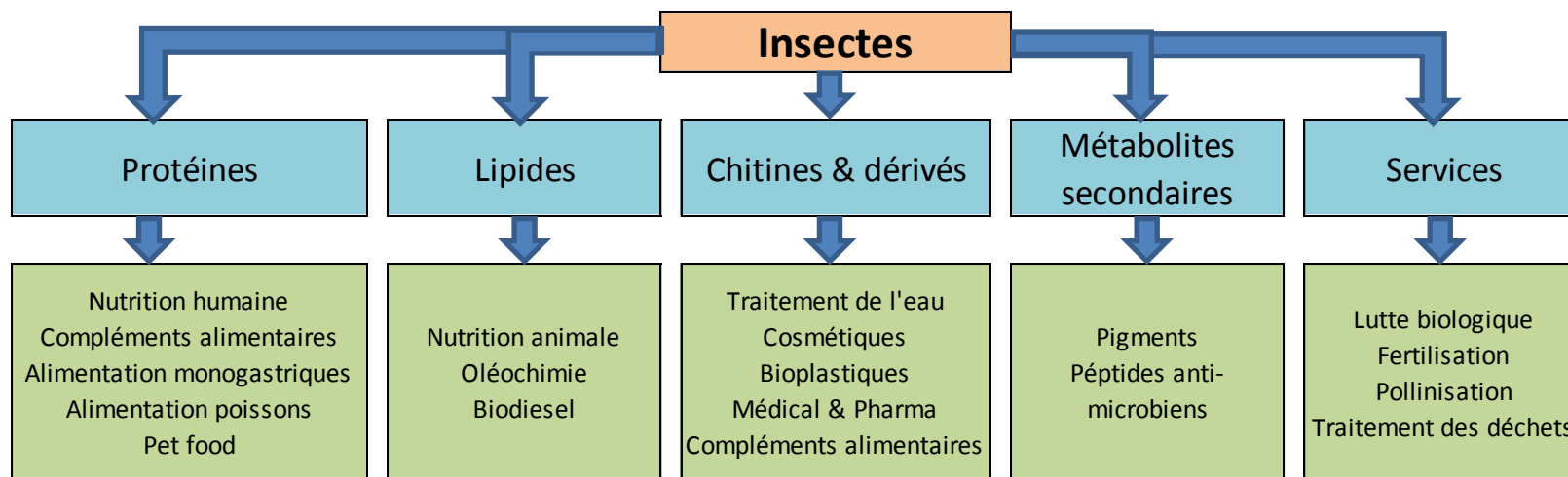
## 9. Itinéraire technique et schémas de filière résultant des échanges avec le groupe de travail

### ❖ Itinéraire technique de production d'insectes

| Itinéraire technique                             | Compléments techniques                                                                                                                    | Matériel utilisé                                                                       | Atouts                                                                                                                                            | Limites / contraintes                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Production d'insecte sur substrat végétal/animal | L'idée est de valoriser des sous-produits issus de l'agriculture / fourniture protéiques / fourniture en acides aminés                    | Bâtiment d'élevage : serres, ancien bâtiment d'élevage ou locaux                       | Valorisation de sous produits agricoles. Le substrat peut être valorisé en compost par la suite - déchets de production également                 |                                                                                                                                                                        |
| ↓                                                |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| Récolte                                          | Au stade de l'insecte le plus approprié                                                                                                   | Développé par chaque firme                                                             | Possibilité de faire de l'auto-récolte                                                                                                            |                                                                                                                                                                        |
| ↓                                                |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| Cuisson                                          | Eau bouillante ou séchage                                                                                                                 |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| ↓                                                |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| Dégraissage                                      | Possibilité de soustraction de la partie lipidique de l'insecte                                                                           |                                                                                        | La fraction lipidique peut être valorisée à part, notamment dans l'industrie cosmétique mais aussi en FEED (alim° animale) / FOOD (alim° humaine) | Trouver les sous produits adaptés à l'élevage mis en place (suivant l'espèce)<br><br>Cahier des charges AB à construire<br><br>Process hyper confidentiel actuellement |
| ↓                                                |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| Stérilisation                                    | A ce stade le produit est prêt à être commercialisé. Les étapes qui suivent sont facultatives et ne sont faites qu'à la demande du client | Pas de standard pour le moment - Compétence acquise par les firmes - Brevets possibles |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| ↓                                                |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| Broyage/ micronisation*                          | Peut intervenir avant la phase de cuissons / séchage selon les espèces                                                                    |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| ↓                                                |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| Tamassage                                        |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| ↓                                                |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |
| Granulation                                      |                                                                                                                                           |                                                                                        |                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                        |

\* Micronisation : la micronisation d'un solide est l'opération consistant à moudre des granulés jusqu'à l'obtention d'une poudre très fine (grains de dimension 100 à 500 µm).

### ❖ Schémas prospectif filière insecte



*Applications potentielles des insectes. La nutrition ne constitue qu'un des nombreux aspects. Source : Ynsect.*

**Les sources** : la chitine, les huiles et les protéines qui constituent l'essentiel de l'organisme des insectes. Les marchés : nombreux et variés.

**L'enjeu** : définir les conditions d'élevage et de production qui permettent d'atteindre une échelle industrielle au meilleur coût.

Il s'agit de profiter des teneurs en huiles et en protéines pour créer des aliments pour poissons et volailles, qui sont déjà tout ou en partie insectivores. Deux insectes retenus pour leur facilité d'élevage et leur productivité tiennent la corde : un coléoptère, *Tenebrio molitor* et la mouche soldat *Hermetia illucens*.

**Les lipides** : Les larves des insectes contiennent jusqu'à 40% de lipides riches en acides gras polyinsaturés qui ressemble aux huiles produites par le tournesol. Le biofuel pourrait donc être produit par des insectes proliférant par exemple sur des déchets municipaux en mélange difficiles à méthaniser. Les huiles peuvent servir aussi bien à l'alimentation animale qu'au chauffage ou encore comme carburant diesel.

**Le biogaz** : Certains insectes ont la faculté de produire du méthane quand ils décomposent de la cellulose. Des perspectives à plus long terme envisagent d'utiliser cette possibilité pour créer une énergie issue de la dégradation de déchets végétaux. Les termites sont de bons candidats.

**Les dérivés de la chitine** : Molécule de la famille des glucides, la chitine, principal composant des carapaces des insectes, a une composition proche de la cellulose. L'un de ses composés, le chitosan, est déjà utilisé en parapharmacie comme anti-cholestérolémiant. Fabriquée à partir de la carapace des crustacés, la chitine pourrait tout aussi bien provenir des insectes. Des applications sont prévues dans les bioplastiques et la cosmétique.

**Les services environnementaux :** La pollinisation par les abeilles des plantes devient un vrai problème, du fait des maladies et des atteintes des pesticides sur les ruches, il est donc proposé d'élever des pollinisateurs sauvages qui seraient relâchés à la demande sur les cultures tout en ne générant pas de déchets. Les insectes produisent des déjections riches en nitrate, phosphate et potasse qui constituent un excellent engrais organique.

**Les autres molécules :** Les services rendus par certains insectes sont bien connus. La cochenille produit depuis des siècles du rouge carmin et Bombyx mori génère la soie mais d'autres insectes pourraient rendre d'incalculables services si l'on prenait le temps d'aller étudier leurs vertus.

Source : Ynsect

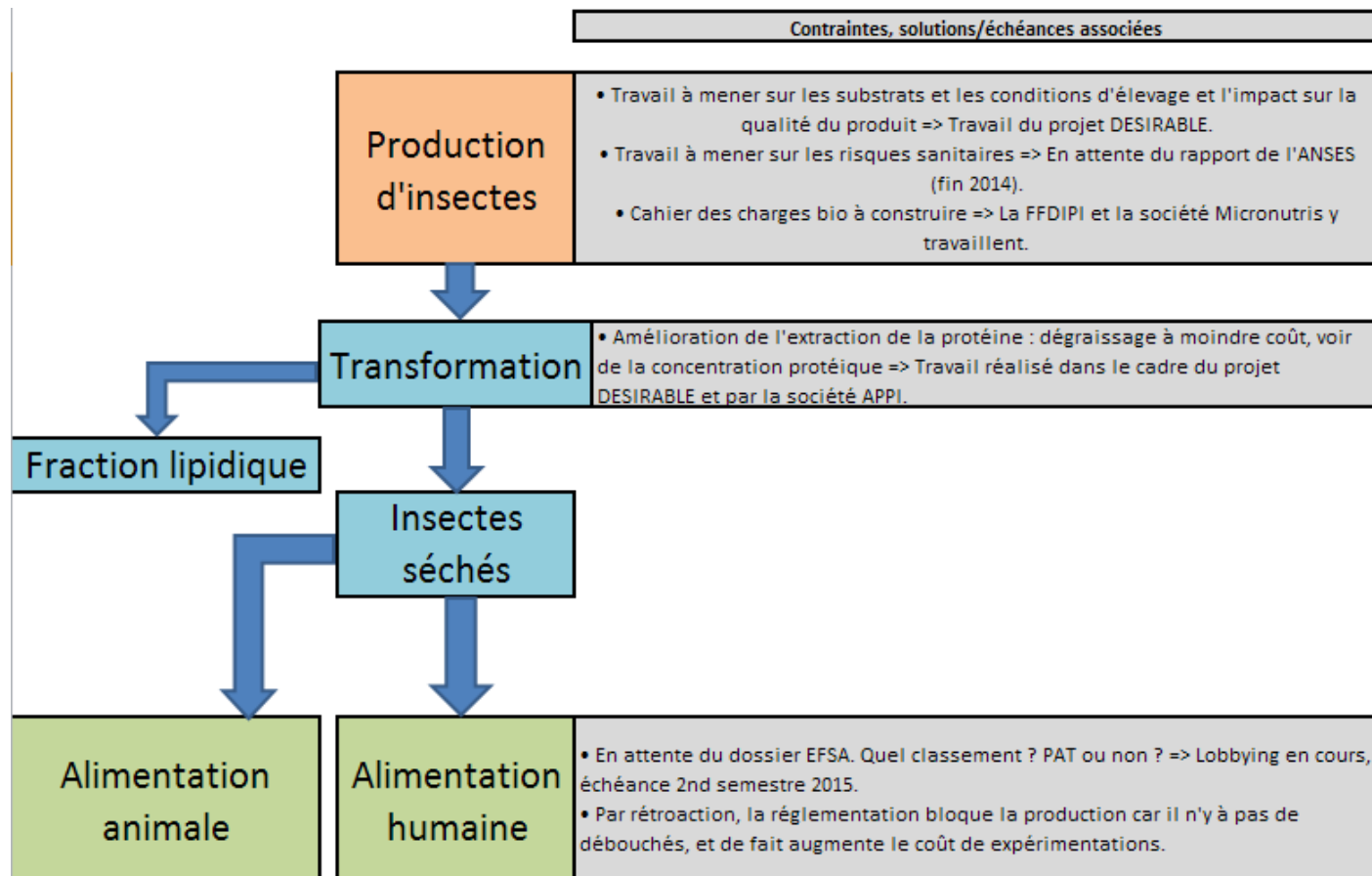
### ❖ **Besoins et questions posés sur les différents maillons de la filière**

- Il existe un **frein réglementaire majeur** actuellement pour le développement de la production d'insectes pour l'alimentation animale : La réglementation UE ne donne **pas de statut à la farine d'insectes**. Il faut avancer sur ce point de façon à ce que la farine d'insectes ne soit pas classée dans la catégorie PAT (Protéines Animales Transformées). L'EFSA<sup>2</sup> aurait réalisé un dossier sur le sujet mais il n'a pas encore été publié. Une fois ce frein levé, les acteurs publics ou privés pourront engager plus facilement des expérimentations, sans devoir détruire les animaux ayant consommé de la farine d'insectes.
- Du fait des freins réglementaires, il y a **peu de production de grande ampleur**. Néanmoins certaines entreprises, orientées sur le pet-food et de nombreux pionniers produisent des insectes en petite quantité. APPI possède un élevage de larves d'insectes sur des sous-produits de maraîchage sous-serre.
- De nombreux producteurs rencontrent des **problèmes de production**. Il est particulièrement difficile de changer d'échelle et de passer de quelques kilos à plusieurs tonnes de production. Les contraintes d'espace, de cannibalisme et dégénérescence génétique sont fortes, il y a encore peu de données sur les risques sanitaires liés à la production de larves d'insectes.
- Il y a un travail à mener sur **l'impact des substrats d'élevage** utilisés sur le taux de protéines. La société IPV a développé un processus de production qui fonctionne bien mais connaît des difficultés financières. Aux USA, il existe un brevet sur la production de la mouche du soldat noir.
- Un rapport de l'ANSES est disponible depuis le premier semestre 2015 sur les questions sanitaires liées à la production et à la consommation d'insectes.
- Il n'existe pas de **cahier des charges pour la production biologique de larves d'insectes**. La FFPIDI (Fédération Française des Producteurs Importateurs distributeurs d'Insectes) souhaite néanmoins que la production se développe de façon biologique et va donc travailler sur un cahier des charges de production biologique de larves d'insectes.

<sup>2</sup> Dossier EFSA : dossier européen

- Les process de transformation sont globalement connus (proches de la production de farines de poissons) mais des adaptations seront nécessaires pour les optimiser sur les insectes. L'enjeu est de parvenir à **concentrer la protéine** dans le produit fini et de limiter la part lipidique. APPI a un process de concentration de la protéine qui peut permettre d'atteindre 60 à 70% de MAT.

**Graphique : Besoins et questions posés sur les différents maillons de la filière**



## 10. Synthèse FFOM

| Forces                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Faiblesses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une ressource potentiellement importante</li> <li>• Apport intéressant en protéines (65% de MAT)</li> <li>• Bons résultats zootechniques</li> <li>• Riche en acides aminés essentiels (lysine et méthionine) et en calcium</li> <li>• Impact environnemental faible</li> <li>• Des opérateurs dynamiques, certains très motivés par le développement du feed*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume produit en France trop faible actuellement</li> <li>• Coût actuellement trop élevé</li> <li>• Selon les opérateurs rencontrés, la micronisation (mise en poudre) poserait actuellement quelques problèmes techniques.</li> <li>• Problème de digestibilité éventuel suivant la composition du produit final</li> <li>• Farines de larves d'insecte non autorisées pour l'alimentation des volailles et porcs par la réglementation européenne (RCE 999/2001)</li> </ul> |
| Opportunités                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Menaces                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Baisse du prix de production possible si industrialisation (économies d'échelle)</li> <li>• Intérêt fort pour l'élevage aquacole et avicole</li> <li>• Demande mondiale en émergence</li> </ul>                                                                                                                                                                          | <p>Substrat végétal bio ou non &amp; conditions de production =&gt; cahier des charges à définir ? (prévoir ceci dans la prochaine réglementation bio ?)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

\* Feed : alimentation animale

## 11. Conclusion et préconisations

La farine d'insecte a donné de très bons résultats zootechniques et laisse présager de bonnes performances environnementales (cf. annexe 2). Néanmoins cette matière première est encore produite en faible quantité et à des tarifs beaucoup trop élevés par rapport au prix d'intérêt en élevage de volailles biologiques. Le frein réglementaire est actuellement le plus important, bloquant toute possibilité de développement. Si la farine de larves d'insectes déshydratées ne paraît pas être une solution pour l'alimentation 100% bio des volailles dans un avenir proche, il est possible que la situation diffère d'ici une dizaine d'années. Pour cela plusieurs freins sont à lever :

### 1- le frein réglementaire :

#### 1-1 La réglementation générale :

Les acteurs de la filière insecte s'emploient à essayer de faire évoluer la réglementation. Ils souhaiteraient que cette dernière évolue rapidement afin que le marché français puisse se développer autant que dans d'autres pays (notamment asiatiques). L'évolution de la réglementation apparaît surtout comme un préalable nécessaire pour la réalisation d'expérimentation à plus large échelle (la destruction actuellement obligatoire des animaux élevés avec des insectes engendre des coûts de recherche prohibitifs)

Dans une optique de sécurité sanitaire, les évaluateurs et gestionnaires du risque prennent le temps d'évaluer les risques sanitaires que pourraient engendrer l'autorisation des farines d'insectes pour l'alimentation de monogastriques. Cela suppose également d'établir des lignes directrices pour l'utilisation d'insectes dans le secteur agroalimentaire (élevage, chaîne de production...). Les autorités sanitaires et les industriels concernés ont donc des échanges permanents en vue d'aboutir à des solutions les plus sûres et opérationnelles possibles (Cf. Annexe 2).

L'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a réalisé une étude sur l'évaluation des risques à la consommation d'insectes par les

humains et les animaux et deux évaluations (Belgique et Pays-Bas) ont également été rédigées. Par ailleurs, une évaluation scientifique de l'EFSA (Autorité européenne de sécurité des aliments) sur les insectes en alimentation humaine et animale est en cours de réalisation et sera communiquée mi-2015. Ainsi, si cette agence européenne rend un avis positif, 4 textes seront à modifier : CE n°1069/2009, CE n°142/2011 (Sous-produits d'animaux), CE n°999/2001 (Feed ban) et CE n°767/2009 (Alimentation animale). Le règlement Novel Food est également en cours de modification et un chapitre doit être dédié à l'utilisation d'insectes entiers ou par parties.

### **1-2 Cahier des charges AB et production d'insectes**

Il n'existe actuellement pas de cadre réglementaire pour la production d'insectes biologiques.

Une réflexion sur un éventuel cahier des charges bio est d'ores et déjà envisagée : certains acteurs de la filière y travaillent en compagnie d'Organismes certificateurs, de l'INAO et du Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt.

Au final, le prix d'obtention de cette matière première est actuellement très élevé, une évolution de la réglementation générale et AB pourrait voir se développer une production à grande échelle. Ce développement de la production aurait pour conséquence de faire baisser le prix d'obtention de cette matière première.

### **2- le frein technique :**

Au niveau technique, il reste beaucoup à faire sur cette filière notamment sur la maîtrise des conditions d'élevage :

- Les vétérinaires doivent être formés au contrôle sanitaire des structures d'élevage d'insectes car ils appliquent aujourd'hui les mêmes contrôles que dans les autres filières agroalimentaires, ce qui ne serait pas totalement adapté (Cf. annexe 2)
- La qualité et la santé des insectes élevés seront des problématiques majeures dans la production à grande échelle. Il faut donc dès aujourd'hui, par la mise en place de programme de recherche, comprendre les maladies et les symptômes afin d'assurer la sécurité sanitaire du produit tout au long de la chaîne de production et ainsi éviter une épidémie potentielle en élevage
- L'alimentation est très réglementée et de ce fait, les insectes sont aujourd'hui nourris de végétaux (Cf. annexe 2). Cependant, la composition optimale des aliments d'élevage n'est aujourd'hui pas connue et des recherches doivent également être faites dans ce sens afin de limiter les cas de cannibalisme ou de maladies liées à un excès de nutriments.
- Les connaissances et références sur les itinéraires de production favorisant une qualité protéique optimale sont encore trop rares
- Les connaissances et références sur les processus de transformation (dégraissage) sont elles aussi trop rares

### **3- le frein sociétal :**

Les insectes ne font pas partie de la culture alimentaire occidentale et il n'est pas évident que l'accueil du public soit enthousiaste à l'idée de consommer des volailles nourries à la farine d'insecte (traumatisme de la crise de l'ESB des années 2000). Un gros travail de communication devra être mené si la réglementation évolue. De par le fort développement de la filière « services » rendus par les insectes à l'agriculture depuis quelques années, ce sont aujourd'hui les agriculteurs qui participent le plus positivement à la communication sur l'insecte. Il y a donc une opportunité de communication pour le monde agricole.

Il y a également un fort engouement de la part des médias, il faudra donc s'en servir pour faire comprendre au public les ressorts de l'utilisation d'insectes en élevage et leurs avantages. Seule cette acceptation sociétale pourra permettre le développement de la filière insecte.

**La farine d'insectes semble être une solution à gros potentiel pour l'avenir, notamment pour l'alimentation avicole et il nous semble important que les travaux se poursuivent dans ces trois directions.**



## 12. Références / Sources bibliographiques utilisées :

- Saurin Hem, Melta Fahmi, IRD, 2008 : « **Production et utilisation de ‘mini-larves’ vivantes d’insectes pour la nutrition des poissons** ». Février 2008.
- Klasing KC, Thacker P, Lopez MA, Calvert CC, 2000 : « **Increasing the calcium content of mealworms (*Tenebrio molitor*) to improve their nutritional value for bone mineralization of growing chicks** ». Décembre 2011.
- Bouafou Kouamé, 2011, Journal of Animal & Plant Sciences : « **Revue bibliographique sur les asticots et leur emploi dans l’alimentation animale** ». Vol. 12, Issue 2: 1543-155242. Publication date: 30/12/2011.
- Christian Elwert, Ivonne Knips, Peter Katz, 2010 : « **A novel protein source: Maggot meal of the Black Soldier fly (*Hermetia illucens*) in broiler feed** ». Novembre 2010
- **RÈGLEMENT (CE) No 1069/2009 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL du 21 octobre 2009 établissant des règles sanitaires applicables aux sous-produits animaux et produits dérivés non destinés à la consommation humaine et abrogeant le règlement (CE) no 1774/2002 (règlement relatif aux sous-produits animaux)**
- Harold Thibault, 2012, Le Monde : « **Des usines d’insectes pour nourrir les chinois** ». Article du 27/09/2012.
- Yanne Boloh, La Dépêche du petit meunier : « **Chaque européen gobe en moyenne 500 grammes d’insectes par an** » et « **Insectes, vers une intégration en nutrition animale** ». . Articles du 9/12/2014
- Sarah Le Blé, Emilie Auvray, 2011, La revue de l’alimentation animale : « **Protéines animales transformées : un retour compromis** ». Article du 9/09/2011
- T. Veldkamp, G. van Duinkerken, A. van Huis, C.M.M. Iakemond, E. Ottevanger, G. Bosch M.A.J.S. van Boekel, 2012, Report 638 : **Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets**. October 2012.
- Direction générale de la santé et des consommateurs, 2010 : « **Feuille de route n°2 pour les EST** », Bruxelles le 16/7/2010.
- Arnold van Huis, Joost Van Itterbeeck, Harmke Klunder, Esther Mertens, Afton Halloran, Giulia Muir, Paul Vantomme, 2013, rapport de la FAO : « **Edible insects Future prospects for food and feed security** ». Rome, 2013.
- Rhonda Smith, Rosie Pryor, 2013, « **Enabling the exploitation of Insects as a Sustainable Source of Protein for Animal Feed and Human Nutrition** ». Rapport du 31/07/2013.
- Véronique Bellemain, 2011, Avis du conseil national de l’alimentation : « **Utilisation des protéines animales dans l’alimentation animale** ». Communiqué de presse du 2/12/2011.
- DAHOUDA M., TOLÉBA S.S., SENOU M., YOUSAO A.K.I., HAMBUECKERS A., HORNICK J.-L. 2009 : « **Les ressources alimentaires non-conventionnelles utilisables pour la production aviaire en Afrique : valeurs nutritionnelles et contraintes.** » 2/03/2009.
- **RÈGLEMENT (UE) N o 575/2011 DE LA COMMISSION du 16 juin 2011 relatif au catalogue des matières premières pour aliments des animaux.**

## ANNEXE 1

### Groupe de travail insectes

| Nom - Prénom           | Structure                            |
|------------------------|--------------------------------------|
| DASPRES Nicolas        | APCA                                 |
| REVEILLERE Emmanuel    | Nutriciab                            |
| MEZDOUR Samir          | AgroParisTech / Projet ANR Desirable |
| LEPEULE Clément        | COOP de France                       |
| LIVET Aurélien         | CRA Pays de la Loire                 |
| PAILLARD Jean-Philippe | FFPIDI                               |
| MIGUEL Prosper         | FFPIDI                               |
| MOREL Damien           | APPI                                 |

#### Annexe :

**Annexe 1** : fiche de synthèse insectes

#### Ordre du jour :

- Introduction à la journée et tour de table
- Présentation rapide et rappel des objectifs du projet AviAlim Bio
- Présentation de la synthèse réalisée sur le sujet insectes, dans le cadre du projet et des questions et attentes
- Complément ou précision à apporter
- Discussion sur les possibilités de développement
- Action concrètes à mettre en œuvre pour la suite

#### Tour de table :

- **COOP de France** : une cinquantaine de COOP font du bio, intérêt pour le sujet, vient voir si il faut une réunion spécifique Ouest. Co-animation du volet 2 du projet AviAlim Bio.
- **Réveillère Emanuel** : Problématique : la consommation en produit bio augmente et les terres diminuent. L'enjeu est de produire de la protéine de qualité, économiquement responsable.
- **Samir Mezdoor** : Responsable du projet désirable. Travail sur l'émergence de la filière insecte au niveau industriel.
- **Damien Morel** : société APPI, producteur d'insecte à Nantes. Travaille sur le bio contrôle et l'alimentation Pet Market.
- **J-P Paillard et Prosper Miguel** : **FFPIDI** : objectif de réunir les acteurs de la filière entomocole. Demande d'AMM pour l'alimentation humaine.
- **APCA et CRA PL** : animation du volet 2 du projet AviAlim Bio, alimentation 100% bio en élevages monogastriques.

## Présentation du projet AviAlim Bio :

Au 1<sup>er</sup> Janvier 2015, le règlement européen de l'agriculture biologique impose le passage à une alimentation 100% biologique dans les élevages monogastriques. En aviculture biologique, les éleveurs et les opérateurs sont très inquiets des conséquences que cela va engendrer sur le développement de l'aviculture biologique en France. Les objectifs visés par ce projet sont de plusieurs ordres :

- Identifier des matières première originales ou innovantes, actuellement ou potentiellement accessibles et les caractériser notamment sur leur valeurs nutritives, leur disponibilité et les formes sous-lesquelles elles pourraient être valorisées dans l'alimentation des poulets de chair et des poules pondeuses.
- Tester différentes formules alimentaires en station expérimentales et en élevage *in situ*.
- Raisonner / concevoir différents scénarios de production de matière première clés.
- Proposer des préconisations au terme de ce projet.

Actuellement, 5% de matière première conventionnelles est permis dans la ration et permet d'obtenir des rations équilibrées en acides aminées essentiels, par l'usage de gluten de maïs, de protéines de pomme de terre... Ces matières premières intéressantes sont actuellement indisponibles en agriculture biologique. L'enjeu est donc de proposer des formules alimentaires 100% biologique, adaptées aux stratégies des différents acteurs de la filière avicole et de sécuriser les filières d'approvisionnement en matières premières.

Le projet se décompose en 3 volets :

- Volet 1 : identification des matières premières et évaluation de formules alimentaire
- Volet 2 : Conception de schémas de filière de production de matières premières cibles
- Volet 3 : Construction de livrable et communication / diffusion

## Discussion/précisions sur la base de la synthèse réalisée sur la farine d'insectes (cf. annexe 1) :

La farine d'insectes a donné de bons résultats lors des essais menés dans le cadre du volet 1 du projet AviAlim Bio.

A la lecture de cette fiche de synthèse plusieurs précisions sont apportées par les participants :

**Il existe un frein réglementaire majeur** actuellement pour le développement de la production d'insectes pour l'alimentation animale :

La réglementation UE ne donne pas de statut à la farine d'insectes. Il faut avancer sur ce point de façon à ce que **la farine d'insectes ne soit pas classée dans la catégorie PAT** (Protéines Animales Transformées). L'EFSA aurait réalisé un dossier sur le sujet mais il n'a pas encore été publié.

Une fois ce frein levé, les acteurs publics ou privés pourront engager plus facilement des expérimentations, sans devoir détruire les animaux ayant consommé de la farine d'insectes.

La FFPIDI travaille sur ce sujet, ainsi que les acteurs du projet anglais Protéinsect. Des entreprises de lobbying proposent leurs services, très chers. La commercialisation d'insectes pour l'alimentation humaine est interdite en France mais autorisée en Belgique.

## Etat des lieux de la filière :

- **Production :**

Du fait des freins réglementaires, il y a peu de production de grande ampleur. Néanmoins certaines entreprises, orientées sur le pet-food et de nombreux pionniers produisent des insectes en petite quantité.

APPI a un élevage de larves d'insectes sur des sous-produits de maraîchage sous-serre. De nombreux producteurs rencontrent des problèmes de production. Il est particulièrement difficile de changer d'échelle et de passer de quelques kilos à plusieurs centaines de kilos de production. Les contraintes d'espace, de cannibalisme et dégénérescence génétique sont fortes, il y a encore peu de données sur les risques sanitaires liés à la production de larves d'insectes.

Il y a un travail à mener sur l'impact des substrats d'élevage utilisés sur le taux de protéines. La société IPV Food a développé un process de production qui fonctionne bien mais connaît des difficultés financières. Aux USA, il existe un brevet sur la production de la mouche du soldat noir.

L'ANSES est en train de rédiger un rapport, à paraître à l'automne 2014 sur les insectes, notamment leur production, avec des recommandations sur les volets sanitaire, bonnes pratiques, etc.

Il n'existe pas de cahier des charges pour la production biologique de larves d'insectes. La FFPIDI souhaite néanmoins que la production se développe de façon biologique et va donc travailler sur un cahier des charges de production biologique de larves d'insectes.

- **Transformation :**

Les process de transformation sont globalement connus (proches de la production de farines de poissons) mais des adaptations seront nécessaires pour les optimiser sur les insectes. **L'enjeu est de parvenir à concentrer la protéine dans le produit fini et de limiter la part lipidique.** APPI a un process de concentration de la protéine qui peut permettre d'atteindre 60 à 70% de MAT.

- **Prix**

L'IRSTEA a fait un travail bibliographique sur le prix, qui donne des ordres de grandeur. La tonne de protéine d'insectes se négocie entre 450 et 110 \$ suivant la concentration. En France, la tonne de farine d'insecte concentrée à 65-70% de MAT serait aux alentours de 2500€/t.

- **Recherche :**

**Projet DESIRABLE** : le projet lancé en 2013 a déjà permis de travailler sur l'élevage de larves de *Tenebrio molitor* et *Hermetia illucens* en laboratoire. Un second travail sur les **process de séparation de la matière grasse et des autres constituants** est mené. L'objectif est de parvenir à produire 50kg de farine de larves suivant différentes méthodes pour effectuer des **essais de digestibilité** sur volailles et poissons (réalisés par l'INRA de Tours). Enfin un travail sur **l'acceptabilité par le consommateur** va être réalisé (ITAVI-Isabelle BOUVAREL)

Les moyens publics alloués à la recherche en France, ainsi que l'implication de sociétés privées dans les projets, sont nettement inférieures à ceux qui le sont à l'étranger (exemple projet anglais PROTeINSECT). Les avancées sont donc moins rapides.

Un colloque intitulé INSECTINOV aura lieu les 2 et 3 décembre 2014: <http://www.adebiotech.org/insectinov/> Il a pour objectifs de :

- Dresser un panorama des principales applications qui seront analysées au regard des travaux à mener pour développer des filières industrielles.
- Identifier les besoins pour préparer techniquement l'émergence d'une filière propre et durable de production de protéines animales à base d'insectes destinée à l'alimentation animale et humaine.
- Rechercher les perspectives économiques et scientifiques de cette filière « Insectes » : état de l'art, freins au développement, besoins en recherche, investissements, réglementations, de coopérations scientifiques et avec le secteur privé, protection de l'environnement dans le cadre des politiques de développement durable.
- Eclairer sur l'apport des systèmes biologiques d'insectes pour la santé humaine, et perspective de développement dans le domaine des vaccins en particulier

#### **Possibilité de développement, actions concrètes à mettre en œuvre :**

Le frein réglementaire conditionne le développement de la filière.

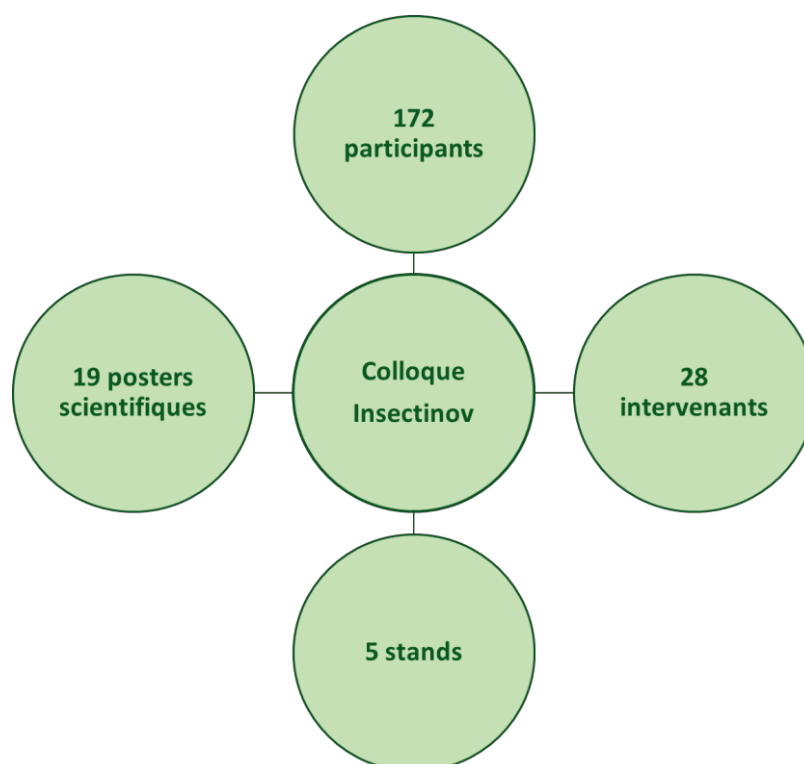
Afin d'être prêt à développer la filière lorsque la réglementation aura évolué, il faut trouver des acteurs prêts techniquement pour rassembler ou établir des références technico-économiques, évaluer l'impact environnemental en analysant les cycles de vie, continuer de travailler sur les process...

Il est proposé de maintenir le contact avec les acteurs de la filière pour se faire relais éventuels auprès des institutions nationales et européennes afin de faire avancer le dossier réglementaire. Le colloque organisé par AgroParisTech en décembre sera l'occasion de faire le point sur le sujet.

## ANNEXE 2

### Colloque INSECTINOV

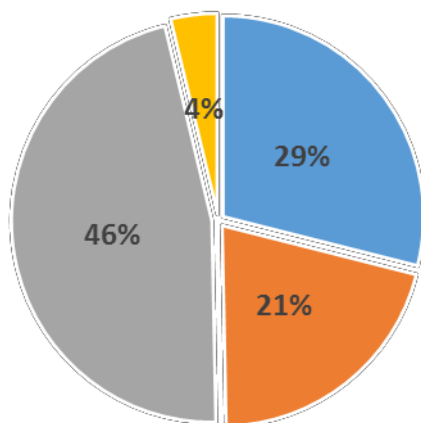
Le colloque **Insectinov** : “Insectes : Une filière d’avenir pour les biotechnologies” a été organisé par Adebiotech, think tank des biotechnologies, et s’est déroulé au Parc technologique Biocitech à Romainville, les 2 et 3 décembre 2014. Cet événement était l’occasion de réunir l’ensemble des acteurs de la filière du monde académique et industriel et a été marqué par une forte participation et une grande implication représentés dans la figure 1 ci-dessous :



**Figure 1. Chiffres-clés du colloque Insectinov**

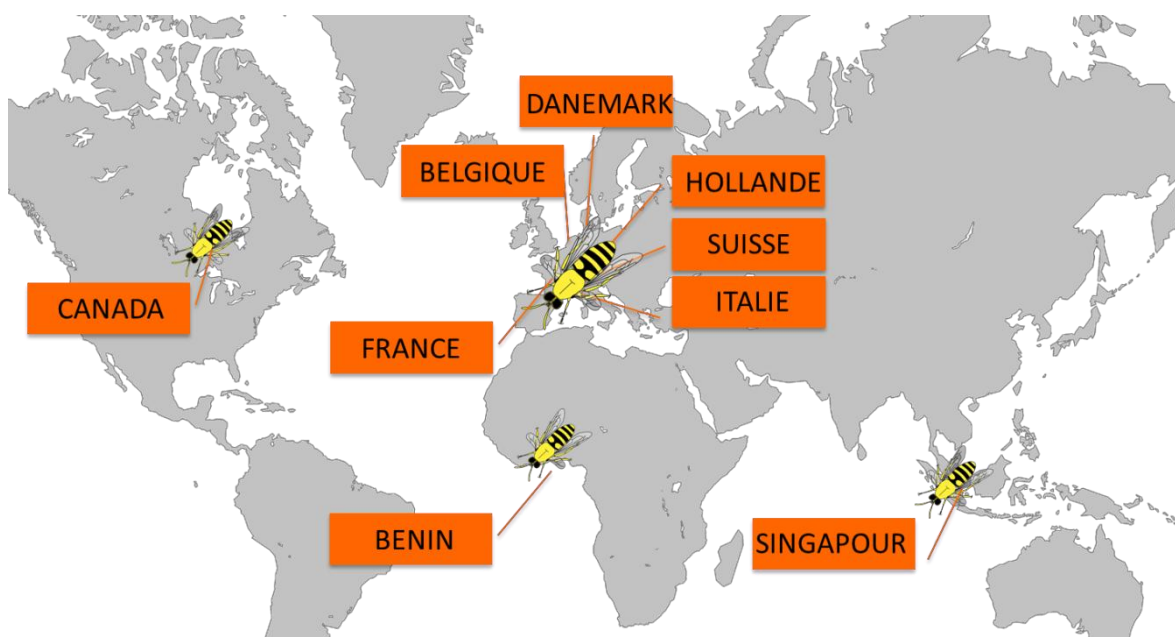
Les deux objectifs principaux de ce colloque étaient i) de dresser un panorama complet des différentes applications et recherches scientifiques actuelles et futures dans le secteur agroalimentaire (session 1), le secteur santé (session 2) et le secteur services à l’agriculture (session 3) et ii) d’identifier les freins au développement de la filière insectes.

De nombreux experts académiques, industriels, sociétés privés de financement, représentants du corps législatif français et des journalistes ont participé à ces deux journées de colloques (Figure 2). Cet événement a dépassé une portée nationale puisqu’il y a eu des représentants de différents pays (Figure 3).



■ Académique ■ Agence ■ Industriel/Société privée ■ Journaliste

**Figure 2. Répartition des différents acteurs de ce colloque (%)**



**Figure 3. Répartition des différents pays représentés lors du colloque**

Ces deux journées de colloque ont été marquées par de nombreux échanges entre les participants. Cette journée s'est déroulée en 4 sessions :

- Valorisation agroalimentaire (FEED/FOOD)
- Applications dans le domaine de la santé
- Services à l'agriculture
- Applications industrielles



Des débats ont également pris part à ces deux journées par le biais de 3 tables Rondes :

- La filière insectes, réglementation et acceptation sociétale
- Applications dans le domaine de la santé : enjeux et opportunités
- Une filière à monter : quels sont les leviers industriels et économiques ?

Le colloque a débuté par une conférence de **Jean-Marc REICHHART**, IMBC, qui a exposé ses travaux sur l'étude du système immunitaire innée de la drosophile. La découverte de l'existence d'un tel système au début du XXème siècle a permis de réaliser beaucoup de recherches et à ce jour, 3 types de mécanismes immunitaires chez la Drosophile ont été mis en évidence : la réponse humorale, la réponse cellulaire et la réponse épithéliale. Différents peptides antimicrobiens ont ainsi été étudiés (Diptericins, Drosomycins...). Les recherches ont conduit à des applications thérapeutiques de ces peptides comme agents antimicrobiens.

**Frédéric MARION-POLL**, CNRS, a présenté l'insecte dans sa généralité. Il existe un million d'espèces qui peuvent s'adapter à tous types de milieux et d'aliments, ce qui pourrait donner lieu à des applications intéressantes. Les insectes possèdent également des spécificités : présence d'un squelette externe (cuticule) composé de chitine, animaux à sang froid, ils ne possèdent pas de pigment respiratoire et leurs neurones ne contiennent pas de myéline.

**Antoine HUBERT**, Ynsect, a discuté du potentiel économique des filières insectes

La filière élevage est cours de développement. En Europe, elle est émergente et ne pourra se développer que si le prix au kilo est compétitif (exemple : le prix d'une farine protéique d'insectes doit être de **moins de 1€/kg**). De ce fait, les technologies (production, extraction...) doivent innover afin d'attendre quelques dizaines de milliers voir centaines de milliers de tonnes d'insectes produits.

Depuis 2 ans, afin de répondre à cette problématique, de nombreux projets de recherche ont vu le jour (Désirable, Protéinsect, etc.) et mettent en évidence le lancement d'un fort dynamisme de ce secteur.

## Session 1 - Valorisation agro-alimentaire (FEED/FOOD)

Au cours de cette session, animée par **Samir MEZDOUR**, AgroParisTech, les intervenants ont posé les jalons d'une filière stable et durable en mettant l'accent sur une amélioration de l'image insecte.

Cette image peu positive a été décrite par **Jean-Baptiste DE PANAFIEU**, Auteur scientifique, comme un aspect sociétal spécifique d'aujourd'hui. En effet, dans l'antiquité, quasiment tout le monde mangeait des insectes puis cela s'est perdu au fur et à mesure du temps jusqu'au XVIIème siècle où des récits de voyage racontaient que manger des insectes étaient délicieux. Cependant, l'image « insecte », rebutante, sale, est désormais ancrée profondément dans les têtes. D'après **Jean-Baptiste DE PANAFIEU**, une grande partie des européens sont prêts à essayer d'en consommer. Il faut également bien faire comprendre que l'insecte, en tant qu'aliment, ne remplacera pas la crevette ou la viande mais sera bel et bien une alternative. Quelle que soit la nourriture, « il faut trouver du plaisir, le plaisir de goûter et le plaisir d'être surpris parce que nous goûtons ».

Dans l'optique de poser les bases technologiques de cette filière, **Samir MEZDOUR**, a présenté le programme Desirable et ses enjeux : préparer techniquement l'émergence de la filière insectes et les ingrédients qui seront dédiés à l'alimentation animale en procédant à la conception d'entoraffineries.

Ce projet de recherche, financé par l'ANR (Agence Nationale de la Recherche) à hauteur d'environ 1 million d'euros, tente d'apporter une solution aux problèmes soulevés par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) : Comment nourrir 9,5 milliard d'individus en 2050 tout en respectant l'environnement ?

Le but de ce programme est donc de valoriser des matières organiques issus de l'agriculture ou de l'industrie agroalimentaire à travers des bioréacteurs pour ensuite les transformer en des produits plus ou moins raffinés (farine, molécules purifiées...). Tout l'enjeu sera de maîtriser les conditions de la matière première (Sélection ? Quel stade ? Régimes optimaux ?), les procédés de transformation (Thermomécanique ? Solvants ? Biologique ?), puis maîtriser les conditions opératoires de sorte de produire des ingrédients (farine, isolats, concentras...) et d'en mesurer les fonctionnalités.

Ce développement technologique est évidemment intimement lié au coût et à la qualité des matières premières d'insectes selon **Philippe SCHMIDELY**, AgroParisTech.

De par la demande en protéines animales, la consommation de matière première en alimentation animale et de l'évolution des prix de ces dernières qui ne cessent d'augmenter, la farine protéique d'insecte est proposée comme une alternative sérieuse aux protéines utilisées actuellement. Cependant il reste à savoir à quel prix et à quelle composition cette dernière peut être proposée. En s'appuyant sur des études nutritionnelles, d'hypothèses (insectes utilisés, apports énergétiques, animal cible...) et des obligations du marché, la farine d'insecte pourra être incorporée à partir d'un **prix d'intérêt se situant entre 600€/tonne et 1320 €/tonne pour une incorporation dans l'alimentation animale entre 1% et 8%**. Pour une incorporation entre 9% et 36% (maximum 40% car certaines espèces ne tolèrent pas au-delà), **le prix d'intérêt doit atteindre 350€/tonne**.

Afin donc de minimiser le coût et de prévoir la composition pour une farine d'insectes, il y a besoin de recherches sur les compositions complètes, les valeurs énergétiques, les digestibilités, les équations de prédictions et les impacts des traitements technologiques sur la valorisation nutritionnelle de la matière première.

**Frédéric FRANCIS**, Entomofood, a mis en avant quelques résultats de son étude qu'il réalise en Belgique sur la consommation d'insectes : des arguments santé à l'acceptation et au changement de comportement alimentaire.

Aujourd'hui, de plus en plus de personnes connaissent l'entomophagie et d'après l'enquête, deux tiers des interrogés ont déjà goûté aux insectes ou sont prêts à le faire. Parmi ces derniers, une très large majorité a estimé qu'elle aurait dû en consommer plus tôt et estiment qu'on en mangera dans un futur proche.

La forme et la texture sont également des points importants pour les consommateurs. Les résultats de l'étude ont mis en évidence que le ver de farine semble être l'insecte qui est le plus apprécié, cependant celui-ci est préféré sous forme de farine ou mixé (incorporé dans tous types d'aliments : crêpes, steak-haché, pains...).

La consommation humaine d'insectes doit donc être promue pour lever cette barrière sociétale et permettre le développement d'une filière agroalimentaire.

**Cédric AURIOL**, Micronutris, a présenté son entreprise qui élève des insectes et élabore des produits pour l'alimentation humaine.

Les insectes comestibles peuvent être une ressource alimentaire durable pour plusieurs raisons :

- *Environnementales* : Rejet de gaz à effet de serre, consommation d'énergies et besoin en ressources faible (Il faut 10 kg de céréales pour 1 kg de viande contre 7 kg d'insectes).

- *Alimentation d'élevage* : issues de l'agriculture biologique, d'origine végétale. Il est possible de découvrir d'autres ressources alimentaires plus écoresponsables (déchets végétaux...) en respectant la réglementation européenne (cf. Table Ronde 1).
- *Production* : établir un cahier des charges sur l'ensemble de la chaîne de production afin de garantir la sécurité sanitaire pour les consommateurs.
- *Economique* : création de nouvelles industries, création d'emploi, redynamisation de territoires.

Enfin, pour clôturer cette session, **Yves LE CONTE**, INRA, a exposé l'état des lieux de la filière apicole et son intérêt pour l'alimentation humaine.

L'impact de la pollinisation par les abeilles (et les pollinisateurs en général) sur la production agricole est très important puisque 30% de notre alimentation en terme de variabilité dépend uniquement de cette pollinisation et se chiffre en milliard de dollars dans le monde entier. Outre cet aspect, quelques produits de la filière apicole se sont développés et sont bien connus: miel, gelée royale, pollen, cire, propolis.

### Table Ronde 1 - La filière Insectes, réglementation et acceptation sociétale

Cette Table Ronde a traité des questions réglementaires et d'acceptations sociétales des insectes pour l'alimentation animale et humaine qui a donné suite à un débat sur l'évolution de la réglementation pour la filière agroalimentaire.

Elle était animée par **Philippe SCHMIDELY** et composée de :

- **Célia AZOYAN**, Inspecteur chargée des dossiers relatifs à l'alimentation animale, *DGCCRF*, Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi ;
- **Hélène THOMMERET**, Chef de bureau, *DGCCRF*, Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi ;
- **Sandrine DELAFOSSE**, Référente nationale alimentation animale, *DGAL* ;
- **Stéphane LARRÉCHÉ**, Chef de Projet Scientifique, Direction de l'évaluation des risques, *ANSES*.

#### A- Etat des lieux de la réglementation actuelle pour le secteur agroalimentaire

D'après la réglementation européenne, **les insectes issus d'élevage** sont considérés comme des **animaux d'élevage** et, de ce fait, leur alimentation est réglementée par les lois sur les sous-produits d'animaux (CE n°1069/2009, CE n°142/2011) et les éleveurs doivent s'enregistrer et suivre la réglementation CE n°183/2005. De plus, d'après la *DGAL* (Direction Générale de l'Alimentation), **il est interdit de nourrir les insectes avec des matières fécales ou des déchets de cuisine et de table**. Dans le cas de l'aquaculture, la réglementation en vigueur est la loi CE n°999/2001 (Loi Feed ban). Elle consiste en l'utilisation de protéines animales transformées (PAT) de non-ruminants uniquement issus d'abattoir ou d'atelier de découpe. L'utilisation d'insectes ou de sous-produits d'insectes n'est donc pas autorisée.

Concernant l'alimentation humaine, un nouveau produit alimentaire peut être mis sur le marché si ledit produit a été largement consommé avant 1997 en Europe (des preuves doivent être apportées). Dans le cas contraire, le produit doit suivre la **procédure Novel Food** définie dans le **règlement européen CE n°258/97**. Bien que cette réglementation stipule que seules les parties d'animaux sont prises en compte, la *DGCCRF* (Direction Générale de la Concurrence, de la Consommation, et de la Répressions des Fraudes) considère que les insectes entiers doivent également suivre le règlement Novel Food.

## B- Discussion

Les échanges qui ont suivi cette table ronde ont permis de comprendre que les acteurs actuels et futurs de la filière souhaiteraient que la réglementation évolue rapidement afin que le marché français puisse se développer autant que dans d'autres pays pour mettre fin à la concurrence déloyale qui existe aujourd'hui (avec les pays asiatiques principalement mais également certains pays européens).

A l'inverse, les évaluateurs et gestionnaires du risque ont mis l'accent sur les risques sanitaires importants que pourraient engendrer cette évolution rapide et non contrôlée. Ils souhaitent également développer des lignes directrices pour l'utilisation d'insectes dans le secteur agroalimentaire (élevage, chaîne de production...). De plus, les autorités souhaitent des échanges réguliers en vue d'améliorer leurs relations avec les industriels concernés.

Cette réglementation pour l'alimentation humaine et animale tend à évoluer puisque d'ores et déjà l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a réalisé une étude sur l'évaluation des risques à la consommation d'insectes. De plus, deux évaluations (Belgique et Pays-Bas) ont également été rédigées et une **évaluation scientifique de l'EFSA** (Autorité européenne de sécurité des aliments) sur les insectes en alimentation humaine et animale est en cours de réalisation et **sera communiquée mi-2015**. Ainsi, suite à un avis positif de cette agence européenne, 4 textes seront à modifier : CE n°1069/2009, CE n°142/2011 (Sous-produits d'animaux), CE n°999/2001 (Feed ban) et CE n°767/2009 (Alimentation animale). Le règlement *Novel Food* est également en cours de modification et un chapitre doit être dédié à l'utilisation d'insectes entiers ou par parties.

## Intervention de Fédérations d'acteurs : missions et attentes

Dans le but de regrouper tous les producteurs d'insectes et de dialoguer d'une voix commune avec les autorités européennes, l'IPIFF<sup>3</sup> (International Producers of Insects for Feed and Food) a été fondée en 2013 et présentée au colloque par **Antoine HUBERT**. Cette organisation à but non lucratif comprend plusieurs missions : promouvoir l'insecte comme ressource durable et pertinente pour le FOOD et le FEED, développer des standards de la profession et les fournir aux autorités réglementaires et supporter des sujets collaboratifs.

A l'échelle nationale, **Rémi LANTIERI-JULLIEN** a présenté la FFPIDI<sup>4</sup> (Fédération Française des Producteurs, Importateurs et Distributeurs d'Insectes) qui existe depuis 2011. Cette fédération a pour but de regrouper tous les acteurs de la filière insectes française du secteur agroalimentaire à tous les niveaux : universitaires, entreprises, porteurs de projets et d'accompagner ces derniers dans le développement de la filière insecte. Ils ont par ailleurs déposé un dossier *Novel Food* sur le grillon domestique auprès des autorités réglementaires françaises.

## Session 2 - Applications dans le domaine de la santé

Cette session, animée par **Yasmine ZOUICHA**, Pall Life Sciences, a fait l'état des lieux des applications utilisant des insectes ou sous-produits d'insectes en mettant en évidence les avantages de l'utilisation de ces derniers dans le domaine de la santé.

**Hassan CHAABIHI**, Agate Bioservices, a ainsi exposé la production de protéines recombinantes à partir de cellules d'insectes infectés par le baculovirus.

Un vecteur plasmidique est établi (comprenant le gène de la protéine souhaité) et est transféré dans un baculovirus qui va infecter des cellules ou des larves pour ensuite produire la protéine souhaitée. Les avantages de l'utilisation de ce virus sont multiples : rapide, bon niveaux de production, grande capacité d'intégration et de co-expression et sécurité biologique mais ce virus possèdent également des freins : nature lytique du système et glycosylations incomplètes par rapport aux mammifères.

Afin d'améliorer ce procédé, quelques points soulevés doivent être développés :

« humanisation » des N-glycosylations, amélioration des vecteurs baculovirus, la mise au point de vecteurs non viraux et recherche de nouvelles lignées cellulaires.

<sup>3</sup><http://www.ipiff.org/>

<sup>4</sup><http://www.ffpidi.org/>



Concernant les vaccins, **Stéphanie SPIRKEL**, Merial, a ainsi expliqué que les vaccins les plus produits aujourd'hui sont les vaccins dits « inactivés » mais qu'ils comportaient quelques inconvénients. Les alternatives possibles à ces derniers sont les vaccins sous-unitaires ou VLPs (Virus-Like Particules) dont la production d'antigènes peut provenir de cellules d'insectes. Ainsi, il existe des vaccins vétérinaires issus du système d'expression baculovirus/cellules d'insectes mais également de système d'expression baculovirus/ver à soie ou larve de papillon de nuit. Il a ainsi été mis en évidence que la production de vaccins issus de cellules d'insectes était possible à grande échelle mais également que ces derniers étaient acceptés par la réglementation du fait de leur stabilité et leur innocuité.

Des molécules au sein de l'insecte sont également potentiellement source de nouvelles molécules thérapeutiques et c'est ce qu'a expliqué **Roland LUPOLI**, Univ. Paris Descartes, dans son intervention.

Aujourd'hui, de nombreuses thérapies reviennent au goût du jour : miels thérapeutiques, asticothérapie mais il faut également axer les efforts sur la recherche de potentielles molécules d'insectes qui sont encore inexplorées et inexploitées. C'est le cas des molécules salivaires des hématophages, par exemple, aux fonctions vasodilatatrices, anti-inflammatoires etc. mais également des peptides issus de venins.

Il faut donc persévérer dans les recherches pour ainsi rendre possible des synthèses de ces protéines mais aussi développer des technologies d'élevage nécessaire.

Il est également possible de produire des vecteurs AAV (Adeno-Associated Virus) en utilisant des cellules d'insectes pour la thérapie génique de maladies rares comme c'est le cas dans le laboratoire d'**Otto-Wilhelm MERTEN** du Génomique. Ce système d'expression permet ainsi de produire une plus grande quantité de protéines qui présente une très grande sécurité car non tumorigène et non pathogène fournissant un fort taux de rendement. C'est donc une nouvelle technologie très prometteuse mais certaines améliorations (quantités et qualité de protéines souhaitées) doivent être développées.

Enfin, des anticorps monoclonaux peuvent également être produits à partir de cellules d'insectes comme l'a expliqué **Sancha SALGUEIRO**, ExpreS2ion Biotechnologies. Les cellules S2 de drosophile sont ici privilégiées car elles permettent l'expression de protéines complexes et homogènes et n'ont pas besoin d'utiliser de vecteur comme le baculovirus : le gène s'intègre directement dans le génome de la cellule. Deux projets pour la vaccination contre le paludisme sont actuellement en cours et utilisent ces cellules S2.

|                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|
| Table ronde 2 – Applications dans le domaine de la santé : enjeux et opportunité |
|----------------------------------------------------------------------------------|

Cette Table Ronde, animée par **Christian VALENTIN**, Lyonbiopôle, a traité des principales forces/opportunités et a mis en avant les principaux verrous technologiques, réglementaires, économiques à lever afin de renforcer la valorisation santé de cette filière.

Les différents intervenants de la session 2 ont pris part à cette Table Ronde :

- **Hassan CHAABIHI**, Directeur, Agate bioservices
- **Stéphanie SPIRKEL**, Merial
- **Roland LUPOLI**, Chercheur INSERM, Univ. Paris Descartes
- **Otto-Wilhelm MERTEN**, Responsable vectorologie appliquée, Généthon
- **Sancha SALGUEIRO**, Vice-President Business Development, ExpreS2ion Biotechnologies

Le frein majeur du développement de la filière insecte dans le domaine de la santé concerne la difficulté de production d'insectes en quantité suffisante. De plus, pour garantir une certaine qualité des molécules thérapeutiques, les élevages doivent être standardisés pour éviter une variation trop importante. Ainsi, bien que ce soit le cas de certaines start-up, cela peut être totalement différent pour une production à grande échelle.

Le lobbying de l'industrie pharmaceutique n'est pas favorable à l'utilisation d'insectes ou de sous-produits lié en grande partie à la réglementation.

Malgré tout, il y a volonté de développer cette filière puisqu'il existe aujourd'hui différents projets de recherche donc le séquençage de 5000 génomes d'insectes

Enfin, depuis quelques années, la mise sur le marché de quelques produits (vaccins, thérapie génique...) issus d'insectes permet de regarder l'avenir de façon optimiste. La base est aujourd'hui posée : technologies prometteuse et réglementation ouverte à l'innovation, aux enjeux économiques et aux besoins de santé.

### Session 3 - Services à l'agriculture

Cette session, animée par **Elisabeth TABONE**, INRA, a permis de faire un état des lieux des applications actuelles utilisant les insectes dans le domaine des services à l'agriculture.

Différents insectes sont utilisés pour la lutte biologique, par exemple des parasitoïdes oophages (plus précisément des Trichogrammes) utilisés contre des Lépidoptères ravageurs qu'utilise **Elisabeth TABONE** et l'ensemble de son équipe INRA pour protéger des cultures. Pour chaque projet de biocontrôle, une méthodologie est développée (cf livret d'accueil). Cependant, pour que la lutte soit transférable aux professionnels, il est nécessaire d'en diminuer les coûts et d'établir une stratégie optimale des lâchers et de conditionnement.

**Anne-Isabelle LACORDAIRE**, Koppert, a par la suite présenté rapidement les différents insectes que son entreprise utilise : nématodes et acariens mais également les différents conditionnements utilisés: flacons, pots, plaquettes, mini sachets d'élevage, tous munis d'un support nutritif. Durant son intervention, il a également été rappelé que pour réussir une protection intégrée il faut associer un maximum de techniques pour obtenir la meilleure protection possible avec le moins de pesticides possibles.

Les bourdons sont également très importants pour les cultures et ce qu'a expliqué **Julien VENDEVILLE**, Biobest, durant son intervention.

En France, 80% des cultures de tomates sont pollinisées par des bourdons permettant de développer une culture écologique en limitant l'utilisation de produits phytosanitaires. La technologie doit évoluer afin d'en augmenter à la fois le rendement de pollinisation mais également de protéger ces cultures.

## Session 4 – Applications industrielles

Cette session, animée par **Antoine HUBERT**, a traité des nouvelles applications industrielles au sujet des biomatériaux.

Parmi ces dernières, le ver à soie est de nouveau étudié pour des applications en biotechnologie comme l'a expliqué **Corinne ROYER**, INRA. C'est un insecte complètement domestiqué et adapté à un élevage intensif, ce qui fait de lui un candidat prometteur. De nombreuses applications à très fort potentiel sont en cours de recherche notamment dans le secteur **biomatériaux et textile** mais également dans le secteur pharmaceutique, **agroalimentaire et cosmétique**. L'enjeu aujourd'hui est de réunir tous les acteurs de cette filière séricicole et de convaincre les industriels et collectivités territoriales du modèle économique de cette filière.

Un autre biomatériau est également très intéressant et compose de façon importante l'insecte : la chitine. En effet, d'après **Karine LE ROUX**, Ynsect, de nombreuses applications sont envisageables : traitement des déchets et/ou des eaux, cosmétiques, agroalimentaire, biomédical... Cependant, les étapes d'extraction et de purification de la chitine aujourd'hui employées pour les crustacées ne sont pas adaptées aux insectes. De nouveaux procédés sont en cours de recherche et développement en vue de mettre l'accent sur des procédés plus doux (mécaniques, biologiques) afin de développer une technologie respectueuse de l'environnement à un coût rentable.

### Table Ronde 3 – Une filière à monter : Quels sont les leviers industriels et économiques ?

Dans le but d'introduire la Table Ronde, **Maxime CHAMILLARD**, Adebiotech, a exposé les résultats de son enquête sur l'acquis et le devenir de la filière insectes. Cette étude avait pour but de dresser un panorama de la filière insectes en identifiant et chiffrant le nombre d'acteurs présents et futurs mais également d'identifier les différentes applications, les avantages et les freins de cette filière. Cette enquête a mis en évidence le fort dynamisme de cette filière de par les nombreux acteurs présents et potentiels qui y ont répondu et deux freins principaux : la réglementation et le manque de connaissances.

Cette Table Ronde animée par **David GUERRAND** a eu pour objectif de débattre des leviers existants et de poser les bases nécessaires à la structuration de filières insectes respectueuses de l'environnement et garantes de la qualité finale des produits mis sur le marché.

Cette Table Ronde était composée de :

- **Antoine HUBERT**, PDG, *Ynsect*
- **Jérémy DEFRIZE**, Responsable production, *Micronutris*
- **Stéphanie SPIRKEL**, *Merial*
- **Anne-Isabelle LACORDAIRE**, Responsable Macro-organismes R&D, *Koppert*

Plusieurs aspects ont été débattus et mis en évidence durant cette Table Ronde :

#### ➤ Maîtrise des conditions d'élevage

- o Les vétérinaires doivent être **formés au contrôle sanitaire** des structures d'élevage d'insectes car ils appliquent aujourd'hui les mêmes contrôles que dans les autres filières agroalimentaires ;
- o La **qualité et la santé des insectes** élevés seront des problématiques majeures dans la production à grande échelle. Il faut donc dès aujourd'hui, par la mise en place de programme de recherche, comprendre les maladies et les symptômes afin de les détecter efficacement et rapidement et ainsi éviter une épidémie potentielle ;
- o L'alimentation est très réglementée (cf Table Ronde 1) et de ce fait, les insectes sont aujourd'hui nourris de végétaux. Cependant, la composition optimale des **aliments d'élevage** n'est aujourd'hui pas connue et des recherches doivent également être faites dans ce sens afin de limiter les cas de cannibalisme ou de maladies liées à un excès de nutriments.

➤ Communication

- o De par le fort développement de la filière services à l'agriculture depuis quelques années, ce sont aujourd'hui les agriculteurs qui participent le plus positivement à la communication sur l'insecte ;
- o Il y a un fort engouement de la part des médias, il faut donc s'en servir pour permettre l'acceptation sociétale et ainsi le développement de la filière insecte.

**Paul VANTOMME**, FAO (Food and Agricultural Organisation), organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, a décrit sa mission au sein de la FAO: produire de la nourriture sans la cultiver et a commenté les résultats des discussions de ce colloque.

Enfin, **Samir MEZDOUR**, a conclu ce colloque en 3 mots :

- ✓ **Riche** par la qualité des interventions, la diversité des sujets abordés et des participants (industriels, académiques, institutionnels, financiers et journalistes) ;
- ✓ **Incitatif** par la volonté des autorités réglementaires (DGCCRF et DGAL) d'accentuer le dialogue avec les acteurs de la filière mais également par les échanges entre académiques et industriels qui ont déjà permis de réaliser des recherches collaboratives ;
- ✓ **Interrogatif** : Comment positionner l'insecte par rapport aux autres produits ?  
Comment préserver la santé des consommateurs ? Comment fédérer les acteurs de la filière ?

Il est apparu que les participants souhaitent une seconde édition dans deux ans pour faire un bilan et proposer de nouvelles actions.

**Merci aux relecteurs :**

Damien MOREL (Société APPI)

Samir MEZDOUR (AgroParisTech, chef du projet ANR Désirable)

**Document téléchargeable sur :** [www.bio.paysdelaloire.chambagri.fr](http://www.bio.paysdelaloire.chambagri.fr)

Ce document a été réalisé dans le cadre du programme CASDAR Avialim Bio,  
**piloté par la Chambre régionale d'agriculture des Pays de la Loire,**  
avec le **concours financier du Ministère de l'agriculture, de  
l'alimentation, de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du  
territoire.**



Avec la contribution financière  
du compte d'affectation spéciale  
«développement agricole et rural»

**Partenaires du projet AVIALIM Bio :**

