

# Dossier participants

Conférence du 15 septembre 2017



## Quelles innovations pour l'alimentation de demain ?

### INTRODUCTION

 **Alimentation du futur, tradition et rétro-innovation**  
par **Eric Birlouez** - Sociologue

 **Le rôle des start-ups et du numérique**  
par **Agathe Mathey** - Coordinatrice, FoodTech Dijon Bourgogne Franche-Comté

### TROIS EXEMPLES

 **Les insectes**  
par **Jean-Michel Chardigny** - Directeur de recherche, INRA  
et **Antoine Hubert** - Président et CEO, YNSECT

 **Les microalgues**  
par **Cécile Gladine** - Chercheur, INRA  
et **Romain Billod-Morel** - Ingénieur développement, Algae Natural Food

 **Les nouvelles technologies**  
par **Nicolas Darcel** - Maître de conférence, AgroParisTech  
et **Mariette Sicard** - Responsable de l'équipe « Food science-process, taste & nutrition », Seb

### CONCLUSION

 **Pour un regard critique sur l'alimentation de demain**  
par **Céline Laisney** - Directrice AlimAvenir



Le dossier participants engage la seule responsabilité de ses auteurs.

Libre de droits, sous réserve des mentions :  
Conférence du Fonds français pour l'alimentation et la santé  
« Quelles innovations pour l'alimentation de demain ? » le 15 septembre 2017

## INTRODUCTION

### 1ère partie : Alimentation du futur, tradition et rétro-innovation

par **Eric Birlouez** - Sociologue

Les représentations et les attentes des consommateurs vis-à-vis de l'alimentation de demain se caractérisent par un paradoxe. On observe en effet la coexistence – y compris chez les mêmes individus – de deux attitudes qui, à première vue, semblent contradictoires : d'un côté, l'expression d'un réel intérêt pour les innovations dans le champ de l'alimentation ; de l'autre, une méfiance croissante vis-à-vis des nouveaux aliments « industriels » et des technologies en général. Avec, en parallèle, un désir de retour aux sources et à la tradition, une quête de naturel et d'authenticité.

### Les innovations de la « food tech » séduisent de nombreux mangeurs

En quelques années, le développement rapide de certaines technologies - intelligence artificielle, technologies de l'information et de la communication, géolocalisation, biotechnologies... - a commencé à modifier profondément le paysage alimentaire. Face à cette révolution naissante de la *food tech*, une fraction des consommateurs a adopté avec enthousiasme certaines des innovations proposées. En moins d'une décennie, de nouvelles pratiques d'achat sont apparues comme, par exemple, l'utilisation de l'ordinateur ou du smartphone pour comparer les prix, recueillir des informations sur les produits ou les avis des autres internautes, identifier un fournisseur local, commander et payer en ligne, retirer ses achats dans un point de collecte, se faire livrer ses courses ou ses repas au domicile... En permanence, sont lancés des produits nouveaux (p.ex. des aliments fonctionnels) ou des produits fabriqués selon des process innovants et présentés dans des emballages « intelligents ». Parallèlement, de nouveaux services sont proposés (applications de coaching nutritionnel, aides à la cuisine, etc) ainsi que des objets et ustensiles culinaires « connectés ». Pour demain, les médias nous laissent entrevoir des innovations encore plus spectaculaires : imprimantes 3D « personnelles », repas à base d'insectes, d'algues ou de viande *in vitro*, fermes urbaines *high tech*, etc.

### Pourtant, les Français se méfient de plus en plus des innovations technologiques

De nombreuses enquêtes montrent qu'en France, les résistances aux innovations technologiques sont, dans l'ensemble, relativement fortes et qu'elles ne cessent de croître. Ainsi, par exemple, nos concitoyens sont, au fil des années, de plus en plus nombreux à penser que le fait de vivre à proximité d'une antenne relais pour téléphones mobiles accroît fortement le risque de cancer (crainte scientifiquement non fondée) (1). Dans le domaine alimentaire, on observe une très forte défiance vis-à-vis des OGM, du clonage des animaux d'élevage (2) ou encore de l'utilisation de nano-particules dans les aliments et leurs emballages. Globalement, la société française apparaît de plus en plus inquiète et *risquophobe*, nos concitoyens ayant de plus en plus tendance à se focaliser sur les éventuels risques d'une innovation en oubliant de considérer ses bénéfices potentiels. La perception s'est totalement inversée : aujourd'hui, ce sont les technologies qui représentent le risque et c'est le retour à la nature – autrefois perçue comme dangereuse pour l'homme - qui prend la place de la science et de la technique comme réponse face aux dangers que l'humanité fait courir à elle-même et à la planète.

La sensibilité sociale au risque et la technophobie se sont accentuées à partir des années 2000. Le sociologue Gérald Bronner note que cette période correspond à l'essor d'internet et des réseaux sociaux. Ces médias favorisent la diffusion immédiate dans l'espace public de toutes les opinions, croyances et peurs... y compris les plus farfelues, mensongères ou craintives vis-à-vis des innovations techniques. À l'internaute non averti, ces points de vue subjectifs apparaissent aussi pertinents et dignes de foi que les faits scientifiques et les conclusions des experts (ces dernières étant désormais assimilées à de simples opinions !). L'usage d'internet s'accompagne d'un autre effet pervers, qui renforce la méfiance *a priori* : celui de « la généralisation du sentiment de savoir »

### Le goût des Français pour la tradition en matière d'alimentation

Tout au long des *Trente Glorieuses*, les Français se sont montrés très réceptifs aux nouveautés alimentaires de l'époque, qu'il s'agisse des nouveaux produits (plats cuisinés, surgelés, salades en sachets...), de l'équipement électro-ménager, des hypermarchés ou encore de la restauration rapide. Pourtant, dès le début des années 1990, certains

d'entre eux ont commencé à manifester un intérêt pour les aliments et les plats *du terroir*, les produits *traditionnels*, les cuisines *des régions*, les recettes *à l'ancienne*... L'essor des produits AOC attestait également de cet attrait. Certaines marques ont, de façon précoce, investi ce créneau de la nostalgie alimentaire et de l'authenticité, en commercialisant des gammes et des produits (industriels) aux noms évocateurs : *Grand-mère*, *Mamie Nova*, *Bonne Maman*..., promus par des slogans explicites (« *Pour que vivent la tradition et les sensations* », « *Le goût du passé remis au goût du jour* »).

En 2017, le retour au passé et à « l'authenticité » est toujours un des grands axes de l'innovation alimentaire. Pour (re)lancer certains produits, rien de tel que de leur (re)donner un coup de vieux ! En relookant le packaging pour lui conférer un aspect *vintage*, en reproduisant industriellement une recette ancienne (ce qui oblige parfois à moderniser l'usine !), en associant ingrédients nouveaux et traditionnels (p.ex. algues et légumes anciens comme dans les « *Tartares de Mémé* » présentés au SIAL 2016).

Une des raisons de ce retour à la tradition et à un passé... idéalisés réside dans les inquiétudes que suscite l'alimentation moderne (et, au-delà, l'instabilité du monde). De plus en de consommateurs se tournent vers les valeurs refuge du « naturel » et de l'authentique (cf l'intérêt actuel pour les produits les moins transformés possibles), du traditionnel et du terroir, de l'artisanal et du local... en partie pour apaiser les craintes liées au caractère « non identifié » de l'aliment industriel. On l'a dit, ce conservatisme alimentaire co-existe aujourd'hui avec un certain goût de l'innovation. Cette cohabitation n'est pas nouvelle : comme ses ancêtres du Paléolithique, le mangeur contemporain est à la fois *néophobe* (spontanément, il se méfie de l'aliment nouveau qu'il sait potentiellement toxique) et *néophile* (d'instinct, il est attiré par la nouveauté car étant omnivore, il doit nécessairement avoir une alimentation diversifiée).

### Concilier tradition et innovation : la « *rétro-innovation* »

Même s'ils ont, dans l'ensemble, tendance à se méfier des innovations et qu'ils recherchent la tradition et le naturel, les consommateurs ne sont pas insensibles aux produits et services innovants de la *food tech*. Bien que contradictoires a priori, les deux attitudes peuvent co-exister harmonieusement. A une condition toutefois : que les innovations proposées soient perçues par les mangeurs comme compatibles avec leurs représentations, besoins

et attentes. Aussi nombreuses que variées, ces attentes s'organisent selon des priorités qui diffèrent selon les individus et, pour une même personne, selon le contexte du moment. Parmi ces attentes figurent la sécurité sanitaire, le prix, la praticité, la valeur santé, le plaisir sensoriel, la dimension « partage », la connaissance des caractéristiques du produit, l'acceptabilité culturelle de l'aliment, la tradition, la naturalité, le respect de l'environnement, l'éthique (bien-être animal, rémunération juste des producteurs), la traçabilité, la transparence, etc.

Cela signifie que toutes les innovations de la *food tech* ne connaîtront pas le même succès. Ainsi, on peut prédire un accueil favorable et durable aux innovations permettant de réduire le temps consacré à l'alimentation et d'accroître la praticité. C'est-à-dire aux innovations portant sur les produits, les emballages ou les ustensiles culinaires qui rendront les aliments toujours plus simples ou plus rapides à utiliser ou à cuisiner, qui allongeront leur durée de conservation tout en réduisant le gaspillage, ainsi qu'aux innovations qui simplifieront et réduiront encore plus le temps contraint consacré aux approvisionnements alimentaires (commande en ligne, livraison au domicile). D'autres types d'innovations devraient voir leur succès actuel se confirmer dans l'avenir : services permettant d'accéder aux informations souhaitées sur les produits et leurs ingrédients, leur origine, leurs lieux et modes d'élaboration, les fabricants et les producteurs agricoles et leurs engagements environnementaux ou sociaux, les avis des autres clients... Un potentiel existe également du côté des nouveaux produits à base de protéines végétales (en substitution aux produits carnés devenus moins « bons à penser »), de certains aliments fonctionnels aux bénéfices santé *démontrés*, des applications favorisant une alimentation personnalisée (demain, certains consommateurs seront sans doute séduits par les conseils de nutrition préventive fondés sur l'analyse de leur microbiote intestinal ou de leurs facteurs de risque).

Certaines de ces innovations pourront contribuer à mieux satisfaire le besoin de tradition, d'authenticité et de naturel des mangeurs en quête de sécurité : services internet permettant d'acheter en ligne des « légumes oubliés », d'identifier des fournisseurs locaux (réassurance liée à la proximité géographique et humaine, consommation citoyenne), etc. On retrouve là, sous une forme modernisée (innover pour reconnecter au passé), le concept marketing de *rétro-innovation*.

Ces nouveaux produits ou services compatibles avec les représentations et attentes des consommateurs devraient, en toute logique, être mieux acceptés que, par exemple, les insectes ou les algues qui, dans notre culture alimentaire française, n'ont rien de « traditionnel ». Ou que la future viande « synthétique » issue de cultures de cellules souches musculaires (même si certains voient dans celle-ci le moyen de résoudre les questions éthiques et environnementales posées par l'élevage). De la même façon, les « solutions nutritionnellement parfaites » des marques *Soylent* ou *Feed* apparaissent bien éloignées de nos valeurs de repas partagé et de plaisir sensoriel.

L'alimentation de demain devrait être caractérisée par une grande pluralité de styles, variables selon les groupes sociaux et aussi, pour un même mangeur, selon les contextes et les objectifs du moment. Elle pourra concilier modernité et tradition en mobilisant certaines innovations au service du besoin de réassurance et du désir de retour aux sources et aux « valeurs sûres ». Des innovations qui permettront de manger « mieux » (plus sain, plus éthique, etc) avec... sérénité et plaisir.

## Références

1. <http://inpes.santepubliquefrance.fr/70000/dp/12/dp120614.pdf>.
2. Eurobaromètre 73.1, Commission Européenne / TNS Opinion & Social, 2010.

## 2ème partie : Le rôle des start-ups et du numérique

par **Agathe Mathey** - Coordinatrice, FoodTech Dijon  
Bourgogne Franche-Comté

### L'apport du numérique et des startups à l'industrie alimentaire

#### Personnalisation

Chaque individu peut désormais composer et adapter son alimentation de manière totalement personnalisée à ses goûts, ses humeurs et ses contraintes. La capacité des outils digitaux à analyser les données des usages et des achats de chacun permet d'améliorer et d'ajuster en temps réel l'offre pour répondre au mieux aux besoins individuels, et assurer ainsi une satisfaction supérieure. **FAR**, **Kwalito** ou **Yuka** proposent par exemple des applications mobiles qui aident à choisir des produits ou donnent des informations nutritionnelles, en fonction de critères personnels (allergies, régimes alimentaires spéciaux), en utilisant un scan ou encore la réalité augmentée. **Alantaya** propose quant à elle des recettes et menus adaptés à votre rythme de vie, vos goûts et vos critères de santé. Les appareils connectés, les imprimantes 3D et les avancées de la robotique répondent à la même logique, s'alimenter de manière plus saine, arrêter de gaspiller des aliments, apprendre à cuisiner, économiser de l'énergie ou tout simplement gagner du temps en pilotant tout depuis son smartphone. La **D-Vine** permet par exemple de consommer du vin dans les meilleures conditions possibles, avec une aération et une mise à température optimales. De son côté **HAPIfork** est une fourchette intelligente qui vous aide à suivre et à contrôler vos habitudes alimentaires.

#### Accessibilité et immédiateté

Les startups foodtech et les technologies permettent un accès large à une variété grandissante de produits frais, locaux, préparés ou non, et quasiment en temps réel. Marketplace, fermes urbaines, startups de delivery ou full stack, etc., un nombre croissant de projets s'activent à réduire le temps d'accès à la fraîcheur et à l'authenticité. La réduction du temps passé à s'approvisionner, à être livré, est l'une des réponses les plus attractives aujourd'hui, car la grande majorité des individus ne planifie pas et choisit au dernier moment ce qu'elle va manger. Pour exemples, **Frichti**, **FoodCheri**, **PopChef** ou **Nestor** proposent notamment des repas faits maison livrés

pour le déjeuner ou le dîner, **Epicery** propose la livraison de produits des meilleurs commerçants parisiens, et **La Belle Vie** est une vraie épicerie 2.0. **La Ruche Qui Dit Oui** propose quant à elle de rapprocher producteurs et consommateurs, avec un réseau de communautés d'achat direct aux producteurs locaux.

### Transparence et traçabilité

La technologie permet de croiser les données des producteurs, des coopératives, des industriels et de la grande distribution et d'apporter de la transparence dans une industrie où l'opacité est encore présente, notamment avec l'intégration de la blockchain. **Walmart** par exemple s'est associé à **IBM** afin de suivre numériquement le parcours d'une partie de ses produits dans la chaîne d'approvisionnement. La startup **Connecting Food** est quant à elle basée sur la certification en temps réel de la conformité alimentaire, et permet de valider, certifier et de rendre infalsifiable une transaction. Les capteurs, la communication sans fil, les technologies informatiques de sécurité, et autres outils tels que le testeur de gluten portable **Nima**, permettent donc désormais de tracer les produits individuellement, depuis le champ jusqu'à l'assiette, pour connaître leur origine, leur mode de fabrication, les validations qualité qu'ils ont subies, etc., et d'aller vers une alimentation plus saine et plus traçable, de nature à rassurer le consommateur.

### Retour du naturel et développement des protéines alternatives

Le bio et le naturel répondent à des inquiétudes croissantes des consommateurs quant aux composants ajoutés aux produits, inconnus du grand public. En parallèle, l'augmentation des besoins alimentaires et l'incidence des changements climatiques sur les capacités de production impliquent de trouver des substituts pertinents pour notre alimentation. Des plats du quotidien sont donc réinventés en intégrant des protéines végétales (légumineuses, céréales, etc.), d'insectes ou de microalgues à haut potentiel nutritif tout en sachant imiter et reproduire de manière industrielle les saveurs et les textures que nous connaissons. **Algama** a ainsi lancé une gamme de mayonnaise sans œuf à base de microalgues, Jimini's propose une gamme de produits apéritifs et barres protéinées à base d'insectes, et **Ici&Là** produit une gamme de steaks et boulettes à base de légumineuses. Certains projets envisagent aussi de créer des ingrédients ou des produits en laboratoire.

### Maîtrise des risques, gestion des ressources et anti-gaspillage

Les technologies numériques permettent de maîtriser les risques, notamment en agriculture. Grâce aux objets connectés, les exploitants agricoles ont aujourd'hui accès à de grandes quantités de données, disponibles quasiment en temps réel, concernant leurs exploitations, et leur permettent de mieux allouer leurs ressources. Les drones **Airinov** et autres machines agricoles tels que les robots **Naïo Technologies**, ou encore la station agro-météo connectée **Sencrop** par exemple, permettent à l'exploitant d'organiser au mieux sa journée de travail, d'intervenir de manière plus ciblée dans les parcelles et de faciliter le suivi des cultures. Si ces technologies ne peuvent évidemment pas supprimer les risques du monde agricole, ils peuvent au moins les mesurer et les anticiper pour permettre aux acteurs des filières de prendre des décisions avisées. En parallèle, pour répondre à la nécessité de préserver nos ressources et de vaincre la malnutrition dans le monde, des initiatives de plus en plus variées trouvent des solutions opérationnelles pour gérer les surplus et les invendus, et assurer une meilleure traçabilité et redistribution des richesses. Ainsi, **Phénix** lutte par exemple contre le gaspillage en récoltant des denrées auprès de grandes enseignes et en les dispatchant auprès d'associations caritatives, ou encore **Optimiam** et **Too Good To Go** vous informent des promotions sur les excédents alimentaires et invendus des commerçants autour de vous.

### Renouvellement des business models

Les startups et technologies numériques permettent enfin de renouveler les modèles économiques des acteurs en place. Par exemple, demander aux coopératives de réduire la vente de pesticides d'un côté, c'est les inviter à accroître le service aux agriculteurs de l'autre, et donc de changer leur business model. De plus, les retours d'expérience de collaborations startups/grands groupes témoignent d'un apport win-win de chaque acteur : les grands groupes offrent des débouchés et des marchés, une caution, une expertise ou encore des financements, quand les startups apportent un produit ou un service, une technologie prédictive basée sur un modèle et un algorithme innovant, un process agile et une équipe. **Vente-privée** a par exemple pris une participation majoritaire dans la start-up **Le Petit Ballon** pour insuffler un nouvel élan d'innovation au groupe, en échange de sa force de frappe (Vente-privée expédie chaque jour 180 000 colis depuis treize entrepôts européens). De son côté, **Michel et**



**Augustin** a signé avec **Danone** car ils cherchaient un moteur pour accélérer leur développement, quand Danone s'intéressait à leur modèle entrepreneurial original, qui leur a permis de s'installer solidement en France en quelques années.

## L'initiative FoodTech

L'initiative FoodTech est notamment née d'un constat : les investissements dans les startups FoodTech sont en pleine explosion ces dernières années. A titre d'exemple, près de 6 milliards de dollars ont été investis en 2015 en capital dans les startups FoodTech dans le monde, soit autant qu'entre 2000 et 2014. L'Europe tire son épingle du jeu avec 1,4 milliard de dollars investi en 2015 dans la FoodTech, dont l'Allemagne et le Royaume-Uni tirent la grande majorité des parts (plus de 90%). La France a de toute évidence, et par nature même, de sérieux arguments dans l'émergence des startups FoodTech, mais seulement 1% des investissements mondiaux du secteur ont nourri des projets français. Dans le cadre de la FrenchTech, 9 réseaux thématiques ont émergé en juillet 2016 dont le réseau FoodTech qui comprend aujourd'hui 5 écosystèmes répartis sur le territoire (Brest, Rennes-Saint Malo, Dijon, Lyon et Montpellier).

La FoodTech vise à soutenir l'ensemble des initiatives entrepreneuriales innovantes, du champ à l'assiette. Elle couvre l'ensemble de la chaîne de valeur, depuis la production (y compris la génétique animale ou végétale), jusqu'à la consommation, en passant par la transformation et la distribution.

Trois axes stratégiques :

- **Fédérer** : Organisation d'une série d'événements en France, en lien avec les membres du réseau thématique et les Métropoles French Tech, tel que le *petit déjeuner de la Foodtech Lyon AURA* ou le *Ticket to Pitch FoodTech de la French Tech Brest+*, qui se terminera par un événement de plus grande ampleur, tel que Food Use Tech, l'événement FoodTech axé sur les usages des nouvelles technologies dans l'agroalimentaire, du champ à l'assiette, de la FoodTech Dijon BFC.

- **Accélérer** : Promouvoir et animer les startups, les spécificités et l'attractivité de l'écosystème FoodTech français auprès des investisseurs en organisant la communication sur tout le territoire, en réalisant un argumentaire sur l'attractivité de l'écosystème et en les aidant à connaître les structures d'incubation et d'accélération de la FoodTech, tels qu'AcceleRise, Eat Valley, SMAG ou encore Millésime.

- **Rayonner** : Réaliser un argumentaire de promotion de l'écosystème FoodTech à l'international insistant sur l'attractivité de la France sur la thématique ; fédérer la présence française, proposer des intervenants français aux conférences sélectionnées, et équiper les entrepreneurs de brochures d'attractivité de l'écosystème français.

## TROIS EXEMPLES

### 1er exemple : Les insectes

#### La consommation d'insectes

par **Jean-Michel Chardigny** - Directeur de recherche, INRA

La conjonction de l'augmentation de la population mondiale à l'échéance de 2050 et les transitions nutritionnelles en cours dans les pays émergents suggère un accroissement très fort de la demande en protéines dans les prochaines décennies. Parmi les sources complémentaires à celles qui sont classiquement consommées dans les pays occidentaux, les insectes reviennent souvent en première ligne, avec des arguments positifs mais aussi de nombreux verrous réglementaires et sociétaux.

Les insectes présents sur la planète regroupent environ un million d'espèces, certaines n'étant pas encore forcément connues. En revanche, quand on parle d'entomophagie, autrement dit de consommation d'insectes par l'Homme, on évoque quelques dizaines voire certaines d'espèces selon les continents et les pratiques actuelles. Il faut également avoir à l'esprit que la consommation d'insectes n'est pas obligatoirement synonyme de consommation d'individus adultes, les larves, chenilles ou vers étant candidats pour arriver dans nos assiettes, entiers ou sous forme d'ingrédients.

Reste qu'à ce jour, la consommation d'insectes sous quelque forme que ce soit est interdite en France, bien que le consommateur puisse s'approvisionner par différents circuits de distribution. Les insectes sont effectivement considérés comme « Novel Food » et doivent être évalués comme tels par l'Autorité Européenne de Sécurité des Aliments. Néanmoins, des Etats Membres comme la Belgique tolèrent une dizaine d'espèces pour autant que ces insectes soient consommés entiers, donc sans transformation particulière. En revanche, la réglementation européenne autorise depuis le 1er juillet 2017 l'utilisation de farine d'insectes pour les élevages de poissons. D'autres autorisations pour l'alimentation animale pourraient voir le jour dans des délais qui restent incertains, en lien avec la réglementation sur les Protéines Animales Transformées (PAT).

Mais si l'intérêt de la consommation de quelques espèces d'insectes est annoncé comme étant la ressource en protéines, il manque encore beaucoup de données qualitatives. Au-delà de la simple teneur en protéines, des données solides en termes de digestibilité, de vitesse de digestion, etc. sont encore manquantes. Les quelques résultats disponibles suggèrent toutefois un profil en acides aminés intéressant au regard des besoins en acides aminés indispensables. L'intérêt des protéines d'insectes pour des populations cibles, à besoins particuliers (ex : personnes âgées, sportifs, sujets dénutris...) reste à documenter.

Au-delà des protéines, les insectes peuvent être également des aliments riches en lipides et notamment en acides gras essentiels. Ils pourraient également constituer des vecteurs intéressants de fer, bien que n'étant pas sous forme hémique chez ces invertébrés.

Enfin, la sécurité sanitaire autour de la consommation d'insectes pose au moins deux questions. Le risque allergique reste à caractériser mais les allergies croisées avec les crustacés sont a minima considérées comme très probables. Les sujets allergiques aux crustacés devront sans doute éviter la consommation d'insectes, en raison d'épitopes proches. De plus, les risques bactériologiques et chimiques restent à consolider et sont à mettre en face des sources alimentaires utilisées et utilisables pour alimenter ces animaux, avec l'angle des règlements correspondants aux animaux d'élevage.

En résumé, certaines espèces d'insectes représentent certainement une opportunité pour compléter les sources de protéines disponibles pour le consommateur. Les situations réglementaires et culturelles à travers le monde sont cependant très variables et leur contribution à l'alimentation animale (aquaculture, monogastriques sans doute à court/moyen terme) sera sans aucun doute un premier levier de développement.

#### La production d'insectes par la société YNSECT

par **Antoine Hubert** - Président et CEO, YNSECT

L'aquaculture, devant la production de viande, est la production animale qui augmente le plus vite au monde. D'ici 2030, elle fournira près de 2/3 des poissons destinés à l'alimentation humaine (1). Traditionnellement, les poissons d'élevage sont nourris à partir de farines et huiles de poissons

issus de la pêche (anchois, sardines, maquereaux, harengs...). Il faut environ 1,5 kg de poissons pêchés en mer pour produire 1 kg de poisson d'élevage. Or, les ressources halieutiques sont en train de diminuer de manière drastique alors que la demande en protéines augmente constamment. Des alternatives sont donc à trouver pour nourrir les poissons d'élevages, et pour compléter ce manque de protéines. La production de farines et huiles d'insectes, activité naissante et innovante, se positionne comme une alternative durable et responsable répondant aux enjeux d'approvisionnement alimentaire des élevages aquacoles.

Les insectes sont à la base de la chaîne alimentaire et font partie intégrante du régime alimentaire de la majorité des animaux sauvages. C'est la première source de protéines accessible de la chaîne alimentaire, mais aussi une source d'acides aminés indispensables pour tous les vertébrés. Cette place vitale dans l'environnement naturel a été peu à peu oubliée et les insectes ont aujourd'hui disparu de l'alimentation des animaux d'élevage que nous consommons, à commencer par les poissons et les volailles. Or, à l'état sauvage, les insectes sont leur principale source de protéines. Pour les poissons, des études montrent que la part d'insectes consommée par les truites sauvages est d'environ 40%. Chez les volailles sauvages, comme les faisans ou les perdrix, la proportion d'insectes dans le régime alimentaire peut monter jusqu'à 50% durant leur phase de croissance, et représente 10% à 20% chez les adultes. Nous constatons aussi que cette part est non négligeable chez d'autres vertébrés. Elle est ainsi de 5% chez le sanglier, et va jusqu'à 3% chez les canins et les félins. Chez les chats en particulier, la consommation d'insectes, même en faible quantité (0,2 à 3% chez les chats sauvages), est indispensable, car elle leur fournit un apport en taurine, acide aminé essentiel permettant l'absorption des lipides par l'organisme, et en chitine qui favorise la digestion (même rôle que les fibres). La société Ynsect a pour ambition de redonner aux insectes la place qui devrait être la leur dans la chaîne alimentaire.

Les insectes sont constitués principalement de protéines, mais aussi de lipides et de chitine (molécule que l'on trouve principalement dans l'exosquelette de l'insecte).

Dans le secteur de la production d'insectes, le premier marché est celui des aliments haut de gamme pour animaux domestiques qui représente

2,5 millions de tonnes/an. Le second marché ciblé est celui des aliments destinés à l'aquaculture. Ce marché consomme 3,2 millions de tonnes de farines de poisson et 0,8 millions de tonnes d'huiles de poisson (2) chaque année dans le monde (3). Plusieurs études montrent que les farines de poisson peuvent être remplacées par des farines protéiques issues d'insectes dans la fabrication d'aliments destinés à l'aquaculture.

Le 13 décembre 2015, les Etats Membres de l'Union Européenne ont approuvé la proposition de la Commission Européenne d'autoriser l'usage des protéines d'insectes en alimentation des poissons d'élevage. Ce vote a ouvert la voie à l'approbation de l'utilisation des protéines d'insectes dans l'aquaculture depuis le 1er juillet 2017. Ces décisions historiques sont des avancées majeures du travail de promotion du syndicat européen IPIFF (International Platform for Insects for Food and Feed).

L'huile d'insecte quant à elle, est autorisée en Europe pour l'alimentation des animaux domestiques et des animaux d'élevage monogastriques, y compris les poissons.

Ynsect produit notamment de la farine protéique déshuilée et de l'huile pour les marchés de la nutrition animale. A plus long terme, Ynsect visera les marchés de la nutrition des volailles et des porcs, voire de la nutrition humaine. Enfin, avec ses produits tels que la chitine et ses dérivés (chitosan, etc.), Ynsect pénétrera le marché des biomatériaux, des compléments nutritifs (nutrition animale et végétale) et le marché du traitement de l'eau.

En février 2017, Ynsect a inauguré une première mondiale : une première ferme verticale d'insectes utilisant des procédés high-tech et répondant aux plus hautes exigences de qualité et sécurité sanitaires.

## Références

1. Rapport de la FAO "La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016"
2. Rapport Rabobank Industry Note de Juin 2015 "The Appeal of Fishmeal"
3. Rapport de la Food and Agriculture Organisation of the United States (FAO) « Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2012 »



## 2ème exemple : Les microalgues

### Les microalgues

par **Cécile Gladine** - Chercheur, INRA

Les microalgues sont des organismes photosynthétiques microscopiques (3-20 µM) incluant plus de 50 000 espèces dont 30 000 ont été caractérisées et seulement quelques-unes sont produites de façon industrielle. Les microalgues incluent des eucaryotes et procaryotes capables de se développer en mode autotrophique ou hétérotrophique et de survivre dans des environnements extrêmes (salinité, température, absence ou présence de nutriments) en adaptant leur métabolisme.

La grande biodiversité des microalgues et leur capacité à accumuler une large gamme de métabolites d'intérêt nutritionnel les rends particulièrement prometteuses comme nouvelle source alimentaire. Selon l'espèce et les modes de production, les microalgues peuvent accumuler entre 40-70% de protéines, 8 à 60% de glucides et 4 à 20% de lipides ainsi que de nombreux composés bioactifs tels que des pigments (caroténoïdes, chlorophylle, phycocyanines), des acides gras polyinsaturés (acides arachidonique, eicosapentaénoïques, docosahexaénoïque) des polysaccharides sulfatés et certains peptides bioactifs.

D'ici 2050, la FAO estime que la population mondiale devrait atteindre 9 milliard d'individus ce qui nécessitera d'augmenter de 70% la production alimentaire avec un besoin particulier en protéines. Pour répondre à cet objectif, les microalgues ont depuis longtemps été identifiées comme une source alternative de protéines très prometteuse avec certaines espèces telles que *Arthrospira* (Spiruline) capable d'accumuler jusqu'à 70% de protéines ou *Dunaliella* qui produit 50 à 100 fois plus de protéines par unité de surface que les sources animales. Par ailleurs, les microalgues ont un profil en acides aminés équilibré et contiennent des acides aminés indispensables. Des espèces telles que la Spiruline ou Chlorella sont d'ores et déjà produites de façon industrielle et incorporées dans divers aliments (sauce salade, pâtisseries) ou vendues sous forme de compléments nutritionnels. Sur le plan qualitatif, la présence de nombreux composés bioactifs représente aussi un fort intérêt nutritionnel pour préserver la santé d'une population vieillissante qui devrait doubler d'ici 2050 ou de consommateurs soucieux de la qualité de leur

alimentation. Les données de la littérature suggèrent par exemple que certains composés présents dans les microalgues pourraient limiter le stress oxydant, réguler l'inflammation et l'immunité ou encore avoir des actions antiprolifératives ou anticoagulantes. Cela dit, la plupart des études rapportant ces effets ont été conduites *in vitro* et sont difficilement transposables à l'Homme. Ainsi, les microalgues sont sans conteste une source alimentaire prometteuse mais de nombreuses études complémentaires sont nécessaires notamment des études *in vivo* chez l'Homme pour apporter les preuves scientifiques de leurs effets santé. Il apparaît aussi indispensable de travailler sur les modes de production et de transformation des microalgues pour assurer une production saine et durable.

### Algae Natural Food

par **Romain Billod-Morel** -  
Ingénieur développement, Algae Natural Food

Algae Natural Food est une entreprise de biotechnologies qui produit des microalgues éco-conçues. Elle a pour but de faire face à la demande mondiale en protéines qui ne cesse de croître. Face à ce besoin, l'entreprise se base sur trois concepts fondamentaux : une technologie de rupture, une économie d'échelle ainsi qu'une synergie avec les effluents industriels. Algae Natural Food a donc l'ambition de révolutionner le marché mondial des microalgues alimentaires.

Certaines microalgues et notamment la spiruline sont traditionnellement produits en bassin ouvert. D'autres technologies plus avancées existent, il s'agit de technologie en système fermé contrôlé dit « photobioréacteurs ». Comme tout système de production, chaque technologie possède des avantages et des inconvénients. Algae Natural Food a fait le pari d'utiliser une technologie permettant d'utiliser les avantages de chaque système de production tout en essayant de remédier à leurs inconvénients. Ainsi, ce pari permet de travailler sur des volumes importants avec de faibles surfaces tout en maximisant les rendements de production.

L'innovation est au cœur du projet de la technologie de production jusqu'aux entrants à considérer. Ainsi, Algae Natural Food se focalise sur la formulation de son propre milieu de culture en interne. Ce milieu utilise des effluents industriels provenant d'une malterie située sur le port autonome de Strasbourg. Cette valorisation permet une économie d'eau ainsi

que de nutriments pour la culture. Algae Natural Food a souhaité exploiter et valoriser le maximum de chaque ressource disponible. De cette manière, la chaleur fatale ainsi que le CO2 provenant de la malterie sont également valorisés, permettant une économie conséquente d'énergie.

Algae Natural Food souhaite donc se diversifier en proposant une gamme de microalgues riches en oméga 3 basé sur le même principe de production. Le but final est de proposer une gamme de microalgues avec différentes propriétés pour chaque application possible.

Enfin, Algae Natural Food a pour ambition de transposer rapidement son modèle économique sur d'autres sites industriels dans le Grand Est.

### 3ème exemple : les nouvelles technologies

par **Nicolas Darcel** - Maître de conférence, AgroParisTech  
et **Mariette Sicard** - Responsable de l'équipe « Food science-process, taste & nutrition », Seb

Il est courant d'affirmer qu'il est difficile de trouver un domaine qui n'est pas profondément bousculé par l'arrivée des nouvelles technologies. Il est aussi courant de déclarer que, le domaine alimentaire ne fait pas exception à cette règle, que les nouvelles technologies vont le chambouler de fond en comble. Mais à regarder de plus près, ces ruptures profondes de notre système alimentaire et de notre rapport à l'alimentation sont en réalité plus complexes, plus subtiles, plus lentes que ce qu'on anticipait et surtout elles ne sont peut-être pas celles que nous nous attendions à voir. Le travail de recherche dans ce domaine est encore balbutiant, il prendra du temps, mais il est nécessaire pour comprendre comment l'évolution fulgurante des technologies qu'on connaît depuis deux décennies peut servir l'amélioration de la qualité de l'alimentation des populations. Pour y voir plus clair, il est d'abord utile de définir précisément ce que nous entendons par « nouvelles technologies ». Ici nous choisirons une acception étroite de cette expression et traiterons uniquement des nouvelles techniques de l'information et de la communication (NITC). Le champ d'application des NTIC dans le domaine alimentaire est très large, il comprend aussi bien une gamme foisonnante d'objets connectés (réfrigérateurs, assistants culinaires, balances, montres et smartphones) que des imprimantes 3D alimentaires ou des applications mobiles, blogs

et sites web de recommandations de recettes, de restaurants ou de courses en ligne. Les modifications potentielles de notre système alimentaire ou de notre rapport à l'alimentation sous l'effet de ces NITC sont nombreuses (nouvelles pratiques de consommation, nouveaux modes de socialisation, nouvelles organisations des réseaux de transformation et de distribution alimentaire...). Parmi ces changements possibles, une des évolutions notables pouvant résulter de l'arrivée des NTIC dans le domaine alimentaire est l'alimentation personnalisée. Il s'agit de recommandations alimentaires qui tiennent compte de facteurs biologiques individuels (données anthropométriques, facteurs de risques et prédispositions pour certaines pathologies ou contre-indications d'ordre médical) mais aussi des habitudes de consommation, des préférences alimentaires, du contexte de la prise alimentaire ou encore d'objectifs que les individus se fixent ou de contraintes budgétaires qui leur sont imposées. Afin d'arriver à une alimentation personnalisée efficace et acceptable par tous, il reste de nombreux verrous scientifiques et technologiques à lever.

Deux verrous posent particulièrement un défi aux chercheurs. Le premier est d'ordre méthodologique : on ignore aujourd'hui comment il est possible de comprendre finement les comportements et habitudes alimentaires et d'en déduire les préférences des individus à partir de traces numériques qui peuvent être très fragmentaires et incomplètes. En effet, les objets numériques ne captent qu'une infime partie de nos pratiques et comportements quotidiens. Le second porte sur l'analyse et l'utilisation de ces données : comment sur la base de ces éléments, peut-on construire un ensemble de recommandations efficaces et acceptables les rendant plus susceptibles d'être suivies par le consommateur ?

Enfin, il est évident que cette compréhension des pratiques alimentaires, des comportements de consommation et des préférences alimentaires des individus pose des questions éthiques incontournables. Il est impératif que la progression des connaissances dans ce domaine soit le fruit d'une recherche largement ouverte et partagée impliquant à la fois les scientifiques du monde académique et ceux du secteur concurrentiel.

## CONCLUSION

### Pour un regard critique sur l'alimentation de demain

par **Céline Laisney** - Directrice AlimAvenir

Nous vivons depuis quelques années une époque de mutations, cela est vrai dans tous les secteurs (transports, énergie, médias, tourisme, etc.) mais aussi dans celui de l'alimentation.

D'un côté, les modes de vie et de consommation évoluent sous la pression de ce que le philosophe allemand Hartmut Rosa appelle l' « accélération sociale » : c'est la destructuration des repas et l'essor du snacking, notamment. De même, les attentes des consommateurs changent, au fur et à mesure que leur sensibilité à l'environnement, au bien-être animal, à l'origine géographique des produits, augmente.

De l'autre, nous assistons à une effervescence dans le domaine de l'offre, avec les multiples créations de start-ups proposant des produits et services innovants, voire de rupture, que l'on regroupe sous le nom de « Food tech ».

La nouveauté, c'est que ces start-ups reçoivent des investissements importants (c'est en partie ce qui explique cette effervescence), ce qui leur permet de mettre rapidement leurs produits sur le marché et de changer d'échelle beaucoup plus vite, au point de menacer parfois les grands groupes bien installés. Nous sommes donc actuellement dans ce que certains qualifient d' « âge d'or » de la Food tech, d'autres parlent aussi de ruée vers l'or et évoquent le risque d'éclatement de la bulle, comme cela s'est produit avec les green tech.

Sans vouloir refroidir les enthousiasmes et décourager tous ces jeunes entrepreneurs dont le dynamisme fait plaisir à voir, ni bien sûr décourager les « grands comptes » de s'intéresser aux jeunes pousses et de travailler avec elles, on voit bien qu'il est nécessaire de tenter d'y voir plus clair dans ce foisonnement d'initiatives.

Nous proposons une méthode pour garantir un regard critique, méthode qui consiste à :

- **Mesurer** les tendances et leur évolution
- **Analyser** chaque tendance à l'horizon 2030 en se basant sur l'examen de l'acceptabilité des consommateurs (qui varie selon les pays et leur rapport à l'alimentation), de la rentabilité

économique des solutions proposées, de leur impact environnemental global, des éventuels obstacles réglementaires, etc.

- **Hiérarchiser** : il ne s'agit pas de dire quelle tendance a de l'avenir ou pas, mais quel est le potentiel réel de chaque tendance selon deux critères :

- Est-ce qu'elle va continuer à se développer ou rester marginale ?
- Est-ce qu'elle va concerner l'ensemble de la population, ou seulement une / quelques catégories de consommateurs ?

Une cinquantaine de professionnels et d'experts de l'ensemble du système alimentaire ont fait cet exercice dans le cadre de l'enquête « Les tendances émergentes à l'horizon 2030 ». Les résultats de cette enquête permettent de distinguer :

- Les tendances qui vont à la fois se renforcer et se diffuser à l'ensemble de la population
- Les tendances qui vont se développer, mais resteront limitées à des catégories de population
- Les tendances sur lesquelles il reste beaucoup d'incertitudes

Par ailleurs, des travaux de recherche et des expérimentations sont en cours, qui vont contribuer à lever le voile sur ces incertitudes.

Plus que jamais, une veille permanente est nécessaire, une veille qui porte à la fois sur les évolutions de consommation, les nouveaux produits et services, mais également sur leur analyse. C'est ce qui permet d'avoir un regard critique, mais juste, sur l'alimentation de demain.



Fonds Français pour l'alimentation et la santé  
42 rue Scheffer - 75116 PARIS - 01 45 00 92 50 - [www.alimentation-sante.org](http://www.alimentation-sante.org)