



La production de viande in vitro : support de lutte contre le réchauffement climatique ou opportunité économique ?

Publié le vendredi 3 novembre 2017

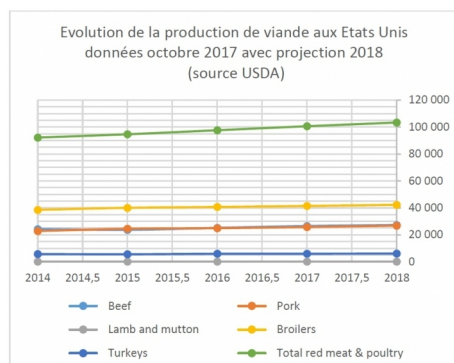
Voir en ligne : <https://www.france-science.org/La-production-de-viande-in-vitro.html>

La consommation moyenne protéique des pays développés continue à croître et atteint près de 2 fois la dose recommandée, avoisinant 102 g par personne et par jour (<https://www.nal.usda.gov/fnic/dietary-reference-intakes>). La demande protéique mondiale affiche une croissance exponentielle qui atteindrait 250 millions de tonnes par an vers 2025 (source FAO). Dès les années 60, la recherche s'est tournée vers des substituts protéiques à destination de la consommation humaine, recherche initialement motivée par la crainte de ne pas pouvoir couvrir par l'élevage, les besoins d'une population croissante, et d'une demande croissante liée au développement des pays émergents. Aujourd'hui, le questionnement climatique, mais aussi l'essor des régimes végétariens et Vegan, constituent de réelles opportunités économiques pour des technologies émergentes de productions de protéines alimentaires alternatives, sur lesquelles ont su surfer un certain nombre de start-up américaines. Les procédés de production de protéines de substitution continuent aux Etats-Unis leur diversification, surimposant aux dérivés protéiques d'origine végétale, marine voir issues d'insectes, le développement de la production de protéines *in vitro*.

L'élevage : une pression environnementale croissante ou un modèle économique dépassé par la montée végétarienne ?

L'élevage consomme plus d'un tiers de la production agricole mondiale (news.cornell.edu) suscitant de nombreuses interrogations. Aux Etats-Unis, les surfaces agricoles nécessaires pour satisfaire les besoins de base de l'élevage sont en hausse constante et suivent la production de viande, qui elle-même affiche, depuis plusieurs années consécutives, une hausse légère, mais maintenue. Ainsi, en 2017, le maïs fourrage, qui constitue 96,3% de l'alimentation fourragère animale selon l'USDA, représentait aux Etats-Unis, plus de 36 millions d'hectares (90 millions d'acres) destinés à la seule alimentation animale (source : <https://www.ers.usda.gov/topics/crops/corn/background.aspx>). En plus de la pression exercée indirectement sur la surface agricole, l'élevage exerce une pression sur les ressources en eau. Il est ainsi considéré depuis longtemps que l'élevage consomme globalement plus de 8% des ressources en eau de la planète (Belsky, et al. 1999), et est responsable de plus de 15% des gaz à effet de serre (Gerber et al., 2015).

Ces arguments sont aujourd'hui mis en avant par des start-up américaines à la conquête du marché des protéines de substitution dans un marché végétarien et vegan en pleine expansion.



Nécessité de diversification des substituts végétaux de protéines animales et d'évolutions technologiques

Historiquement, pour faire face à la prévision de croissance du marché, et satisfaire en particulier, les marchés émergeant de l'Inde et de la Chine, la première stratégie a été de se tourner vers les protéines végétales, en s'appuyant par ailleurs sur les habitudes alimentaires des pays émergeant, dont la consommation de Tofu. Aussi, les premiers dérivés à base de protéines végétales, et autres sous-produits à forte valeur ajoutée commercialisés, ont été issus de soja, pour lesquels le Canadien « AGT food and ingredients » s'est rapidement positionné en leader. Cependant la digestibilité des protéines de soja n'apparaissant pas distribuée de façon homogène au sein des populations selon leur origine, une diversification s'est opérée à partir d'autres sources végétales telles que d'autres légumineuses, des champignons ou des algues, pour finalement faire appel aux biotechnologies.

Ainsi, la production de mycoprotéines, protéines issues de champignons par fermentation industrielle, a été développée dès 1985, à partir d'une souche de *Fusarium venenatum* (Udall, 1984) par la société Marlow Foods, devenue partie du groupe Philippin Monde Nisin Corporation. Commercialisée sous la marque Quorn, ces mycoprotéines sont depuis longtemps vendues sous forme d'ingrédients alimentaires, de substituts de viandes ou même de produits finis (pâtés, saucisses...). L'attribution du statut GRAS à la souche productrice en 2001 (GRAS Notice No. GRN 000091) a, à ce titre, apporté une réponse à de nombreuses critiques. Par conséquent, malgré les années, les mycoprotéines conservent toujours une part importante d'un marché potentiel estimé à £775 millions annuel et à plusieurs milliards de dollars selon les sources, et restent un concurrent de taille pour les start-up américaines développant de nouveaux substituts de protéines animales et leurs produits dérivés. (<http://www.independent.co.uk/news/uk/this-britain/from-petri-dish-to-plate-the-172m-fungi-224762.html> ; <https://www.foodnavigator.com/Article/2017/10/24/Mushroom-protein-beats-meat-for-fullness-say-researchers>). Face à ce géant en place sur les marchés, les stratégies de diversification ou de contournement apparaissent nombreuses : Ainsi, certaines start-up américaines se sont tournées vers les extraits protéiques marins, valorisant, essentiellement sous forme de suppléments alimentaires des dérivés de sous-produits de la pêche (<https://www.foodnavigator.com/Article/2015/07/20/What-s-next-for-protein>). Cependant la tendance n'apparaît pas viable, 90 % des espèces sauvages, même de petite taille, souffrant de surpêche. Par ailleurs, l'augmentation exponentielle et la diversification de l'aquaculture, qui couvre aujourd'hui la moitié de la consommation mondiale humaine de poissons s'accompagne, elle aussi, d'une demande croissante en protéines marines (<https://www.economist.com/news/leaders/21727901-what-peoples-plates-matters-so-does-what-gets-fed-animals-how-provide>). Aussi, les nouvelles tendances affichent elles l'exploitation de ressources protéiques issues des grands fonds, mais aussi d'algues, qui cependant ne semblent pas être encore prête à prendre le relais des protéines animales dans l'esprit des consommateurs.

Les insectes, consommés dans certaines parties du globe, apparaissent comme une source de protéine largement inexploitée dans les pays développés. Les sauterelles par exemple, contiennent des ratios élevés de protéines. Des travaux récents soulignent la présence de 42% de protéines dans la composition de larves de *Hermetia illucens*, une mouche « soldat noir » issue du continent américain (Wang et Selomi., 2017). L'élevage de ces insectes, animaux à sang froid, offre par ailleurs des rendements de conversion aliment/poids jusqu'à 12 fois supérieurs à celle de l'élevage du bétail (21716076-plant-based-meat-products-have-made-it-menus-and-supermarket-shelves-market). Si l'intégration de ces protéines dans les recettes de hamburger n'est pas encore d'actualité aux Etats-Unis, seule une start-up israélienne, Hargol FoodTech, semblant s'afficher sur ce marché, les publications récentes suggèrent que leur utilisation secondaire en supplémentation animale, pourrait rapidement se développer (Wang et Selomi, 2017). En effet, si ces substituts protéiques peuvent prétendre contribuer à la couverture des besoins protéiques de populations de pays en voie de développement, où ils contribuent par ailleurs déjà à l'alimentation, ils ne parviennent pas à obtenir l'approbation du consommateur dans les pays développés.

Plus en avant, l'appel récent à la production de protéines recombinantes par culture *in vitro*

Le concept ne date pas d'hier. La première protéine bovine recombinante, la somatotropine, a été produite dès 1979 à Cornell University, et le premier clone animal, la brebis Dolly, date de 1996 (Wilmot et al., 1997). La tendance suit donc son cours. Ainsi, la start-up américaine Impossible foods a-t-elle cloné le gène codant pour la leghémoglobine, une protéine végétale présente chez les légumineuses et qui tout comme l'hémoglobine animale a pour propriété de fixer l'oxygène. Secrétée par la plante dans les nodosités que celle-ci développe en présence de bactéries symbiotiques, cette protéine présente une structure présentant quelques similarités avec celle de l'hémoglobine. Aussi la start-up Impossible Foods présente-elle la production de ce substitut par une levure manipulée, comme une avancée technologique majeure, assurant la coloration mais aussi l'arôme au produit et destinée à remplacer, à terme, la viande.

Plus loin encore, développée par la start-up américaine, Memphis Meat, la culture *in vitro* vise à reconstituer un tissu animal entier à partir de culture cellulaire (voir brève Agriculture cellulaire : <https://www.france-science.org/L-agriculture-cellulaire-le-futur.html>). Le procédé, mis au point depuis 2012, est en phase de levée de fonds et aurait déjà obtenu l'aide de Bill Gates et Richard Branson ainsi que l'investissement de Draper Fisher Jurvetson, la capital Venture ayant investi dans Space X, Twitter et Tesla. (www.forbes.com/sites/christinatroitino/2017/08/24/memphis-meats-lab-grown-meat-raises-17m-with-help-from-bill-gates-and-richard-branson/6dcef98e3fd0).

Gout et texture et au delà tests toxicologiques demeurent les enjeux principaux dans la commercialisation des produits finis

Les éléments du hamburger végétariens, comme les hamburgers eux-mêmes sont déjà en compétition sur le marché américain. Cependant le processus de perfectionnement reste en cours. Ainsi, Ethan Brown, fondateur de Beyond Meat, une société commercialisant aujourd'hui des substituts de viande (essentiellement de poulet), basée à Los Angeles, s'est efforcé de reconstruire la structure fibreuse de la viande en s'appuyant, entre autre, sur des poudres de protéines de poids. (www.inc.com/julie-strickland/ethan-brown-beyond-meat-wired-conference.html).

L'an passé elle a également lancé un substitut de bœuf. La commercialisation des produits emprunte une chaîne de distribution de produits biologiques « whole food market » (source The economist).

Certaines start-up ont poussé la décomposition élémentaire des constituants d'un steak haché dans le but final de reconstituer le produit fini mais aussi, à terme, son goût. C'est le cas de la start-up californienne Impossible Foods, qui s'efforce de développer, à partir de produits végétaux, un hamburger où seraient reconstitués l'arôme et le goût d'un steak haché de bœuf. Les composants élémentaires sont sélectionnés à partir de produits déjà homologués par l'USDA, ce qui lui permet une entrée accélérée sur le marché. Sur cette base, ainsi que sur la base du principe de l'"auto affirmation" qui n'oblige pas une entreprise, aux Etats Unis à révéler les résultats de tests de toxicité, Impossible Foods a demandé à la FDA de confirmer l'innocuité de son produit sans fournir les résultats de tests préliminaires à l'Agence. la FDA a cependant fait valoir que la leghémoglobine surproduite *in vitro* n'avait jamais encore été consommée par l'homme et pouvait, entre autre, développer des réactions allergiques (<https://www.nytimes.com/2017/08/08/business/impossible-burger-food-meat.html>). Il n'en demeure pas moins que le hamburger d'Impossible foods est déjà commercialisé, utilisant une stratégie de vente restreinte aux restaurants haut de gamme aux Etats Unis, afin de gagner en image.

Les bémols

Une communication active sur l'impact environnemental des chaînes classiques de production de protéines animales accompagne la diversification des ressources protéiques, tandis que se développe, indépendamment ou non, une nette tendance végétarienne. Relayé par la presse, et certaines sociétés de capital risque (Obvious Ventures). (<http://www.onegreenplanet.org/environment/investors-plant-based-protein-tesla-of-the-food-industry/>), le questionnement de l'impact environnemental constitue aujourd'hui une opportunité économique plus qu'une question de fond. Pourtant, l'arrivée de ces nouveaux produits dans nos assiettes continue de susciter un

débat autre que celui de l'impact climatique (Uzogara , 2000). Même si les réactions des producteurs, des industriels des produits carnés, et des institutions face à ce marché émergent restent encore dispersées, quelques arguments s'affichent :

Ainsi, selon la FAO, la qualité nutritive d'une protéine se détermine selon un indice qui intègre sa digestibilité corrigé par son score en acide aminé, or cet index associe une valeur maximale aux protéines d'origine animales (lait et œufs présentent un indice PDAA de 1.00) . Les protéines de lentilles et de champignons présentent quant à elles, une valeur typique de 0.66. Les valeurs des protéines recombinantes, pourraient se rapprocher des valeurs classiques pour les protéines animales. Ces données pour l'instant ne sont pas encore disponibles comme c'est le cas, pour la leghémoglobine surproduite par Impossible Foods.

Les capacités allergisantes des substituts protéiques ont également été évoquées en particulier, par le passé, vis-à-vis des mycoprotéines. Cependant les sociétés concernées ont fait valoir que la prévalence des allergies alimentaires aux Etats-Unis atteignait globalement 3,6% vis à vis des protéines végétales, un taux globalement supérieur aux intolérances par rapport aux protéines animales, mais que ce taux restait inférieurs à celui observé, en particulier chez des consommateurs de soja

(<http://www.independent.co.uk/news/uk/this-britain/from-petri-dish-to-plate-the-172m-fungi-224762.html>).

Finalement, les interrogations subsistent coté vis-à-vis des aliments OGM

Conclusions

les produits étiquetés Végétariens voir Vegan affichent des taux records de croissance de mise sur le marché en Europe comme aux états unis et constituent une réelle opportunité marketing, parmi lesquels se positionnent les substituts de viande (6% des lancements de produits alimentaires seraient étiquetés Vegan aux états unis sur l'année 2015). Au delà de l'atteinte des caractéristiques de saveur mais aussi de texture nécessaire pour fidéliser de nouvelles fractions de consommateurs, la prochaine étape en matière de R&D restera la validation de l'innocuité des composés.

Rédacteur

- Tatiana Vallaeys, Attachée pour la Science et la Technologie, Chicago, attache-agro@ambascience-usa.org

Références

- Belsky, A. J., Matzke, A. & Uselman, S. (1999). Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation*, 54, 419-431.
- Udall J.N., et. al. 1984. The tolerance and nutritional value of two microfungi foods in human subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 40 : 285-292.
- Gerber PJ, Mottet A, Opio CI, Falcucci , Teillard F 2015. Environmental impacts of beef production : Review of challenges and perspectives for durability. *Meat Sci.* 2015 Nov ;109:2-12.
- Wang YS, Shelomi M. 2017. Review of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Animal Feed and Human Food. *Foods*. 2017 Oct 18 ;6(10). pii : E91. doi : 10.3390/foods6100091.
- Wilmut I, Schnieke AE, McWhir J, Kind AJ, Campbell KH . 1997. Viable offspring derived from fetal and adult mammalian cells. *Nature*. 27 ;385(6619):810-3.