

Notes Académiques de l'Académie d'agriculture de France

Academic Notes of the French Academy of agriculture

Authors

Jean-François Hocquette

Title of the work


La viande artificielle : utopie ou future réalité ?

Year 2016, Volume 2, Number 2, pp. 1-7

Published online:

13 July 2016,

<https://www.academie-agriculture.fr/publications/notes-academiques/n3af-editorial-pourquoi-https://www.academie-agriculture.fr/publications/notes-academiques/n3af-note-de-lecture-la-viande-artificielle-utopie-ou-future-realite>

[La viande artificielle : utopie ou future réalité ?](#) © 2016 by Jean-François Hocquette is licensed under [Attribution 4.0 International](#) 

Note de lecture

La viande artificielle : utopie ou future réalité ?

Artificial meat : utopia or future reality ?

Jean-François Hocquette¹

¹ UMR1213 Herbivores, INRA, Vetagro Sup, 63122, Saint-Genès-Champanelle, France

Correspondance :

jean-francois.hocquette@inrae.fr

Résumé :

Notre société est confrontée à des défis majeurs : augmenter la production de protéines pour nourrir la population humaine en augmentation, réduire la dégradation de l'environnement et l'inconfort des animaux dans certains élevages. Pour ces raisons, les substituts de viande ont de plus en plus de succès, parmi lesquels la viande artificielle fabriquée à partir de cellules souches qui génère régulièrement l'intérêt des médias.

Un numéro spécial du *Journal of Integrative Agriculture* ainsi que d'autres articles scientifiques ont décrit les avantages et les inconvénients de la viande artificielle. Cet article résume les principales conclusions de la littérature sur ce sujet.

Les principaux défis pour la viande artificielle sont d'être produite à grande échelle et à un prix abordable, mais la difficulté majeure est aujourd'hui son acceptation par les consommateurs. D'autres solutions, qui seront de sérieux concurrents de la viande artificielle, existent déjà pour nourrir l'humanité, réduire les émissions de gaz à effet de serre et répondre aux attentes sociales.

Abstract:

Our society is facing major challenges: increasing protein resources for the increased human population, reducing environmental degradation and discomfort of animals in some farms. For these reasons, alternatives to conventional meat from livestock production have more and more success.

One meat substitute which regularly generates media interest is artificial meat made from stem cells. A special issue of the *Journal of Integrative Agriculture* plus other scientific papers described pros and cons of artificial meat.

This article summarises the major conclusions of the literature on this subject. The major challenges for cultured meat is to be produced at a large scale and at an affordable price but its major difficulty nowadays will be its acceptance by consumers. Other solutions for feeding humankind, for reducing greenhouse gas emissions and for meeting social expectations already exist and will be strong competitors of artificial meat.

Note de lecture

Keywords :

artificial meat, stem cells, cell culture, consumer science

Mots clefs :

viande artérielle, cellules souches, culture de cellules, science des consommateurs

Notre société moderne est face à d'importants défis agro-alimentaires, qui sont principalement de réduire la faim dans le monde tout en augmentant le niveau des ressources alimentaires, afin de satisfaire les besoins d'une population humaine toujours croissante. A cet objectif général s'ajoute la nécessité de répondre aux nouvelles attentes des pays développés, telles que réduire le mal-être des animaux pouvant être constaté dans certains élevages modernes, voire ne pas tuer les animaux pour les manger, et réduire la dégradation de l'environnement par les différentes activités humaines, notamment l'élevage (Scollan *et al.*, 2011).

Le marché des substituts de viande se développe

Pour l'ensemble de ces raisons, le marché des substituts de viande (à base de protéines végétales ou de champignons) est en expansion. Par ailleurs, différentes alternatives à la production de viande par l'élevage traditionnel ont été proposées, parmi lesquelles la production de viande *in vitro*. Le principe de cette nouvelle technique est de produire une grande quantité de muscle dans des incubateurs de grande taille, en favorisant la multiplication de cellules souches, puis leur différenciation en cellules musculaires, assurant ainsi une production importante de viande (Post, 2012). Selon leurs promoteurs, cette technique, inspirée des techniques médicales pour réparer les muscles lésés,

présente plusieurs avantages : la possibilité de produire de grandes quantités de protéines musculaires (et donc de « viande ») en raison du potentiel quasi infini de reproduction des cellules souches, un impact environnemental supposé être inférieur, un respect de la vie animale et des conditions de vie des animaux meilleures, en raison d'une activité d'élevage réduite, voire nulle. La « preuve de concept » aurait été apportée par une équipe hollandaise, qui a produit le premier *burger* artificiel dans ses laboratoires. Le prix élevé de ce prototype (de l'ordre de 250 000 euros) est actuellement un frein à sa commercialisation. Toutefois sa dégustation dans un grand restaurant londonien, en août 2013, a été largement signalée par les médias.

La production de viande artificielle à partir de cellules souches ne fait pas l'unanimité

Une première expertise sur la viande artificielle par des chercheurs francophones, essentiellement de l'Inra, a conduit à différentes conclusions. Certes la viande artificielle a effectivement la capacité de réduire le mal-être des animaux potentiellement lié à l'élevage, et elle permettrait, de surcroît, de ne pas abattre les animaux en grand nombre pour les manger. En revanche, l'impact environnemental de la viande artificielle est difficile à mesurer, car aucune usine de production de viande artificielle n'existe à ce jour. Toutefois les hypothèses sur le sujet laissent penser que la viande *in vitro* présenterait un intérêt modéré pour réduire les gaz à effet de serre et la pollution par les nitrates, un intérêt limité quant à l'utilisation des énergies fossiles, voire très limité pour limiter les besoins en eau ; elle libérerait des terres cultivables, mais des résidus de composés de synthèse nécessaires pour la production de viande artificielle (hormones, facteurs de croissance, antibiotiques, etc.) se retrouveraient

Note de lecture

probablement dans les eaux usées (Hocquette *et al.*, 2013). Enfin il est possible qu'il soit nécessaire de revenir régulièrement vers les animaux pour renouveler les cellules souches. Récemment, le *Journal of Integrative Agriculture* a publié 10 articles sur le sujet, qui ont été écrits par des auteurs de différents pays de tous les continents.

Les trois premiers articles ont notamment considéré les aspects techniques. Moritz *et al.* (2015), auteurs des Pays-Bas et de Norvège, qui font par ailleurs la promotion de la viande artificielle, ont décrit les enjeux technologiques, qui sont de développer des techniques efficaces pour une production de masse de viande artificielle à moindre coût. Alors que ces auteurs sont optimistes quant à la possibilité de produire, dans le futur, de grandes quantités de viande *in vitro* à un prix raisonnable, le Polonais M. Orzechowski (2015) estime que cela ne sera possible que si une véritable rupture technologique apparaît. Cette opinion est partagée par Kadim *et al.* (2015), groupe d'auteurs du Moyen-Orient et de Nouvelle Zélande qui soulignent par ailleurs les questions *a priori* difficiles d'acceptation sociale et d'ordre éthique.

Quatre autres articles se sont intéressés au potentiel de la viande *in vitro* pour résoudre les enjeux de société mentionnés précédemment. Une équipe d'auteurs chinois (Sun *et al.*, 2015) a indiqué que la Chine est particulièrement concernée par ces enjeux, en raison de sa population humaine importante et de la nécessité de protéger l'environnement. De ce fait, du point de vue de cette équipe chinoise, des substituts de viande sont nécessaires, et, parmi eux, la production de viande artificielle a le potentiel d'être profitable pour la Chine. Une équipe de la République indienne (Bhat *et al.*, 2015) reconnaît également les avantages potentiels de la viande artificielle (la sécurité alimentaire, un impact carbone supposé plus faible, un respect plus grand de la vie animale, mais, aussi, une nutrition humaine supposée optimisée), mais reconnaît en même temps que de nombreux problèmes doivent tout d'abord

être résolus, que ce soit sur le plan technique, économique ou social, pour développer une production de masse de viande *in vitro* à moindre coût et qui soit acceptée par les consommateurs. Un groupe d'auteurs des États-Unis (Mattick *et al.*, 2015) partage les avantages potentiels de la viande artificielle, mais insiste sur le caractère incertain de ces avantages. En effet, comme avec la plupart des nouvelles techniques, le développement commercial de la viande *in vitro* sera accompagné de problèmes imprévus et, donc, non anticipés. Le degré d'incertitude associé aux nouveaux produits d'ingénierie est toujours élevé, et, de ce fait, des évaluations en continu (notamment environnementales) seront nécessaires en préalable à tout développement commercial.

La principale difficulté pour la viande *in vitro* est son acceptation par la société

Les trois derniers articles du numéro spécial du *Journal of Integrative Agriculture* se sont intéressés à la dimension sociale de la problématique de la viande artificielle. M. Hopkins, du Centre de bioéthique de l'Université du Mississippi, considère que la presse occidentale a présenté une vision biaisée du potentiel de la viande *in vitro* en sous-estimant les problèmes de son acceptation par la société ou en surévaluant son acceptation potentielle par les végétariens (Hopkins, 2015). Une enquête effectuée par des auteurs français (Hocquette *et al.*, 2015) auprès de scientifiques et d'étudiants de tous les pays du monde souligne également que la perception de la viande *in vitro* par les consommateurs-citoyens est une problématique complexe. La majorité des personnes interrogées considère, en effet, d'une part, que la technique pour la production de viande *in vitro* est réaliste et faisable et que, d'autre part, les enjeux de société mentionnés ci-dessus auxquels la filière viande doit faire face (nourrir l'humanité,

Note de lecture

réduire l'impact carbone et respecter le bien-être animal) sont réels. Pour autant, malgré des différences de perception entre hommes et femmes, aucune majorité ne se dégage pour penser que la viande *in vitro* sera satisfaisante sur le plan sensoriel ou nutritionnel (mis à part pour le groupe de personnes en faveur de la viande *in vitro*) ou que la viande *in vitro* va réellement contribuer à résoudre les problèmes de dégradation de l'environnement ou de bien-être animal. Seuls 10 % environ des personnes interrogées seraient prêtes à consommer de la viande artificielle, les personnes interrogées préférant dans leur grande majorité réduire leur consommation de viande. Dans le dernier article, Verbeke *et al.* (2015b) soulignent que l'acceptation de la viande *in vitro* renvoie à des critères d'ordre technologique, économique et psychologique, qui dépendent eux-mêmes en partie de la couverture médiatique, de l'attention des consommateurs et de leur degré de confiance dans la science, la politique et, plus généralement, la société. Seuls environ 10 % des consommateurs sont vraiment opposés à la viande *in vitro*, la grande majorité ayant une attitude plutôt hésitante. Le prix et la qualité sensorielle apparaissent comme les principaux obstacles potentiels.

Dans une autre étude récente, Verbeke *et al.* (2015a) ont mis en évidence trois séquences de réactions chez les consommateurs quand ils s'approprient la problématique de la viande *in vitro* : (i) des réactions initiales de dégoût liées à l'absence de naturalité de cette nouvelle forme de viande, (ii) des réactions plus lentes concernant surtout les atouts potentiels de la viande *in vitro* pour le collectif (sécurité alimentaire, protection de l'environnement) et les inconvénients possibles au niveau individuel (santé personnelle) ou collectif (perte des traditions, moins d'éleveurs et d'activité agricole en milieu rural) et (iii) des réactions plus approfondies traduisant un certain scepticisme concernant les conséquences des progrès scientifiques, des questionnements au sujet des mécanismes de contrôle et de gouvernance de la production de viande *in vitro*

et, enfin, un besoin adapté de régulation et d'étiquetage.

D'autres leviers d'action plus faciles à mettre en œuvre existent : il ne faut pas les oublier !

Un groupe d'auteurs en majorité australiens (Bonny *et al.*, 2015) considère qu'aujourd'hui les protéines de plantes et de champignons sont les plus grands compétiteurs de la viande traditionnelle, produite à partir des animaux d'élevage, pour résoudre les enjeux de société mentionnés en introduction. En revanche, la viande artificielle ou le clonage des animaux ne présentent pas d'avantages comparatifs dans notre société actuelle. Dans le futur, les substituts de viande ont potentiellement la capacité de conquérir au moins en partie le marché de masse, réservant la viande traditionnelle, issue d'animaux d'élevage, pour un marché de plus haute gamme, d'autant plus si son coût pour le consommateur continue d'augmenter. En parallèle, d'une part, l'élevage traditionnel est invité à évoluer en s'inspirant des concepts d'agroécologie pour être plus durable (Dumont *et al.*, 2013) et, d'autre part, de nouvelles technologies (clonage, animaux génétiquement modifiés) sont susceptibles de se développer au moins dans certains pays. Dans ce contexte, l'avenir de la viande *in vitro* apparaît incertain en raison de ces nombreuses autres pistes d'évolution du marché des produits carnés.

Pour résumer, les enjeux agro-alimentaires auxquels notre société doit faire face sont réels. Ainsi, nourrir la population humaine actuelle en réduisant la faim dans le monde et la pollution humaine future d'environ 9 milliards de personnes en 2050 est effectivement un enjeu considérable. Toutefois de nombreux experts estiment que les causes de la malnutrition actuelle de certaines populations sont multiples (guerres, gouvernance politique insuffisante, non

Note de lecture

solvabilité des gouvernements, catastrophes naturelles, etc.) et ne sont pas directement liées à un manque de ressources alimentaires. De surcroît, nous disposons de plusieurs leviers d'action, ne serait-ce qu'en réduisant le gaspillage alimentaire, en modifiant nos pratiques d'élevage ou en consommant d'autres sources de protéines (protéines végétales, insectes, etc.) (Hocquette, 2016).

Bien que la culture de cellules soit connue de la science depuis les années 1990, tous les experts s'accordent pour penser qu'il existe des verrous techniques importants à lever pour une éventuelle production à grande échelle de viande *in vitro* à un coût raisonnable.

De nombreux experts soulignent également les difficultés d'acceptation de la viande *in vitro* qui renvoient, d'une part, à des questions d'ordre moral ou éthique concernant la technologie et les inquiétudes qu'elle soulève, et, d'autre part, à des préoccupations classiques relatives aux nouveaux produits alimentaires (prix, qualité, naturalité...). Par le passé, plusieurs nouveaux produits alimentaires ne se sont pas développés, en raison, notamment, de contraintes économiques, du temps nécessaire pour l'acceptation par les consommateurs et pour la délivrance des autorisations de mise sur le marché.

En conclusion, face aux enjeux importants autour de l'élevage, la production de viande *in vitro* ne présente donc pas aujourd'hui d'avantages majeurs par comparaison à la viande naturelle ou à d'autres alternatives possibles telles que rééquilibrer notre alimentation en diversifiant les sources de protéines végétales et animales. Une autre alternative sur laquelle travaille l'Inra est le développement de systèmes d'élevage plus respectueux des animaux et de l'environnement. Poser la question de la viande *in vitro* a au moins le mérite d'être un bon prétexte pour aborder et traiter les questions de fond liées à l'élevage et abordées en introduction (nourrir l'humanité, réduire l'impact carbone et respecter le bien-être animal).

Références

Bhat ZF, Kumar S, Fayaz H. 2015. *In vitro* meat production: Challenges and benefits over conventional meat production. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 241–248.

Bonny SPF, Gardner GE, Pethick DW, Hocquette J-F. 2015. What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry, *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 255–263.

Dumont B, Fortun-Lamothe L, Jouven M, Thomas M. 2013. Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Animal*, 7, 1028-1043.

Hocquette J.-F., 2016. Is *in vitro* meat the solution for the future?, *Meat Science*, in press.

Hocquette A, Lambert C, Sinquin C, Peterloff L, Wagner Z, Bonny S P F, Lebert A, Hocquette J-F. 2015. Educated consumers don't believe artificial meat is the solution to the problems with the meat industry, *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 273–284.

Hocquette JF, Mainsant P, Daudin J D, Cassar-Malek I, Rémond D, Doreau M, Sans P, Bauchart D, Agabriel J, Verbecke W, Picard B, 2013. La viande du futur sera-t-elle produite *in vitro* ?, *INRA Productions Animales*, 26 (4), 363-374.

Hopkins PD. 2015. Cultured meat in western media: The disproportionate coverage of vegetarian reactions, demographic realities, and implications for cultured meat marketing, *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 264–272.

Kadim IT, Mahgoub O, Baqir S, Faye B, Purchas R. 2015. Cultured meat from muscle stem cells, *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 222–233.

Note de lecture

Mattick CS, Landis AE, Allenby BR. 2015. A case for systemic environmental analysis of cultured meat. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 249–254.

Moritz MSM, Verbruggen SEL, Post MJ. 2015. Alternatives for large-scale production of cultured beef: A review, *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 208–216.

Orzechowski A. 2015. Artificial meat? Feasible approach based on the experience from cell culture studies, *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 217–221.

Post MJ. 2012. Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects, *Meat Science*, 92, 297–301.

Scollan ND, Greenwood PL, Newbold CJ, Yáñez Ruiz DR, Shingfield KJ, Wallace RJ, Hocquette JF. 2011. Future research priorities for animal production in a changing world, *Animal Production Science*, 51, 1–5.

Sun ZC, Yu QL, Han L. 2015. The environmental prospects of cultured meat in China, *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 234–240.

Verbeke W, Marcu A, Rutsaert P, Gaspar R, Seibt B, Fletcher D, Barnett J. 2015a. 'Would you eat cultured meat?': Consumers' reactions and attitude formation in Belgium, Portugal and the United Kingdom. *Meat Science*, 102, 49–58.

Verbeke W, Sans P, Van Loo EJ. 2015b. Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat. *Journal of Integrative Agriculture*, 14, 285–294.

Edité par :

Dominique Job, CNRS, Membre de l'Académie d'agriculture de France.

Rapporteurs :

1. Louis-Marie Houbebine, Membre de l'Académie d'agriculture de France
2. Anonyme

Rubrique :

Cet article a été publié dans la rubrique « Notes de lecture » des *Notes Académiques de l'Académie d'agriculture de France*, 6, 1-6

Reçu:

8 février 2016

Accepté:

2 juillet 2016

Publié :

13 juillet 2016

Citation:

Hocquette J.-F. 2016. La viande artificielle : utopie ou future réalité ?, *Notes académiques de l'Académie d'agriculture de France / Academic Notes from the French Academy of Agriculture (N3AF)*, 2(2), 1-6. <https://doi.org/10.58630/pubac.not.a144685>.



Jean-François Hocquette est directeur de recherche à l'Inrae.