

La culture de cellules musculaires à destination alimentaire. Est-ce possible ? Est-ce acceptable ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 08.04.Q07

2022, révisée en juillet 2025

Claude ALLO, Michel DUCLOS, Jean-François HOCQUETTE et Hervé THIS, membres de l'Académie d'Agriculture de France

Mots clés : culture cellulaire, viande, alimentation

Les techniques de culture cellulaire initialement mises au point pour des applications médicales vont-elles devenir le nouvel instrument de l'industrie agroalimentaire pour produire ce que certains nomment la "viande cultivée" ?

Depuis la présentation, en 2013, du premier tissu issu de cellules musculaires cultivées *in vitro* visant l'imitation de la viande, les annonces se multiplient promettant une production à grande échelle dans les prochaines années.

Est-ce possible, et est-ce acceptable ?

Un colloque organisé en novembre 2021 par l'Académie d'agriculture de France et l'Association française de zootechnie, en partenariat avec l'Académie vétérinaire et la Société française de nutrition, s'est efforcé de répondre à ces questions posées sur un sujet très médiatisé et controversé.

Quels procédés de fabrication et quels produits ?

Les procédés mis en œuvre s'appuient sur les techniques de culture cellulaire, connues de longue date en recherche médicale et dans l'industrie pharmaceutique, tout particulièrement pour la production de protéines thérapeutiques et de vaccins. Ils comprennent 3 phases principales :

- le prélèvement de cellules souches sur un animal (bovins, ovins, porcs, poulets, poissons...);
- la multiplication de ces cellules en culture *in vitro* dans un milieu nutritif composé de protéines, d'hormones et de facteurs de croissance (Photo 1);
- la différenciation cellulaire et la fixation sur des supports constituant des échafaudages, pour former des amas de cellules ou de fibres.

À l'échelle industrielle la culture cellulaire est développée dans des bioréacteurs, adaptés à une variété d'applications.



Photo 1 : culture cellulaire

Les entreprises productrices ont pour objectif de copier, sous différentes formes, la chair des animaux terrestres et aquatiques. Les travaux portent surtout sur la reproduction de la viande, mais concernent aussi le foie gras, les poissons et crustacés, ainsi que les protéines de lait ou d'œuf. Les prototypes présentés ont principalement l'apparence de pâtes de protéines, mises sous forme de hamburgers, de saucisses ou de nuggets. Certaines sociétés affichent néanmoins l'ambition d'une production qui s'approche le plus près possible de la structure de la viande, ou soit capable de se positionner sur des segments de marché haut de gamme (Photo 2).



Photo 2 : reproduction de viande à base de culture de cellules musculaires

Cinq entreprises bénéficient actuellement d'une autorisation de mise sur le marché, accordée par les autorités de Singapour en 2020, aux USA en 2023 et plus récemment en Israël et en Australie / Nouvelle-Zélande. Il s'agit, pour Singapour, d'une pâte de cellules issues de poulets, cultivée dans un milieu à base de sérum fœtal bovin et d'hormones, vendue en mélange avec des protéines végétales.

Un monde de startups avec des financements en forte croissance récente.

Les startups se sont intéressées au sujet, principalement depuis 2010 : en quelques années leur nombre a fortement augmenté jusqu'en 2021 pour atteindre plus de 160¹ actuellement. Elles sont majoritairement installées aux USA dans la Silicon Valley, en Israël et aussi en Europe.

De la même façon, la croissance de l'investissement en capital-risque est récente. Il est passé de 20 millions de dollars US en 2017 à 40 millions en 2018, 60 millions en 2019, pour atteindre 366 millions en 2020, et presque 1 milliard en 2021. Toutefois, ces mêmes investissements ont chuté en 2022, puis en 2023 (plus de 78%²) et en 2024.

Les investissements sont aussi en cours de diversification. Les entreprises de la Tech et principalement les GAFAs³ ont apporté les premiers financements à travers leurs fondations ; elles ont été rejointes par l'industrie de la pharmacie et les multinationales de l'agroalimentaire et de la viande (*Unilever, Nestlé, Cargill, Tyson, JBS...*). S'y ajoutent des contributions de célébrités parfois proches des mouvements végans ou antispécistes.

Les plus fortes capitalisations sont portées par des sociétés comme *East Just* (USA), *Upside Foods* (USA), *Meatable* (Pays Bas), *Aleph farms* (Israël), *Mosa Meat* (Pays Bas). En France, *Gourmey* se positionne sur la production d'une reproduction de foie gras, et *Vital Meat*, filiale du groupe Grimaud, étudie les cellules de poulet.

Les startups annoncent des progrès rapides dans la recherche et les techniques de production, affichant des perspectives très optimistes, avec la construction prochaine des premiers sites industriels pilotes.

Cette production de masse annoncée est-elle possible ?

La culture de cellules musculaires est donc possible en laboratoire, mais d'immenses défis techniques et économiques restent à surmonter pour parvenir à une production à grande échelle.

Les défis techniques concernent principalement la composition des milieux de culture, la mise au point de bioréacteurs de grande taille, et la sécurité sanitaire tout au long du processus de production.

Les entreprises indiquent la mise au point de milieux de culture sans sérum fœtal bovin ; mais leur composition, avec potentiellement des hormones de synthèse, reste soumise au secret industriel et n'est donc pas publique. Rappelons que les hormones de synthèse sont interdites pour l'élevage en Europe depuis 1996.

Le pilotage des cultures cellulaires est complexe, il exige une stérilité totale, et ne tolère pas la moindre dérive. En raison de l'absence de flore adventice de protection dans les produits de culture et de leur fragilité liée à leur caractère morcelé, les risques de contaminations par les bactéries et champignons sont majeurs. Les conditions de milieu sont en effet propices à une vitesse de multiplication exponentielle. Il s'y ajoute le risque d'instabilité génétique sur les cellules en forte multiplication.

Les manipulations post bioréacteurs devront donc se faire dans des conditions proches de celles des *salles blanches*. Les chaînes de production imaginées par le GFI (*Good Food Institute*) ressemblent à une usine de fabrication de vaccins (*Photo 3*).

Les coûts restent actuellement très élevés.



Photo 3 : usine de production de culture de cellules musculaires

L'industrialisation devrait permettre de les réduire, mais il faudra des progrès techniques considérables pour parvenir, d'ici 2030, aux 5 \$/kg annoncés.

¹ <https://gfi.org/resource/cultivated-meat-seafood-and-ingredients-state-of-the-industry/>

² https://agfundernews.com/preliminary-agfunder-data-point-to-78-decline-in-cultivated-meat-funding-in-2023-investors-blame-general-risk-aversion?ck_subscriber_id=2039484222&utm_source=convertkit&utm_medium=email&utm_campaign=New+Wave+Foods+shuts+up+shop%2C+Finless+Foods+scales+back%2C+and+why+farmers+remain+skeptical+about+carbon+capture+projects+%20-%202013033171

³ définition 2021 : Google + Amazon + Facebook + Apple

www.academie-agriculture.fr onglet "**Publications**" puis "**Table des matières des documents de l'Encyclopédie**".

Certaines entreprises recherchent un positionnement sur les produits haut de gamme. Est-ce réaliste s'agissant de produits industriels qui entrent dans la catégorie considérée comme ultra transformés ? On peut en effet penser que ces produits seront surtout en compétition avec les substituts à base de protéines végétales à bas coût plutôt qu'avec la viande.

Le modèle économique reste donc à trouver, et l'on est encore loin d'une production significative et maîtrisée. Certaines études considèrent même, que cette production cellulaire pourrait ne jamais être compétitive.

Est-ce acceptable par les consommateurs ?

De nombreuses études sur l'acceptabilité de ces produits par les consommateurs – réalisées souvent à la demande des promoteurs – présentent des résultats favorables. Quel crédit peut-on leur accorder dès lors que les sondés ne connaissent pas le produit sur lequel ils sont interrogés ?

Certes, comme il en est pour tous les nouveaux produits, la majorité des consommateurs est prête à goûter, ce qui ne signifie pas qu'ils sont prêts à en consommer régulièrement. Les enquêtes les plus robustes ou plus récentes ressort un faible consentement à payer par rapport aux produits concurrents, mais aussi l'expression de nombreuses inquiétudes⁴.

L'agriculture cellulaire pose des questions sociétales très larges et nous interroge sur l'alimentation du futur.

Elle est le plus souvent présentée par ses promoteurs comme une solution pour répondre aux préoccupations de la transition alimentaire mondiale et aux critiques envers l'élevage dit intensif ou industriel.

La culture de cellules est annoncée comme très respectueuse de l'environnement, car potentiellement moins émettrice de gaz à effet de serre. Sa production n'étant pas encore au stade industriel, il est difficile d'en évaluer l'impact, mais on peut déjà estimer qu'elle sera très énergivore et qu'aucun avantage n'est réellement établi vis-à-vis de l'activité d'élevage.

Le lobbying cellulaire joue facilement de la falsification de langage. L'utilisation du terme *clean meat* (= viande propre) en est un exemple. Ainsi, les comparaisons établies avec l'élevage – ne prenant en compte que les impacts négatifs – relèvent de la tromperie : en effet si d'un côté il y a indéniablement des émissions de gaz à effet de serre (GES), de l'autre la prairie pâturée stocke du carbone, l'élevage transforme l'herbe en aliment à haute valeur nutritionnelle, et permet le recyclage des coproduits de l'industrie agroalimentaire, tandis que la bonne valorisation des effluents contribue à la qualité des sols. Et l'élevage c'est aussi des paysages, des services socio-culturels, et une activité vitale pour de nombreux territoires (Photo 4).



Photo 4 : élevage de bovins à viande

Des connivences peuvent exister avec des mouvements végétariens, végétans ou antispécistes, liaisons jugées d'ailleurs dangereuses par certaines startups leaders.

Ces produits futurs pourraient-ils n'être que l'aboutissement ultime de ces idéologies ou des rêves de la Food Tech qui appellent un monde artificiel, coupé de la nature et de ses produits ? En tout cas, pour les sociologues et les nutritionnistes, l'agriculture cellulaire entraîne une perte de la relation culturelle, symbolique, avec les aliments et ceux qui les produisent, donc une déshumanisation de l'alimentation.

Les questions sémantiques et réglementaires : ce n'est pas de la viande !

Ces produits ne peuvent prétendre à la dénomination viande, tant du point de vue biologique que nutritionnel et légal :

- Les tissus de culture cellulaire sont loin de la structure complexe d'un vrai muscle, dont la qualité résulte de la diversité des fibres musculaires et de leur imbrication avec les vaisseaux sanguins, le tissu conjonctif et les dépôts de graisse.

⁴ <https://umrh-bioinfo.clermont.inrae.fr/Intranet/web/uploads/siteweb/Faits%20marquants%202021/10%20-%20Fait%20marquant%20J.F%20Hocquette%20VIV.pdf>

page 3 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "**Publications**" puis "**Table des matières des documents de l'Encyclopédie**".

- Il en est de même sur le plan sensoriel et nutritionnel. Les données manquent pour caractériser les produits issus de culture cellulaire, mais il est fort probable que leur composition présente des différences notables avec celle de la viande, particulièrement en ce qui concerne la composition et la biodisponibilité en lipides, fer, vitamine B12 et autres nutriments spécifiques à la viande.

De surcroît, la qualité nutritionnelle des aliments ne se résume pas à la somme des nutriments qui le composent : il faut aussi prendre en compte l'effet *matrice alimentaire*, qui détermine la digestibilité des nutriments. Or, aucune étude de digestibilité n'est disponible pour les tissus issus de culture cellulaire à destination alimentaire.

- Sur le plan légal, les réglementations françaises et européennes indiquent clairement que la viande ne peut provenir que d'animaux, décrits dans une liste précise d'espèces et de 5 classes de produits (règlement 853/2004).

Les produits issus de *l'agriculture cellulaire* relèvent de la réglementation sur les nouveaux aliments, qui s'applique aux denrées alimentaires dont la consommation humaine était négligeable au sein de l'Union européenne avant le 15 mai 1997.

Le règlement 2283/2015, article 3, définit très précisément, parmi les nouveaux aliments, "*les denrées alimentaires qui se composent de cultures cellulaires ou tissulaires dérivées d'animaux...ou qui sont isolées ou produites à partir de cultures cellulaires ou tissulaires dérivées d'animaux*". Ces nouveaux produits sont soumis à une demande d'autorisation auprès de la Commission, après évaluation par l'*Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire* (EFSA), qui doit faire la démonstration

- de l'absence de risque pour la santé humaine,
- et de leurs qualités nutritionnelles.

Ce qu'il faut retenir :

Les initiatives et les investissements dans le domaine de la culture de cellules musculaires à destination alimentaire ont été en plein développement jusqu'en 2021, mais des incertitudes considérables subsistent concernant les procédés, les produits et le modèle économique.

Ces produits ne se substitueront pas à l'élevage.

Ils ne peuvent prétendre à la dénomination viande, et ils seront d'abord en concurrence avec les multiples alternatives à base de protéines végétales.

Ce secteur devrait surtout faire preuve de transparence et s'affranchir d'un lobbying parfois peu scrupuleux ; en particulier, la démonstration n'a pas été faite que ces nouveaux produits répondent aux objectifs de durabilité dont les promoteurs entendent se prévaloir.

Pour en savoir plus :

- À propos de la viande cellulaire, par HOCQUETTE J.F., l'Académie d'agriculture de France. 2024. <https://www.youtube.com/watch?v=HPOccqFCFIY>
- HOCQUETTE J.F., CHRIKI S., FOURNIER D., ELLIES-OURY M.P. (2025). Review: Will "cultured meat" transform our food system towards more sustainability? *Animal*, 19, 101145, <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101145> ; hal-04530893.
- CHRIKI S., ELLIES-OURY M.P., HOCQUETTE J.F. (2023). La « viande de culture » : ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir. Volet A : principes et qualités intrinsèques. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 58 (6), pp.389-398. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2023.11.001>. (hal-04342338)
- HOCQUETTE J.F., CHRIKI S., ELLIES-OURY M.P. (2024). La « viande de culture » : ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir. Volet B : qualités extrinsèques de la « viande de culture ». *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 59 (1), pp.47-56. <https://doi.org/10.1016/j.cnd.2023.11.003>. (hal-04391519).
- Colloque "La viande...cellulaire : est-ce possible ? Est-ce bon ? Est-ce acceptable ?", 18 novembre 2021, <https://www.youtube.com/watch?v=QjayMmxOq2g&t=472s>
- CHRIKI S., ELLIES-OURY M.P., HOCQUETTE J.F. : *L'élevage pour l'agroécologie et une alimentation durable*, éditions France Agricole, 2020, P 217-236.