MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE,
DE L'AGRO-ALIMENTAIRE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE

Liberté
Égalité
Fraternité

Quelles perspectives pour l'alimentation du futur ?

Protéines conventionnelles et protéines issues de biotechnologies

Rapport n° 25024-P

établi par

Claire ARMENGAUD
Inspectrice adjointe

Jean-Pierre ORAND
Inspecteur général

Mars 2026

CGAAER
CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'ALIMENTATION
DE L'AGRICULTURE
ET DES ESPACES RURAUX

Le présent rapport est un rapport du Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux (CGAAER) régi par les dispositions du décret n° 2022-335 du 9 mars 2022 relatif aux services d'inspection générale ou de contrôle et aux emplois au sein de ces services. Il exprime l'opinion des membres du CGAAER qui l'ont rédigé en toute indépendance et impartialité comme l'exigent les règles de déontologie qui leur sont applicables en application de l'article 17 du décret sus cité. Il ne présage pas des suites qui lui seront données par le Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté alimentaire.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ 6
LISTE DES RECOMMANDATIONS 8
1. INTRODUCTION 9
2. LA DIVERSITÉ DES ALTERNATIVES AUX PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE 9
2.1. Les protéines d'origine végétale 10
2.2. Les algues 11
2.3. La culture d'insectes 13
2.4. La fermentation de précision 14
2.5. Les aliments cellulaires 15
3. ENCADREMENT RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF DES NOUVEAUX ALIMENTS 16
3.1. Réglementation européenne 16
3.1.1. Introduction 16
3.1.2. Définition des « Nouveaux Aliments » 16
3.1.3. Procédure d'autorisation des nouveaux aliments 16
3.2. Réglementation des nouveaux aliments à travers le monde 19
3.3. Normalisation internationale 20
3.3.1. Au niveau des organes onusiens 20
3.3.2. L'approche de l'organisation internationale de standardisation (ISO) 21
4. PROCESSUS DE FABRICATION ET VOLET SANITAIRE 21
4.1. Les modalités de fabrication 21
4.1.1. La viande cellulaire 21
4.1.2. La fermentation de précision (FP) 22
4.2. Les risques sanitaires 23
4.2.1. Risques chimiques et résidus 23
4.2.2. Risques biologiques et stabilité génétique 24
4.2.3. Risques allergéniques 24
4.3. Les propriétés nutritionnelles et organoleptiques 24
4.3.1. Des propriétés nutritionnelles quasiment équivalentes 24
4.3.2. Les propriétés organoleptiques : l'enjeu du "vrai" goût 25
5. IMPACT ENVIRONNEMENTAL 26
5.1. Comparaison des impacts : élevage versus technologies émergentes 26
5.1.1. L'occupation des sols : l'avantage indéniable des nouvelles technologies 26
5.1.2. La consommation d'eau : un bilan contrasté 26
5.1.3. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) : le point de discorde 27
5.1.4. Les services écosystémiques oubliés 28
5.2. Pour conclure : une promesse "spéculative" 28

6. ASPECT ÉCONOMIQUE 29
6.1. Économie mondiale du développement des aliments biotechnologiques 29
6.1.1. Origines et catalyseurs du secteur 29
6.1.2. État actuel du marché 29
6.1.3. Liste des dix principaux acteurs en viande cellulaire en 2025 29
6.1.4. Répartition géographique de ces acteurs 30
6.2. Origine des fonds investis 30
6.2.1. Origine et diversité des financements dans les biotechnologies alimentaires 30
6.2.2. Dynamique des investissements privés et stratégies industrielles 30
6.2.3. Évolution des financements et stratégie économique 31
6.2.4. Ingérence économique et enjeux géopolitiques 32
6.3. Problème économique du passage de la startup à l'échelle industrielle 32
6.3.1. Maturité technologique et cycle d'adoption (Hype Cycle) 33
6.3.2. Évolution des coûts de production : obstacle à la rentabilité ? 33
6.3.3. Problèmes économiques rencontrés et stratégies de réponse 34
6.4. Quel appui financier en France ? 35
6.4.1. Au niveau européen des programmes de recherche 35
6.4.2. Au niveau national, diverses sources de financement 35
6.5. En conclusion, sur l'aspect économique 37
7. ACCEPTATION SOCIÉTALE ? 37
7.1. Enquête sur la viande cellulaire auprès des associations de consommateurs et de la protection animale 37
7.2. Grandes tendances en France 37
7.2.1. Sur la perception générale de la viande artificielle 37
7.2.2. Sur l'acceptation selon les profils sociodémographiques 38
7.2.3. Sur le prix et l'intention d'achat 38
7.2.4. Sur les enjeux éthiques et environnementaux 38
7.2.5. Sur les perspectives 38
7.3. À l'étranger 39
7.3.1. Synthèse du niveau d'acceptation par zones géographiques" 39
7.3.2. Les principales oppositions identifiées : " 40
8. ANALYSE ATOUTS-FAIBLESSES-OPPORTUNITÉS-MENACES 40
CONCLUSION 43
ANNEXES 46
Annexe 1 : Lettre de mission 47
Annexe 2 : Liste des personnes rencontrées 49
Annexe 3 : Liste des sigles utilisés 52

Annexe 4 : Liste des textes de références 55
Annexe 5 : Bibliographie 56
Annexe 6 : Réglementation dans les pays étrangers 59
Annexe 7 : Empreinte carbone des différentes espèces 65
Annexe 8 : Questionnaire d'enquête sur la viande cellulaire 66
Annexe 9 : Enquête auprès des associations de consommateurs et protection animale sur la viande cellulaire 72
Annexe 10 : Annexe France 2030 76

RÉSUMÉ

Ce rapport présente une analyse transversale des enjeux sanitaires, environnementaux, économiques et sociétaux liés à l'émergence de protéines alternatives aux protéines d'origine animale, avec un focus particulier sur celles issues des biotechnologies, à savoir : la culture cellulaire et la fermentation de précision. Ces technologies se développent dans un contexte où les systèmes alimentaires traditionnels, notamment l'élevage, sont remis en question pour leur impact environnemental, leur empreinte carbone et des considérations éthiques liées au bien-être animal. Cependant, leur développement soulève des interrogations, tant sur le plan scientifique et réglementaire qu'économique et sociétal, et leur usage nécessite une approche équilibrée et pragmatique.

On peut identifier cinq sources de protéines alternatives : les produits végétaux, les algues, les insectes, la fermentation de précision et la culture cellulaire. Contrairement à la fermentation de précision qui produit des molécules spécifiques (caséine, enzymes), la culture cellulaire vise à recréer un tissu musculaire complexe en quatre étapes : prélèvement de cellules souches, prolifération en bioréacteur, différenciation tissulaire et récolte.

Ces produits relèvent du règlement européen des « nouveaux aliments » qui exige une autorisation de mise sur le marché basée sur une évaluation rigoureuse par l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA), garantissant un haut niveau de protection des consommateurs, mais elle est souvent critiquée pour sa lenteur et son manque de flexibilité. Bien que 20 AMM aient été délivrées pour la fermentation de précision (principalement des oligosaccharides), aucun produit de viande cellulaire n'est encore autorisé en Europe, contrairement à d'autres pays, tels que Singapour, Israël ou les États-Unis. L'Italie a interdit la commercialisation de la viande cellulaire sur son territoire et avec l'Autriche et la France, a manifesté une opposition politique à ces innovations au sein du Conseil agricole européen avec le soutien de plusieurs États membres.

Les techniques de production de ces produits, notamment la fermentation de précision, sont connues depuis plusieurs années et ne présentent majoritairement pas de risques de sécurité sanitaire majeurs non maitrisés. Elles servent principalement à produire des ingrédients qui seront incorporés dans des aliments après l'addition de divers additifs, oligo-éléments, vitamines… voire de protéines végétales pour en faire baisser les coûts de production. On peut les considérer comme des produits dits ultra-transformés.

Sur le plan environnemental, les protéines issues de biotechnologies (culture cellulaire, fermentation de précision) sont souvent présentées comme une solution pour réduire l'empreinte écologique de notre alimentation. Si le gain en occupation des sols est indéniable (jusqu'à 99 % de moins que la surface nécessaire pour l'élevage bovin), le bilan carbone de ces produits reste « spéculatif » : moins de méthane, certes, mais une forte consommation énergétique pour maintenir les bioréacteurs ; il convient donc d'étudier les cycles de vie produit par produit. De plus, ces usines ne remplacent pas les externalités positives de l'élevage extensif (biodiversité, stockage de carbone par les prairies, entretien des prairies). Ainsi, plutôt que de considérer ces technologies comme une alternative à l'élevage, il serait plus pertinent de les envisager comme un complément aux systèmes existants.

D'un point de vue économique, les biotechnologies alimentaires représentent un secteur dynamique, marqué par des investissements massifs, principalement privés. Cependant, on observe un net recul des investissements privés au niveau mondial après une croissance exponentielle jusqu'en 2023. Le marché mondial est dominé par les États-Unis, Israël et les Pays-Bas, avec une intégration croissante par les géants de la viande traditionnelle. Le principal défi que doivent relever les startups est le passage à l'échelle industrielle. La France a mis en place des systèmes de soutien financier

à l'innovation, tels que les programmes « France 2030 » ou « Ferments du Futur », qui constituent un milieu favorable au développement de startups. Plusieurs startups se sont ainsi positionnées au niveau international. Si l'innovation, que celles-ci développent, est considérée comme prometteuse, il conviendrait de poursuivre cet appui pour les aider à passer le cap de l'industrialisation sans qu'elles aient à s'expatrier, d'autant plus que leur schéma économique n'est pas en concurrence avec l'élevage.

La France reste l'un des pays les plus réticents au monde à la viande cultivée, avec seulement 20 % de personnes favorables. La réticence est particulièrement marquée chez les personnes âgées et les professionnels des filières carnées qui perçoivent la viande de culture cellulaire comme des aliments « artificiels » ou « de laboratoire ». À l'inverse, les jeunes et les femmes apparaissent plus ouverts à ces innovations, surtout lorsqu'elles sont présentées comme une solution éthique ou environnementale. Les réticences semblent beaucoup moins importantes pour la fermentation de précision, principe mieux connu du consommateur et perçu comme moins disruptif. Il convient toutefois d'assurer une bonne transparence sur l'étiquetage, quant à l'origine et à la composition de ces nouvelles protéines.

En conclusion, les protéines issues de biotechnologies ne sauraient se substituer intégralement aux protéines conventionnelles, mais elles pourraient jouer un rôle complémentaire dans un système alimentaire diversifié et résilient. Les missionnés considèrent que les protéines issues de la fermentation de précision présentent un procédé plus abouti et une rentabilité économique plus probable, considérant les tensions actuelles sur le marché des protéines d'origine animale. En ce qui concerne la viande de culture cellulaire, l'avenir reste plus incertain, notamment en France, considérant les réticences affichées par la majorité des consommateurs, et les problèmes tant techniques qu'économiques qui restent à résoudre.

Dans ce contexte, la France et l'Europe ont un choix stratégique à faire : soit elles restent en retrait, au risque de perdre des parts de marché et des emplois au profit de pays plus avancés, soit elles accompagnent ces innovations de manière pragmatique, en ciblant les opportunités réalistes tout en préservant leurs filières traditionnelles. L'enjeu n'est pas d'opposer l'ancien et le nouveau, mais de construire un système alimentaire équilibré, capable de répondre aux défis environnementaux, économiques et sociétaux du XXIe siècle.

Le rapport propose trois recommandations principales :

- Soutenir les demandeurs auprès de l'EFSA pour la constitution des dossiers ;
- Encourager l'innovation puis l'industrialisation en France pour éviter la fuite technologique à l'étranger ;
- Engager sans attendre une réflexion interministérielle sur la position française de principe à adopter lors des futurs votes d'autorisation à Bruxelles.

Mots clés : Innovation, protéines, nouvel aliment, viande cellulaire, fermentation de précision

LISTE DES RECOMMANDATIONS

R1. Il serait judicieux de renforcer auprès des demandeurs la communication sur les mécanismes d'appui et de pré-soumission mis en place par l'EFSA pour les aider à constituer leur dossier de demande d'autorisation pour les nouveaux aliments innovants. Ces mécanismes pourraient être renforcés en s'inspirant de ceux développés par l'EMA pour les nouvelles thérapies.

R2. À l'heure où la souveraineté alimentaire et la réindustrialisation de la France sont des politiques publiques prioritaires, il conviendrait d'encourager et de soutenir au maximum les innovations considérées comme prometteuses afin d'éviter que celles-ci ne se délocalisent et ne se développent à l'étranger.

R3. Il convient d'organiser en amont du vote et sans tarder une réflexion interministérielle sur l'acceptation ou non de soutenir une demande d'autorisation de viande issue de la culture cellulaire en prenant en compte tous les tenants et les implications que cela représente.

1. INTRODUCTION

Ces dernières années, les réflexions sur le développement durable, sur la sécurité alimentaire tant aux niveaux national, européen que mondial, et plus généralement sur les systèmes alimentaires durable remettent en cause l'élevage des ruminants comme source de protéines dans l'alimentation humaine car ils émettent des gaz à effet de serre. Outre les recommandations nutritionnelles de baisse de la consommation de protéines d'origine animale, des considérations émergent de plus en plus fréquemment pour la recherche de sources de protéines alternatives et évitant l'abattage des animaux.

Au-delà de la diversification des sources de protéines dans l'alimentation et du simple remplacement des protéines animales par des protéines végétales, des recherches de nouveaux aliments se développent. Elles vont de la simple substitution par des produits d'origine végétale divers présentés comme de la viande (par exemple le steak de soja) à des innovations technologiques sur la transformation de protéines animales, voire la fabrication de protéines à partir de bactéries par la fermentation de précision ou encore la culture de cellules animales.

Ainsi, on voit émerger de nombreuses startups travaillant sur ces technologies de pointe, accompagnées de travaux de recherche scientifique qui alimentent des débats tant sur les aspects sanitaires et nutritionnels de ces aliments, que sur leur impact environnemental et leurs modèles économiques, que sur leur acceptation éthique et sociétale.

Dans ce contexte, le présent rapport a pour objectif de présenter une étude d'impact globale, afin d'appréhender la durabilité (au triple sens : environnemental, économique et sociétal) de ces nouveaux aliments technologiques. Pour cela, une analyse à 360° de la problématique sur l'ensemble des aspects sanitaire, nutritionnel, environnemental, financier, sociétal et réglementaire est réalisée. Une comparaison de la situation française avec celle d'autres pays, en particulier ceux qui sont les plus avancés dans le développement et la commercialisation de tels aliments technologiques (Singapour, les États-Unis d'Amérique, Israël, le Royaume-Uni, les Pays-Bas et l'Australie) complète cette analyse.

2. LA DIVERSITÉ DES ALTERNATIVES AUX PROTÉINES D'ORIGINE ANIMALE

Les modes alternatifs[1] de production de protéines pour l'alimentation humaine se situent à des degrés de maturité différents. Certaines technologies sont connues depuis longtemps, d'autres émergent.

Les perspectives de recours à de nouvelles sources de protéines dans l'alimentation humaine dépendent de très nombreux facteurs, notamment :

- la sécurité sanitaire qui exige le respect de normes et de procédures de mise sur le marché ;
- la capacité à répondre à la production de nourriture à un prix abordable ;

[1] Bolo, P., Bazin, A. Paris : Bureau de l'Assemblée Nationale et Bureau du Sénat. Rapport au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques sur Protéines et alimentation., 2025.181p.

- la levée de certaines barrières psychologiques ou pratiques qui empêchent le consommateur de transformer ses habitudes.

Il existe cinq sources de protéines alternatives aux protéines animales :

- les produits végétaux et champignons ;
- les algues ;
- les insectes ;
- les produits fabriqués par fermentation de précision,
- les aliments issus de la culture cellulaire portant différentes nominations : viande issue de culture cellulaire ou viande dite « artificielle », « viande in vitro », « viande cellulaire » ou « viande de culture ».

2.1. Les protéines d'origine végétale

Alors que la viande contient 20 à 25% de protéines, le lait et les œufs entre 8 et 12%, le fromage de l'ordre de 22% en fonction du mode de production, la teneur en protéines des produits végétaux est globalement plus faible que celle des produits animaux. Les fruits, les légumes, les champignons en contiennent des quantités minimes. Les légumineuses, les fruits secs oléagineux, certaines céréales ou certaines graines les plus riches n'atteignent pas le niveau des protéines animales. En outre, les quantités de protéines dans les aliments végétaux sont plus disparates dans chaque catégorie de végétaux que dans les produits carnés.

Les légumineuses, telles que les lentilles, pois chiches, haricots secs, pois cassés, fèves, sojas, petits pois, haricots verts, fèves, cacahuètes, font partie des végétaux ayant des teneurs en protéines les plus importantes. Elles sont, en outre, une source importante de fibres alimentaires solubles et insolubles, bénéfiques pour la régularité intestinale, la gestion de la glycémie et du cholestérol, et de la satiété. Elles sont, de plus, riches en minéraux et oligo-éléments et contiennent en quantité intéressante du fer, du magnésium, du potassium, du zinc, du phosphore et du calcium. Elles apportent des vitamines du groupe B, notamment B9, importante pour le métabolisme cellulaire et la prévention de certaines malformations. Cependant, il existe une exception pour la vitamine B12 essentielle pour la synthèse des globules rouges et le fonctionnement du système nerveux, qui n'est présente que dans les produits d'origine animale. Les légumineuses sont pauvres en lipides, elles ont un index glycémique de modéré à bas, du fait de leur richesse en fibres et en protéines. Elles entrainent une libération plus lente du glucose dans le sang en contribuant donc à une meilleure gestion de la glycémie. Enfin, elles renferment des antioxydants (polyphénols), des polystérols et d'autres composés bénéfiques pour la santé et la prévention de certaines maladies chroniques.

Toutefois, si l'on considère la qualité des protéines plus que leur quantité, les protéines d'origine animale présentent un avantage[2] par rapport aux protéines végétales en ayant des profils équilibrés en acides aminés. L'ensemble des protéines animales ont des valeurs biologiques (en nutriments et vitamines) élevées avec des profils en acides aminés qui couvrent les apports nutritionnels conseillés et souvent une meilleure biodisponibilité. Les protéines d'origine végétale présentent souvent certaines carences en acides aminés essentiels, car ces derniers sont présents en trop faible quantité par rapport à une protéine d'origine animale. La lysine est l'acide aminé le moins abondant dans les céréales et, d'une façon générale, ce sont les acides aminés sulfurés (méthionine

[2] https://www.inrae.fr/approchez-vous/proteines-animales-vegetales

et cystéine) qui constituent les acides aminés limitants dans les légumineuses. De même, pour la pomme de terre, ce sont la leucine et l'histidine qui sont limitantes.
La plupart des protéines végétales sont donc des protéines incomplètes, car elles ne comportent pas en quantité suffisante, et/ou accessible, un ou plusieurs acides aminés essentiels.

Pour se substituer à la viande, les industriels ont créé des aliments analogues végétaux, qui imitent le plus possible la viande tant au niveau nutritionnel que de la perception en bouche. D'où les dénominations[3] utilisées, telles que « viandes végétales » ou « steaks végétaux », dénominations considérées comme abusives, dans la mesure où, par définition réglementaire, la viande provient des muscles squelettiques d'un animal[4]. Des travaux de révision du règlement sur l'organisation commune des marchés sont en cours, afin d'encadrer l'emploi des termes relatifs à la « viande » (viande, saucisse, jambon …) dans les dénominations de produits composés de protéines végétales. La proposition vise à réserver l'utilisation de certaines dénominations pour les produits à base de viandes dans un souci de transparence à l'égard des consommateurs, mais aussi pour garantir une concurrence loyale entre les producteurs des différents secteurs. Concernant les dénominations pour les produits à base de viandes, le compromis reprend la liste de 29 termes proposés par la Commission dans le cadre de la révision de l'OCM pour la future PAC. Il ajoute les termes « steak » et « foie ». Le compromis prévoit également que ces termes ne peuvent pas être utilisés pour les produits issus de culture cellulaire. Les négociations entre le Parlement et le Conseil européens étaient toujours en cours au moment de la finalisation de ce rapport. Toutefois, dans certains cas, les analogues végétaux sont intéressants pour plusieurs raisons, notamment dans le cadre de régimes où le contenu en acides gras saturés doit être contrôlé ou apporter plus de fibres ou de certains micronutriments[5]. Afin de pallier les quantités limitées d'apport en certains acides aminés essentiels, il est important d'associer plusieurs sources végétales qui se complètent bien dans une même formulation. Une combinaison optimale mélangerait des céréales riches en protéines, telle que le blé, avec des produits à base de soja ; néanmoins, cela présente des limites, car un tel régime au quotidien ne suffit pas à couvrir tous les besoins, ou du moins les volumes de la ration alimentaire pour apporter les quantités requises en acides aminés essentiels seraient trop élevés, d'où l'idée de consommer davantage de concentrés protéiques[6].

À volume égal, les analogues végétaux fournissent globalement moins de protéines que les viandes, telles que la volaille, le porc, ou le bœuf. Ces produits contiennent entre 5 et 23g de protéines pour 100g de produit prêt à consommer alors que la volaille en contient entre 21 et 32g pour 100g et le bœuf entre 18 et 39g pour 100g.

2.2. Les algues

On distingue deux types d'algues alimentaires : les macroalgues et les microalgues.

[3] Règlement (UE) n°1308/2013 du parlement européen et du conseil du 17 décembre 2013 portant organisation commune des marchés des produits agricoles

[4] Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, (https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/TXT/?uri=CELEX%3A32011R1169)

[5] Walrand, S., Coxam, V., Rémond, D., Chardigny, J.M., Brossard, C., Denery, S., Dupont, D., 2013. Rechercher les qualités nutritionnelles des protéines d'origine végétale. Rencontres Salon international de l'agriculture (SIA)2013, Feb 2013, Paris, France (https://hal.inrae.fr/hal-02802159/document)

[6] Cayot, P., 2021 ; Substituts à la viande : formulations et analyse comparée (1/2). (https://institut-agro-dijon.hal.science/hal-03675326/document)

⇨ Les macroalgues

Organismes aquatiques, les algues se développent par photosynthèse dans l'eau, en utilisant le dioxyde de carbone, les sels minéraux, l'eau et la lumière de leur milieu.

Elles constituent une part importante de l'alimentation dans certains pays côtiers, comme le Japon. La production mondiale d'algues progresse depuis 30 ans et, selon les sources de la FAO, est de l'ordre de 35 millions de tonnes, dont la moitié produite en Chine[7], 310 000 tonnes en Europe et 70 000 tonnes en France.

En Europe, alors que les microalgues sont produites à terre dans des bassins d'algoculture, elles ne représentent que 1% du volume mondial produit. Les macroalgues qui représentent 99% du volume mondial sont, quant à elles, issues de la pêche embarquée, ou de récoltes sur les rives ou par ramassage de celles qui arrivent à terre, hormis dans les pays d'Asie, où l'algoculture est pratiquée dans des parcs réservés à cette culture.

L'alimentation humaine n'est pas le seul débouché des algues, même si elle en représente les trois quarts de leur usage. Les macroalgues peuvent être consommées sans transformation, comme des légumes, mais elles sont essentiellement utilisées comme épaississant ou gélifiant. Les autres utilisations des algues concernent l'alimentation animale, l'industrie cosmétique, la pharmacie ou encore les engrais. La France et l'Europe ne sont pas autosuffisantes et doivent importer plus du double de la quantité qu'elles utilisent.

D'un point de vue nutritionnel, elles concentrent des minéraux et oligo-éléments ; elles sont riches en vitamines, notamment en vitamine B12, et en acides gras polyinsaturés. Leur teneur en protéines est variable. Les algues brunes sont composées de 5 à 15% de protéines, les algues vertes peuvent être constituées de 20% de protéines et les algues rouges jusqu'à 40% de protéines. La plupart des algues contiennent tous les acides aminés essentiels et sont une source importante d'acides aminés acides (acide aspartique et acide glutamique). Cependant, la digestibilité des algues sous leur forme brute n'est pas toujours optimale et nécessite une transformation pour en tirer un maximum de bénéfices nutritionnels. La consommation d'algues aurait des effets bénéfiques sur la santé, notamment pour les maladies cardiovasculaires, mais une certaine vigilance est à considérer au regard de la teneur en iode et la capacité à retenir les métaux lourds, d'où des mesures de surveillance adaptées.

En 2018, un avis de l'Anses[8] déconseillait la consommation d'aliments ou de compléments alimentaires contenant des algues aux personnes présentant un dysfonctionnement thyroïdien, une cardiopathie, une insuffisance rénale, ou suivant un traitement avec un médicament contenant de l'iode ou du lithium pour ne pas dépasser les doses d'iode quotidiennes.

En 2020, un autre avis de l'Anses[9] soulignait les risques liés aux teneurs élevées en cadmium de certaines algues rouges et brunes destinées à la consommation humaine.

⇨ Les microalgues

Les microalgues désignent des organismes divers, en général de petites tailles, premiers maillons de la chaine alimentaire du milieu aquatique. À l'inverse des macroalgues, les microalgues ne sont

[7] https://www.ceva-algues.com

[8] https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0086.pdf

[9] https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2017SA0070.pdf

pas ramassées en mer ou sur le rivage. Pour les exploiter, il faut un processus contrôlé en eau douce, marine ou saumâtre, en bassin ou en photo-bioréacteur[10].

Bien qu'étant une cyanobactérie, la spiruline est classée parmi les microalgues et représente la principale catégorie produite en France depuis le début des années 2000.

L'intérêt alimentaire des spirulines tient à leurs teneurs en protéines de l'ordre de 60 à 70%, en vitamines B12, A, E, K, en acides gras essentiels, en acides aminés essentiels et en minéraux.

La production de spiruline en bassins nécessite assez peu d'eau, mais ne peut se faire que dans un environnement bénéficiant d'ensoleillement.

Outre les débouchés alimentaires, les microalgues font l'objet de recherches pour en faire une source de biocarburant ou encore de chimie organique. Le potentiel des microalgues est encore largement à découvrir et à exploiter.

Synthèse sur les algues

De façon plus générale, le potentiel de développement des algues comme sources de protéines dans l'alimentation est identifié tant au niveau européen qu'en France.

Dans une communication de novembre 2022, la Commission européenne indiquait que les algues marines peuvent potentiellement satisfaire la demande supplémentaire de biomasse de plus de 100 millions de tonnes prévue pour l'alimentation humaine au cours des vingt prochaines années. Une étude du Parlement européen sur les sources alternatives de protéines dans l'alimentation humaine et animale va dans le même sens, précisant que les algues pourraient contribuer encore plus à ce que représente la hausse de la demande en protéines projetée d'ici 2050. L'étude précise que les algues pourraient potentiellement remplacer jusqu'à un tiers du tourteau de soja des porcs et des volailles. De plus, le programme-cadre européen de recherche et d'innovation « Horizon Europe », qui s'étend de 2021 à 2027, ainsi que les fonds européens pour les affaires maritimes et la pêche, soutiennent plusieurs projets visant à promouvoir la culture d'algues et leur valorisation. Par exemple, le projet Alehoop[11] vise à extraire des protéines alimentaires abordables à partir de la biomasse d'algues et de plantes, puis à les incorporer dans des denrées alimentaires ou des produits pour animaux.

À l'échelle nationale, une feuille de route pour le développement des filières algues françaises a été établie par le Gouvernement début 2024 ; elle s'appuie sur le rapport du CGAAER relatif à la présentation et au développement de l'algoculture en France[12] et confirme la volonté de développer la production et la consommation d'algues.

2.3. La culture d'insectes

Les insectes sont consommés en alimentation humaine depuis longtemps dans plusieurs régions du monde, telles que l'Asie, l'Afrique et l'Amérique latine. La consommation d'insectes se serait perdue en France depuis la Renaissance.

[10] https://agriculture.gouv.fr/developpement-de-lalgoculture-en-france

[11] https://alehoop.eu/

[12] Kholler, D. Lavarde, F. Chaigneau, G. Rapport du CGAAER n°21125 : Présentation et développement de l'algoculture en France – CGAAER – juillet 2022, 109p

En 2013, dans un rapport publié par la FAO[13], les insectes sont reconnus comme une source additionnelle de protéines pour l'alimentation humaine. Ce rapport envisage le développement de la consommation d'insectes comme une voie intéressante de diversification des apports en protéines, tant en alimentation humaine qu'en alimentation animale.

Certains insectes ont en effet une valeur nutritionnelle élevée. Sur la base d'une étude scientifique qui compile les valeurs nutritionnelles de 236 insectes, le rapport de la FAO estime que « *de nombreux insectes comestibles fournissant des quantités satisfaisantes d'énergie et de protéines, et satisfaisant les besoins humains en acides aminés, sont riches en acides gras mono et polyinsaturés, ainsi qu'en micronutriments, tels que le cuivre, le fer, le magnésium, le manganèse, le phosphore, le sélénium et le zinc, ainsi qu'en vitamine riboflavine (B2), en acide pantothénique (B5), en biotine (B8), et en acide folique (B9) dans certains cas* ».

La production d'insectes reste limitée en France et en Europe. Seules quatre espèces sont autorisées dans l'Union européenne pour l'alimentation humaine : le grillon domestique (*Acheta domesticus*), le petit ténébrion meunier (*Alphitobius diaperinus*), le criquet migrateur (*Locusta migratoria*) et le ténébrion meunier jaune (*Tenebria molitor*). Sept espèces sont autorisées en alimentation animale, utilisées principalement sous forme de protéines animales transformées, c'est-à-dire de farines, pour nourrir les poissons d'élevage, les porcs et les volailles. En Europe, les quantités produites demeurent faibles : 500 tonnes destinées à l'alimentation humaine en 2019, 10 000 tonnes destinées à l'alimentation animale en 2022.

L'élevage d'insectes sert donc principalement à produire des farines en remplacement de celles issues de poissons et de tourteaux de soja en alimentation animale.

Le développement des protéines d'insectes en alimentation animale par rapport aux autres sources de protéines dépend cependant de paramètres économiques. Précisément, le remplacement de farines de poissons dans les élevages aquacoles par des farines d'insectes ne se fera que si le coût de production baisse (le prix de la farine d'insectes est aujourd'hui de 1 500 à 1 800 euros par tonne alors que le prix de la farine de poissons est de 1 000 à 1 200 euros la tonne).

Malgré l'échec économique de la startup française Ynsect, qui avait levé 600 millions de dollars, les investissements dans les protéines d'insectes continuent à affluer. Le problème des startups qui échouent dans ce secteur résiderait principalement dans leur incapacité à fournir les produits dérivés des insectes (farines, protéines, huile, etc.) en quantité suffisante et à un prix compétitif. Après une vague de faillites, on observe un phénomène inverse, soit un financement supérieur à 120 millions de dollars, notamment en Espagne, avec Tebrio (qui a levé 30 millions d'euros pour construire une usine d'une capacité de 100 000 tonnes par année), en France avec NextProtein (qui a levé 18 millions d'euros pour une usine en Tunisie de 12 000 tonnes par année) et en Finlande, avec Volare (qui a levé 26 millions d'euros en 2025).

2.4. La fermentation de précision

La fermentation est un processus ancien qui permet de produire des aliments (yaourts, tofu, …) ou des boissons (bières…). Elle se produit naturellement grâce à l'action de micro-organismes (bactéries, levures, champignons) qui par sécrétion d'enzymes transforment la matière organique avec laquelle ils sont en contact, dans des conditions dites anaérobies.

[13] Van Huis, A. Van Itterbeeck, J. Klunder, H. Mertens, E. Halloran, A. Muir, G. Vantomme, P. « Insectes comestibles, perspectives pour la sécurité alimentaire et l'alimentation animale » - Etude FAO Forêt - 2014, 171p

En parallèle, des techniques de fermentation de précision ont été développées en utilisant différentes catégories de micro-organismes génétiquement modifiés pour produire, dans un environnement et un milieu contrôlés, des protéines ou autres constituants cellulaires identiques à celles issues d'animaux.

La fermentation de précision se déroule principalement en cinq étapes : la fermentation de micro-organismes sélectionnés, la séparation de la biomasse, la purification, la concentration et le séchage, et enfin le contrôle qualité et la finalisation du produit à commercialiser.

La fermentation de précision permet de synthétiser de nombreuses catégories de molécules, comme des enzymes, des arômes …

2.5. Les aliments cellulaires

La culture de tissu vivant existe depuis plus d'un siècle avec des applications prioritairement en médecine régénérative. La première application dans le domaine alimentaire remonte à seulement 2013, aux Pays-Bas, avec la première présentation d'un « steak cultivé ».

La fabrication de la viande repose sur un procédé naturel de régénération des tissus musculaires. Les cellules responsables de ce processus ont été identifiées, prélevées, puis cultivées. Quatre types de cellules interagissent entre elles : fibres musculaires, vaisseaux sanguins, tissus adipeux et conjonctifs pour créer un tissu musculaire semblable à celui d'un animal.

La fabrication d'un aliment cellulaire est plus complexe qu'une fermentation de précision, et consiste en quatre étapes essentielles :

- *Étape 1* : elle consiste dans la sélection et le prélèvement de cellules sources animales ;
- *Étape 2* : elle concerne la production avec la prolifération de cellules dans un environnement de culture contrôlé stérile, et la différenciation. Le tout se déroule dans un milieu de culture au sein d'un bioréacteur ;
- *Étape 3* : il s'agit de la récolte du produit à la sortie du bioréacteur. Ainsi que le précisait, le président-directeur général d'Aleph farms lors d'un entretien avec la mission, un bioréacteur de 200 litres, permet d'obtenir en trois semaines 30 kg ;
- *Étape 4 :* la transformation et la formulation du produit.

À noter que, pour les startups Aleph Farms[14] et Suprême (fusion de Gourmey et Vital Meat), la viande de culture ne doit pas se substituer à la viande conventionnelle. Elles considèrent que la viande de culture devrait plutôt être positionnée comme un produit de diversification à part entière et présentée comme un nouveau produit pour le consommateur avec un ensemble d'attributs spécifiques. En cela, la culture cellulaire constituerait davantage un complément qu'une alternative à la viande traditionnelle.

Dans la suite de ce rapport, la mission s'est focalisée sur les aliments issus des biotechnologies que sont les produits de fermentation de précision et les aliments cellulaires, les autres sources de protéines alternatives aux protéines animales ayant déjà fait l'objet d'étude dans d'autres missions du CGAAER.

[14] Vitard, A. Pour la startup aleph farms, « la viande de culture » ne doit pas se substituer à la viande conventionnelle. (https://www.usine-digitale.fr/article/pour-la-startup-aleph-farms-la-viande-de-culture-ne-doit-pas-se-substituer-a-la-viande-conventionnelle.N927759)

3. ENCADREMENT RÉGLEMENTAIRE ET NORMATIF DES NOUVEAUX ALIMENTS

3.1. Réglementation européenne

3.1.1. Introduction

Le règlement (UE) 2015/2283 relatif aux nouveaux aliments établit les règles relatives à la mise sur le marché de l'Union européenne des nouveaux aliments. L'objectif principal de ce règlement est d'assurer le bon fonctionnement du marché intérieur tout en garantissant un niveau élevé de protection de la santé humaine et des intérêts des consommateurs.

3.1.2. Définition des « Nouveaux Aliments »

Le règlement définit un nouvel aliment comme toute denrée alimentaire dont la consommation humaine était négligeable au sein de l'Union européenne avant le 15 mai 1997, indépendamment de la date d'adhésion des États membres.

Cette définition englobe plusieurs catégories, notamment :

- *« Les denrées alimentaires composées, isolées ou produites à partir de cultures cellulaires ou tissulaires dérivées d'animaux, de végétaux, de micro-organismes, de champignons ou d'algues ;*
- *Les denrées alimentaires résultant d'un procédé de production non utilisé dans l'Union avant le 15 mai 1997 et entraînant des modifications significatives dans la composition ou la structure de la denrée ; … »*

Le règlement ne s'applique pas aux aliments génétiquement modifiés ni aux denrées alimentaires utilisées comme enzymes, additifs, arômes ou solvants d'extraction, dans la mesure où ils sont couverts par d'autres réglementations spécifiques. Les aliments produits par un processus de fermentation de précision à partir de bactéries ou de levures génétiquement modifiées ne relèvent pas de la réglementation relative aux OGM, mais bien du règlement « Nouveaux Aliments » dès lors qu'ils ne contiennent plus de traces d'OGM.

3.1.3. Procédure d'autorisation des nouveaux aliments

L'article 7 du règlement 2015/2283 définit les exigences générales à la mise sur le marché, notamment :

- *une absence de risque en matière de sécurité pour la santé humaine compte tenu des données scientifiques disponibles ;*
- *une absence d'induction en erreur du consommateur si l'aliment est destiné à remplacer un autre avec une modification importante à la valeur nutritionnelle ;*
- *s'il est destiné à remplacer un autre aliment, sa composition ne doit pas différer de façon désavantageuse pour le consommateur sur le plan nutritionnel.*

La demande d'autorisation est constituée d'un dossier comprenant des informations sur le demandeur, la description du nouvel aliment, le procédé de fabrication, la composition détaillée. Le dossier doit apporter les preuves scientifiques démontrant que le nouvel aliment ne présente pas de risque en matière de sécurité pour la santé humaine, il doit proposer un nom et les conditions d'utilisation ainsi que les exigences spécifiques en matière d'étiquetage.

La Commission peut solliciter un avis auprès de l'autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA) sur le risque pour la santé humaine.

L'EFSA rend son avis dans un délai de neuf mois à compter de la réception d'une demande valide. Ce délai peut être prolongé si l'EFSA demande des informations complémentaires au demandeur. L'évaluation est conduite par le panel « Nutrition, nouveaux aliments et allergènes » selon des lignes directrices[15]. Les demandeurs reprochent à l'EFSA un manque d'interactions possibles en amont du dépôt de dossier. Cela amène à de nombreux arrêts dans la procédure d'évaluation afin de compléter le dossier et de répondre aux questions de l'EFSA. Les délais sont ainsi parfois fortement allongés, contrairement à d'autres pays où les agences d'évaluation accompagnent mieux les demandeurs pour expliciter leurs attentes. Des procédés de pré-soumission des dossiers auprès de l'EFSA existent, mais ne semblent pas connus de la part des demandeurs interrogés. Dans l'Union européenne, dans le domaine des médicaments en matière d'innovation et de nouvelles thérapies, les demandeurs peuvent effectuer une pré-soumission de leur dossier qui consiste en des réunions avec les évaluateurs de l'EMA afin de déterminer la pertinence et le meilleur format des études à déposer dans la demande d'autorisation de mise sur le marché[16]. Cela permet de gagner en efficience et en temps d'instruction. Ce problème a été évoqué dans une note des autorités françaises adressée à la Commission européenne le 26 septembre 2025, toutefois la similitude avec les procédures existantes auprès de l'EMA n'a pas été évoquée, ce qui pourrait être une piste constructive.

La procédure d'autorisation est lancée à l'initiative de la Commission européenne ou à la suite d'une demande introduite par un demandeur. La Commission met toutes les informations (dossier de demande, avis de l'EFSA…) à la disposition des États membres sur une plateforme et publie un résumé. En France, c'est le bureau des établissements et produits des industries alimentaires spécialisées (BEPIAS) à la DGAL qui a accès à cette plateforme. Étant donné les nombreux dossiers, le BEPIAS n'effectue pas de veilles particulières lors du dépôt de nouveaux dossiers, d'autant qu'une phase d'échanges entre la Commission européenne et les États membres est prévue en amont du vote, comme détaillé ci-après.

Dans un délai de sept mois après la publication de l'avis de l'EFSA, la Commission présente un projet d'acte d'exécution autorisant la mise sur le marché du nouvel aliment et mettant à jour la liste, le cas échéant, des nouveaux aliments de l'Union européenne. De plus, le projet d'acte doit répondre aux exigences énoncées à l'article 12 du règlement (UE) 2015/2283. Il doit également respecter l'ensemble des autres réglementations européennes, comme celles relatives à l'information du consommateur (règlement n°1169/2011), aux normes de commercialisation (règlement n°1308/2013), ou encore aux règles d'hygiène des denrées (règlement n°853/2004). L'EFSA propose dans son avis un projet d'acte d'exécution avec les conditions d'usage et les exigences en matière d'étiquetage spécifique.

Dans l'élaboration de son acte, la Commission peut prendre en compte « *tout autre facteur légitime pour la demande considérée* » (conformément au point d du 1 de l'article 12 du règlement « Nouveaux Aliments »). Avant d'être soumis aux États membres pour avis, puis voté, le projet d'acte, élaboré par la direction générale de la santé et de la sécurité alimentaire, est soumis également aux autres directions générales de la Commission qui peuvent apporter des modifications, notamment sur les mentions à faire figurer sur l'étiquetage.

Le projet est ensuite soumis au vote à la majorité qualifiée selon la procédure d'examen (définie à l'article 5 du règlement n°182/2011[17]) après avis du comité permanent des végétaux, des denrées

[15] Guidance on the scientific requirements for an application for authorization of a novel food in the context of regulation (EU) 2015/2283.

[16] https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory-overview/support-early-access

[17] Règlement (UE) no 182/2011 du Parlement Européen et du Conseil du 16 février 2011 établissant les règles et principes généraux relatifs aux modalités de contrôle par les États membres de l'exercice des compétences d'exécution par la Commission

alimentaires et de l'alimentation animale (CPVADAAA) « Novel Food et Tox » où la France est représentée par le bureau BEPIAS pour les autorisations de nouveaux aliments. La DGAL ne saisit pas l'Anses sur ces dossiers pour élaborer la position de vote de la France, qui sera validée par le SGAE, voire par le cabinet du Premier ministre, s'agissant d'une procédure totalement centralisée au niveau européen.

Les États membres ont ainsi la possibilité d'apporter des amendements ou de s'opposer à l'adoption de l'acte au regard de « *tout autre facteur légitime* », telles que des raisons de préoccupations environnementales, ou de nature éthique, ou culturelle. Il convient alors d'obtenir une minorité de blocage pour s'opposer à l'adoption du texte. Il est probable que ce débat aura lieu lorsqu'on soumettra au vote, le 1er acte d'exécution pour l'inscription sur la liste des nouveaux aliments d'un produit issu de la culture cellulaire, compte tenu de la position déjà prise par certains États membres. C'est le cas de l'Italie, la France et l'Autriche, qui, lors de la réunion du Conseil agricole du 18 janvier 2024, ont présenté une note de position contre le développement de la production de viande cultivée en laboratoire. Cette note avait reçu le soutien des délégations chypriote, grecque, hongroise, luxembourgeoise, lituanienne, maltaise, roumaine, tchèque et slovaque (voir annexe 8).

Jusqu'à maintenant, il n'y a jamais eu d'opposition de la part des États membres à l'autorisation d'un produit. Cependant, l'inscription sur la liste des premiers aliments à base de protéines d'insectes avait été l'occasion de nombreux échanges, et conduit à l'obligation de mettre des indications spécifiques et bien visibles sur l'étiquetage pour assurer la bonne information des consommateurs sur la présence de ces ingrédients.

En ce qui concerne la fermentation de précision, 20 produits ont déjà été autorisés, dont 18 sont des oligosaccharides de lait maternel de substitution. Aucun produit à base de viande cellulaire n'a encore fait l'objet d'une autorisation. Un produit d'une société française, biomasse cellulaire de canard de la société Suprême (Gourmey/Vital Meat), est en cours d'évaluation à l'EFSA. Un produit à base de culture cellulaire végétale a été autorisé en décembre 2023 : il s'agit d'une biomasse de culture cellulaire de pomme PhyoCellTec® de la société Mibelle Biochemistry pour un usage dans des compléments alimentaires.

Liste de l'Union européenne des nouveaux aliments autorisés

Seuls les nouveaux aliments autorisés et inscrits sur une liste de l'Union européenne peuvent être mis sur le marché intérieur.

La Commission met à jour le règlement d'exécution (UE) 2017/2470, qui constitue la liste des nouveaux aliments après chaque autorisation adoptée.

La liste comprend deux tableaux ; le tableau 1 définit notamment :

- les conditions d'utilisation, y compris les prescriptions nécessaires pour éviter des effets néfastes sur certains groupes de population, le dépassement des niveaux de consommation maximaux et les risques en cas de consommation excessive ;
- les exigences spécifiques en matière d'étiquetage supplémentaire pour informer le consommateur des caractéristiques ou propriétés spécifiques de l'aliment qui le rendent non équivalent à un aliment existant ou de ses répercussions sur la santé de certains groupes de population ;

et le tableau 2 définit les spécifications, la description du produit et sa composition.

Protection des données

Un demandeur peut solliciter la protection des données scientifiques nouvellement établies ou des données scientifiques fournies à l'appui de sa demande pour une période de cinq ans à compter de la date d'autorisation. Si elle est accordée, l'inscription du nouvel aliment sur la liste de l'Union

européenne mentionne alors la protection des données et sa date d'expiration. Le renouvellement de la protection n'est pas autorisé.

Obligations d'informations complémentaires post-commercialisation

Tout exploitant du secteur alimentaire ayant mis un nouvel aliment sur le marché doit informer immédiatement la Commission de toute nouvelle information scientifique ou technique susceptible d'influencer l'évaluation de la sécurité de l'utilisation du nouvel aliment, ainsi que de toute interdiction ou restriction imposée par un pays tiers où le nouvel aliment est commercialisé. La Commission peut également imposer des exigences en matière de surveillance consécutive à la mise sur le marché pour des raisons de sécurité alimentaire, en tenant compte de l'avis de l'EFSA.

Importations

Les importations sont soumises aux mêmes règles et doivent le cas échéant, faire l'objet d'une demande d'autorisation de mise sur le marché préalable à leur commercialisation dans l'Union européenne.

Cas particulier de l'Italie et la France

Au niveau national, l'Italie, pour sa part, a adopté en 2023 une loi interdisant toute commercialisation de viande cultivée. La France a, de même, adopté en avril 2024 la loi n° 2024-317 qui modifie l'article L. 230-5 du code rural et de la pêche maritime et prévoit notamment « *l'exclusion des 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* » en restauration collective.

3.2. Réglementation des nouveaux aliments à travers le monde

Avec l'émergence et le développement mondial de nouveaux aliments issus de nouvelles technologies, plusieurs pays s'interrogent sur leurs conditions de commercialisation. La plupart évaluent les risques liés aux aliments issus de la culture cellulaire ou de la biotechnologie dans le cadre des réglementations existantes sur les nouveaux aliments.

Ces autorisations nécessitent le plus souvent une évaluation de la sécurité sanitaire des aliments, une évaluation environnementale, voire d'autres évaluations socio-économiques, réalisées par les autorités compétentes.

Dans la plupart des pays, l'étiquetage des produits alimentaires cultivés à base de cellule doit être clair, compréhensible et non trompeur pour le consommateur afin de les distinguer clairement des produits similaires issus des animaux. Certains pays restreignent l'usage du mot « viande » en rapport avec ces aliments, ou l'interdisent carrément.

D'autres textes réglementaires sur l'environnement, la protection et le bien-être des animaux ou encore d'ordre religieux peuvent venir compléter le corpus réglementaire de ces produits.

En ce qui concerne la législation relative aux religions, la viande cellulaire ne nécessite pas l'abattage d'animaux pour prélever des cellules et peut être considérée comme exempte de tout lien rituel, halal, casher ou jhatka (en Inde). Cependant, des débats ont lieu autour des cellules souches. De même, il faut prendre en considération éventuellement le milieu de culture des cellules selon sa composition et son origine (sérum de veau fœtal, par exemple). Il n'y a pas de consensus à l'heure actuelle, mais certains rabbins et certains érudits musulmans autorisent la consommation de viande cellulaire.

Plusieurs pays, comme Singapour, l'Australie et la Nouvelle-Zélande, les États-Unis d'Amérique, Israël, le Canada et le Japon ont déjà adopté des réglementations spécifiques, voire autorisé la mise sur le marché de ces produits (pour plus de précisions, voir l'annexe 6).

À l'opposé, certains états des États-Unis d'Amérique ont adopté des lois pour interdire la commercialisation ou la fabrication de tels produits.

C'est le cas, par exemple, de l'Alabama, la Floride, la Louisiane et le Montana. L'Indiana, quant à lui, a adopté un moratoire dans le même sens pour deux ans le 6 mai 2025. D'autres états ont adopté des mesures pour contrôler l'étiquetage de ces produits : l'Iowa, le Tennessee, l'Arkansas…

Au regard de ces évolutions, des interrogations et des débats qui émergent pour aller vers une normalisation internationale, le sujet de la viande cellulaire ou des aliments biotechnologiques s'est invité à la table des discussions de la 44ème Commission du Codex alimentarius en 2021.

3.3. Normalisation internationale

3.3.1. Au niveau des organes onusiens

La FAO

L'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et l'Organisation mondiale de la santé (OMS) se sont mobilisées en faveur des nouveaux aliments issus des biotechnologies, car ils représentent une source de production de protéines alternatives à l'élevage et peuvent être une réponse au problème de sécurité alimentaire afin de nourrir la population mondiale.

Ainsi, la FAO organise des réunions avec des parties prenantes gouvernementales et privées afin d'échanger sur le commerce et la réglementation de l'alimentation à base de cellules et de la fermentation de précision, en mettant l'accent sur la sécurité alimentaire dans les derniers développements des technologies et des techniques. Trois réunions ont ainsi été organisées, la première à Tel-Aviv (Israël) en septembre 2022, la deuxième à Shanghaï (Chine) en novembre 2023 et la troisième à Toronto (Canada) en octobre 2024. Plusieurs rapports sur l'analyse de risque relative à ces produits ont été publiés.

Le Codex Alimentarius

La question des nouvelles sources alimentaires et des nouveaux systèmes de production (NFPS) a été soulevée pour la première fois en 2021, puis le sujet a été examiné par ses organes subsidiaires, tels que le comité exécutif (CCEXEC). Plusieurs lettres circulaires ont mis en avant l'absence de consensus. La 46ème CAC a considéré que les mécanismes actuels du Codex permettaient de traiter ces questions.

Singapour propose ainsi de travailler sur :

- des lignes directrices pour l'évaluation de la sécurité des composants et des milieux de culture cellulaire, qui seraient étudiées au comité des additifs alimentaires (CCFA), car ces substances sont considérées comme des auxiliaires technologiques ;
- des guides de bonnes pratiques d'hygiène pour la fabrication des aliments à base de cellules qui seraient étudiés au comité de l'hygiène alimentaire (CCFH) – sujet abordé au 55ème CCFH de décembre 2025 en association avec la Chine, la République de Corée, l'Arabie saoudite et le Royaume-Uni pour le lancement d'un groupe de travail.

Un groupe de travail électronique sur les travaux validés au CCFA a été lancé. L'Irlande, la Belgique, l'Italie et la Commission européenne participent aux travaux.

Pour sa part, l'Union européenne souhaite que la priorité soit donnée aux travaux du Codex qui soutiennent l'élaboration de cadres réglementaires nationaux sur les NFPS (tels que le cadre européen), plutôt qu'aux travaux sur les normes relatives à des produits spécifiques, tels que la viande cellulaire. Elle préfèrerait ainsi une approche plus globale pilotée par le Comité du Codex des principes généraux (CCGP) présidé par la France. L'UE espère que ce point sera tranché lors

de la prochaine CAC à Genève en juillet 2026, ce qui permettrait un démarrage des travaux lors du prochain CCGP en France en mars 2027.

3.3.2. L'approche de l'organisation internationale de standardisation (ISO)

Au niveau de l'ISO, le comité technique TC 34, dont le secrétariat et la présidence sont assurés par la France, a en charge les travaux de normalisation dans le domaine des produits pour l'alimentation humaine et animale. Le comité n'a pas souhaité, à ce jour, travailler sur la viande cellulaire et la fermentation de précision.

Cependant, un groupe de travail piloté par Israël travaille sur un projet de norme relatif aux "*Principles for production of cell cultured food products*"[18], tandis que la Chine a proposé la mise en place d'un groupe de réflexion (ad' hoc group) sur la viande cellulaire.

4. PROCESSUS DE FABRICATION ET VOLET SANITAIRE

La fabrication de la viande cellulaire et les processus de fermentation de précision sont des technologies émergentes de production de protéines alternatives, chacune ayant ses propres modalités et ses points de vigilance en matière de risques sanitaires.

Ces productions de haute technologie s'effectuent en bioréacteurs, milieux clos, selon des techniques éprouvées de longue date, notamment par l'industrie pharmaceutique. Ainsi, si ces méthodes de production peuvent apparaitre plus sûres que la viande naturelle, par exemple, car mises en œuvre dans des milieux totalement contrôlés, l'analyse des process met en avant cependant un certain nombre de risques qu'il convient de maîtriser.

4.1. Les modalités de fabrication

4.1.1. La viande cellulaire[19][20]

La production d'aliments issus de cultures cellulaires consiste à cultiver des cellules d'origine animale *in vitro* pour former des produits finis qui se veulent assimilables à de la viande de bœuf, de volaille ou des produits aquatiques (poissons, crustacés, céphalopodes…).

Ce procédé s'inspire de l'ingénierie tissulaire et comporte généralement quatre étapes principales pour l'identification des dangers sanitaires potentiels.

1- Origine et prélèvement des cellules

Des cellules sont prélevées à partir d'un animal vivant par biopsie ou sur des animaux abattus. Les cellules peuvent provenir de différentes espèces animales (bovine, ovine, volaille, poissons, crustacés…) et être de différents types (cellules musculaires, adipeuses ou cellules souches non différenciées). Ces cellules sont ensuite isolées et stockées dans des banques de cellules. L'intérêt de recourir à des cellules souches permet de pouvoir les différencier en tous types de cellules et de disposer de lignées autorenouvelables. Pour faciliter la production à grande échelle, les cellules peuvent être "immortalisées" (lignées cellulaires). Le statut sanitaire et la traçabilité de l'animal et du troupeau sont des éléments clefs à maitriser pour garantir la qualité sanitaire des cellules. S'agissant

[18] ISO/CD 25351 - Principles for production of cell cultured food products - https://www.iso.org/standard/90009.html

19 Food safety aspects of cell-based food – FAO – OMS – 2023

20 Quesne, A. Agriculture cellulaire : les enjeux juridiques et éthiques de l'alimentation de demain – Livre Blanc – Clinique juridique « One Health » - 2022.

de cellules musculaires, le risque de transmission de prions, agent responsable de l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) ou d'autres maladies du genre, peut être écarté.

2- Production (prolifération et différenciation)

Les cellules sont placées dans des bioréacteurs sous conditions contrôlées (température, pH, CO2, oxygène…) dans des conditions stériles. Elles sont "nourries" par un milieu de culture riche en nutriments, acides aminés, protéines et facteurs de croissance/hormones pour encourager leur prolifération et leur différenciation en tissus musculaires, adipeux et autres. Pour former des produits structurés (comme des steaks), des échafaudages (souvent à base de matériaux comestibles, comme la cellulose ou l'alginate) sont utilisés comme support tridimensionnel.

De même, les constituants des « échafaudages » peuvent introduire des sources de contamination si leur composition et leur production ne sont pas maitrisées et contrôlées.

3- Récolte

Une fois que les cellules ont atteint la densité et la différenciation souhaitées, elles sont collectées par des méthodes telles que la centrifugation ou la filtration.

4- Transformation et formulation

Lorsque les cellules ne sont pas cultivées sur des échafaudages et récoltées en masse, elles peuvent être mises en forme par diverses techniques, comme l'extrusion ou l'impression 3D (en trois dimensions) qui permettent de structurer le produit final et lui donner l'apparence désirée.

Les cellules récoltées constituent un ingrédient et elles sont ensuite mélangées avec d'autres ingrédients, parfois des protéines végétales, des graisses, des additifs, tels que des exhausteurs de goût ou des colorants, des vitamines, telles que la vitamine B12…, pour constituer l'aliment final qui sera commercialisé. D'une part, cela permet d'obtenir l'apparence, la texture et le goût du produit carné conventionnel, d'autre part, cela permet d'atteindre une qualité nutritionnelle équivalente à celle de la viande ; condition importante pour la délivrance d'une autorisation de mise sur le marché dans l'Union européenne.

Le produit final peut ainsi s'apparenter et répondre à la définition des produits industriels agroalimentaires dits ultra-transformés pour lesquels de nombreux débats existent quant à leur innocuité.

4.1.2. La fermentation de précision (FP)[21]

Les progrès récents en biotechnologie ont ouvert la voie à de nouvelles applications de la FP. Alors que la fermentation traditionnelle et la fermentation de biomasse reposent respectivement sur la croissance et le métabolisme microbiens pour la transformation des aliments ou la production de biomasse à grande échelle, la fermentation de précision utilise des micro-organismes génétiquement modifiés comme « usines cellulaires » pour la production ciblée d'ingrédients alimentaires.

La FP est un domaine de l'agriculture cellulaire qui utilise des micro-organismes génétiquement modifiés (OGM), comme des levures ou des bactéries dans des systèmes de production contrôlés par des bioréacteurs. L'objectif est de produire des molécules organiques complexes spécifiques, telles que des protéines (lactosérum, caséine, collagène), des enzymes (présure) ou des facteurs de croissance.

21 Cell-based food and precision fermentation : products, safety and the future role – stakeholder roundtable meting report – Shanghai, China – FAO – 6 November 2023 ;

Le processus typique de FP comprend cinq étapes principales :

1. **Fermentation en amont :** les micro-organismes sélectionnés sont cultivés à haute densité pour produire la protéine ciblée dans des bioréacteurs selon des conditions similaires à celles de la viande cellulaire ;
2. **Séparation de la biomasse :** les cellules microbiennes sont séparées du milieu de fermentation (souvent par centrifugation) ;
3. **Purification :** le liquide contenant le produit est clarifié et purifié par filtration pour éliminer les cellules microbiennes et les impuretés, assurant un produit final sans micro-organismes vivants ;
4. **Concentration et séchage :** le produit est concentré et séché (par exemple, par atomisation) ;
5. **Contrôle qualité et emballage :** le produit final est soumis à des tests microbiologiques et emballé.

Les startups françaises actuellement à la pointe de ces développements (Standing Ovation, Verley, Nutropy) travaillent activement sur des procédés respectueux du développement durable. Ils ont mis au point des procédés économes en eau (recyclage et traitement des eaux usées) et cherchent à utiliser des sous-produits issus de l'agriculture pour enrichir leurs milieux de culture (lactosérum issu de laiteries, par exemple).

4.2. Les risques sanitaires[22]

L'évaluation des aliments cellulaires et de la FP met en évidence de nombreux risques sanitaires qui sont déjà connus pour les aliments conventionnels (par exemple, la contamination microbiologique). Cependant, les plans de sécurité sanitaire doivent accorder une attention particulière aux matériaux, aux intrants, aux ingrédients et aux équipements qui sont spécifiques à ces nouvelles méthodes de production.

4.2.1. Risques chimiques et résidus

Résidus de milieu de culture et d'intrants : Le milieu de culture de la viande cellulaire ou de la FP peut contenir des résidus de produits chimiques dangereux (stéroïdes, tensioactifs, agents anti-moussants).

Le risque réside dans le fait que ces résidus ne soient pas dégradés ou éliminés lors des étapes de lavage et de transformation, et qu'ils demeurent dans le produit final à des concentrations toxiques ou allergéniques.

Facteurs de croissance et hormones : La culture cellulaire nécessite l'ajout de facteurs de croissance et, potentiellement, d'hormones (comme l'insuline), dont des traces pourraient se retrouver dans l'aliment. Ces substances pourraient avoir un impact sur la santé humaine si elles sont ingérées en quantité suffisante, bien que les concentrations doivent être comparées avec celles présentes dans la viande.

Antimicrobiens : la croissance des cellules ou des bactéries nécessite un milieu stérile non contaminé par des bactéries opportunistes. Certains procédés utilisent l'addition d'antimicrobiens et la question de résidus ou des risques de développement et de transmission de gènes de résistance pourraient se poser. Cependant, dans les procédés des entreprises visitées, la stérilité est assurée, soit par une stérilisation en autoclave de tous les intrants du milieu de culture, soit par le recours à une filtration stérilisante, procédé bien connu et utilisé dans l'industrie pharmaceutique.

22 Alfonso, A. Gelbmann, W. Cell culture-derived foods and food ingredients – EFSA scientific colloquium 27 – Feb 2024

Sérum de veau fœtal : Initialement utilisé comme un facteur de croissance, il a fait l'objet de recherches poussées afin de trouver des substituts, pour des raisons tant de protection animale et éthiques (conditions de production) que sanitaires (transmission d'agents pathogènes, comme des virus ou des prions). Toutefois, la composition de ces milieux nutritifs de substitution, pouvant renfermer des hormones, voire parfois des antibiotiques, constitue un point d'attention dans l'évaluation du risque du produit final et leur remplacement soulève des questions sur la sécurité sanitaire des nouvelles substances utilisées.

Contaminants de procédé : Des contaminants chimiques, tels que les métaux lourds ou les microplastiques, peuvent être introduits par l'eau, l'air, les ingrédients, les équipements ou les matériaux d'emballage (comme le plastique des bioréacteurs) et s'accumuler dans le produit final.

Matériaux de structure : Les échafaudages, qui sont des matériaux de structure, peuvent présenter des risques chimiques, notamment par la migration de monomères, si des polymères sont utilisés, ou par la présence de résidus de stérilisation pour les échafaudages réutilisables.

4.2.2. Risques biologiques et stabilité génétique

Contamination microbiologique : Le risque d'introduction de pathogènes (bactéries, virus, parasites, prions) peut survenir lors de la collecte des cellules (biopsie), ou via les intrants. Bien que la contamination pendant la phase de croissance soit censée inhiber la croissance cellulaire, la contamination post-récolte reste un risque éventuel.

Instabilité génétique et mutations : La prolifération cellulaire massive des lignées peut entraîner une dérive génétique ou une instabilité génomique (telle que des réarrangements majeurs), augmentant l'expression de toxines endogènes ou d'allergènes ou l'apparition de substances nouvelles potentiellement dangereuses.

Utilisation d'OGM : La FP utilise des OGM. L'évaluation de la sécurité de ces produits doit être menée pour s'assurer qu'ils n'introduisent pas de nouvelles protéines toxiques ou allergéniques. Les produits issus de ces cultures ne sont pas considérés règlementairement comme des OGM, car les bactéries productrices qui sont des OGM sont éliminées lors de la récolte du produit. La preuve d'absence de résidus de ces OGM et des risques de leur dissémination doit être apportée dans les dossiers de demandes d'autorisation.

4.2.3. Risques allergéniques

Allergènes intrinsèques : Les produits cellulaires ou de FP peuvent contenir des allergènes de l'espèce animale ou microbienne dont ils sont dérivés, nécessitant un étiquetage clair (cf. certains poissons ou crustacés).

Nouveaux allergènes : L'utilisation de nouveaux intrants (médias végétaux, nouveaux facteurs de croissance), ou l'expression de nouvelles protéines due à des modifications génétiques peut introduire de nouveaux allergènes non traditionnels.

4.3. Les propriétés nutritionnelles et organoleptiques

La question de la qualité nutritionnelle et des propriétés organoleptiques (goût, texture, odeur) de la viande cellulaire reste l'un des principaux défis de cette technologie, car elle ne dispose pas encore de données de production à grande échelle ni de recul suffisant sur la consommation humaine.

4.3.1. Des propriétés nutritionnelles quasiment équivalentes

La composition nutritionnelle de la viande cellulaire dépend étroitement du type de cellules, du milieu de culture utilisé et du degré de différenciation cellulaire atteint lors du processus. Pour être

compétitive (et être autorisée), la viande cellulaire se doit de fournir une haute teneur en protéines avec des acides aminés essentiels au moins à la hauteur de la viande naturelle.

Le processus de fabrication in vitro permet la coculture de divers types de cellules et la composition peut être ajustée pour améliorer le contenu en graisse. Ainsi, les industriels affirment qu'il est possible de créer un produit plus sain que la viande conventionnelle en ajustant le profil des graisses, par exemple en remplaçant les acides gras saturés par des oméga-3[23]. De même, certains acides aminés spécifiques peuvent faire l'objet d'apports complémentaires dans les milieux de culture des cellules.

Sans fortification spécifique, la viande cellulaire pourrait manquer de micronutriments essentiels naturellement présents dans la viande, tels que le fer, le zinc et la vitamine B12. Aucune alternative en dehors de la supplémentation n'a pu encore être mise au point par des procédés de fabrication spécifique, la vitamine B12 et le fer sous forme hémique n'étant disponible que dans les produits animaux.

Même si ces nutriments sont ajoutés au milieu de culture, il n'est pas certain qu'ils soient absorbés de la même manière par l'organisme humain que lorsqu'ils sont présents dans la matrice complexe du muscle animal. Il y a donc une incertitude sur leur biodisponibilité.

Dans le cadre de l'instruction de la demande d'AMM, il revient à l'EFSA d'évaluer si la consommation de ces produits ne serait pas d'un point de vue nutritionnel désavantageuse pour le consommateur par rapport à la viande qu'ils entendent remplacer.

4.3.2. Les propriétés organoleptiques : l'enjeu du "vrai" goût

Sur le plan sensoriel, la viande cellulaire peine encore à reproduire la complexité d'une pièce de viande entière issue de l'élevage. Le goût et la texture de la viande « naturelle » varient énormément selon un certain nombre de facteurs liés pour une part à l'espèce animale (bovin, ovin, porc, volaille), mais aussi à la pièce de viande. Le goût entre un filet et un paleron de bœuf est totalement différent du fait de la composition variable de ces différentes pièces de viande : les pourcentages de muscle, de graisse, de tissus conjonctifs…, ainsi que leur répartition dans la matrice alimentaire entre autres facteurs, impactent grandement les propriétés organoleptiques.

La technologie actuelle produit principalement des fibres musculaires isolées et n'arrive pas encore à reproduire harmonieusement les réseaux de vaisseaux sanguins, les nerfs et surtout les tissus conjonctifs qui donnent à la viande sa texture caractéristique.

Contrairement au muscle animal qui se transforme en viande par le phénomène de maturation (qui correspond à un ensemble de processus biochimiques post-mortem), la viande cellulaire ne subit pas ces étapes essentielles au développement de la flaveur. Par ailleurs, un changement des composants lipidiques augmenterait le phénomène de rancissement, pouvant aboutir à un goût âcre et désagréable pour le consommateur. Dans la viande naturelle, ce phénomène de rancissement est atténué par la présence naturelle d'antioxydants.

Pour compenser ces manques de goût et de texture, les industriels utilisent souvent de nombreux additifs, liants et assaisonnements (jus de betterave, chapelure, épices) afin d'approcher l'expérience sensorielle de la viande. De surcroit, sans l'ajout artificiel de myoglobine ou de colorants, le produit peut apparaître pâle et peu appétissant. Ainsi, la simple culture de cellules ne permet pas d'obtenir un produit équivalent à de la viande sans ajout de nombreux ingrédients naturels ou chimiques. Le produit final peut ainsi être considéré comme un aliment dit ultra-transformé.

[23] Ceux-ci peuvent aussi être présents dans la viande via l'enrichissement de l'alimentation animale

En conclusion, il est ici compliqué, voire illusoire, d'obtenir la grande variabilité de goût, de texture et d'aspect que l'on observe en fonction des races animales et des types de pièces de viande (viande à rôtir, à griller, à bouillir).

5. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Face à une demande mondiale de protéines qui pourrait doubler d'ici 2050, le système de production alimentaire actuel est sous pression. La culture cellulaire et la fermentation de précision sont présentées par leurs promoteurs comme des solutions pour réduire l'empreinte écologique de notre alimentation, même si, à ce jour, on manque d'études sur l'impact de ces productions à grande échelle. Les données sur les nouveaux aliments à base de plantes sont nombreuses et permettent de calculer assez précisément l'empreinte carbone. Il en va différemment pour les cultures cellulaires de viande et la fermentation de précision, puisqu'il n'y a pas de production industrielle.

L'argument environnemental est donc à nuancer d'une part du fait de l'absence de données robustes et d'autre part du fait des problèmes liés au périmètre du cycle de vie du produit, rendant souvent les comparaisons très difficiles, voire biaisées.

5.1. Comparaison des impacts : élevage versus technologies émergentes

L'évaluation des impacts environnementaux repose sur plusieurs indicateurs clés, tels que les gaz à effet de serre (GES), l'occupation des sols et la consommation d'eau.

5.1.1. L'occupation des sols : l'avantage indéniable des nouvelles technologies

L'élevage occupe actuellement environ 70 à 78 % de l'ensemble des terres agricoles mondiales[24]. La viande cellulaire et la fermentation de précision présentent ici un avantage majeur : la viande cellulaire pourrait utiliser entre 90 % et 99 % de terres en moins par rapport à l'élevage bovin[25].

La fermentation de précision affiche des gains similaires, en s'affranchissant des surfaces nécessaires à la pâture ou à la culture du fourrage.

5.1.2. La consommation d'eau : un bilan contrasté

Si l'on cite souvent le chiffre de 15 000 litres d'eau pour produire 1 kg de bœuf, les chercheurs rappellent que 95 % de cette eau est "virtuelle" (eau de pluie sur les prairies). En eau réelle (ou eau bleue, c'est-à-dire directement utilisée), l'élevage consomme entre 550 et 700 L/kg. Les estimations pour la viande cellulaire varient de 367 à 521 L/kg, du fait de la culture en bioréacteurs nécessitant des milieux aqueux et de systèmes de nettoyage des installations gourmands en eau. Selon les méthodes employées, les deux systèmes peuvent se placer dans des ordres de grandeur comparables[26].

Cela dépend également des procédés de recyclage d'eau envisagés par les industriels. Par exemple, pour la fermentation de précision, qui théoriquement est aussi consommatrice en eau que

[24] Quesne, A. Agriculture cellulaire : les enjeux juridiques et éthiques de l'alimentation de demain – Livre Blanc – Clinique juridique « One Health » - 2022.

[25] Rietmann, O. Chabanel, H. Rapport d'information au nom de la commission des affaires économiques sur les aliments cellulaires — n°504 – Sénat session ordinaire de 2022-2023

26 Hoquette, JF. Chriki, S. Elies-Oury, MP. La « viande de culture » : ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir. Volet B : Qualités extrinsèques de la viande de culture - – Cahier de nutrition diététique – volume 53, Issue1, Fevrier 2024- p.47-56.

la culture cellulaire, certaines startups, comme Standing Ovation, ont axé une part de leur recherche sur l'économie en eau. Ils prévoient ainsi un recyclage maximal de l'eau issue de leurs milieux de culture, de leurs procédés d'extraction, de purification de la caséine et de leurs cycles de nettoyage pour les réutiliser après traitement. Selon leurs études, réalisées par un organisme externe certifié, ils attendaient ainsi une économie de 68% d'eau en comparaison avec la production de caséine issue de lait de vache.

5.1.3. Les émissions de gaz à effet de serre (GES) : le point de discorde

L'élevage est responsable de 14,5 % à 20 % des émissions mondiales globales de GES (incluant la production d'aliment pour animaux), principalement via le méthane (CH4), issu de la fermentation entérique des ruminants[27]. Les productions cellulaires, certes, émettent un peu de méthane, mais sont fortement dépendantes des énergies, et dégagent principalement du dioxyde de carbone (CO2) pour chauffer les bioréacteurs et fabriquer les milieux de culture (purification des nutriments utilisés).

Les émissions de GES issus de l'élevage varient considérablement d'une espèce à l'autre, le bœuf présentant l'empreinte la plus lourde, tandis que la volaille est la moins émettrice parmi les viandes.

Il est important de noter que ces chiffres peuvent varier selon plusieurs paramètres identifiés (cf. annexe 7) :

- Le système de production : les systèmes intensifs en parcs d'engraissement (*feedlots*) peuvent parfois émettre moins de GES par kilogramme de viande que les systèmes extensifs au pâturage, car la durée de vie de l'animal avant abattage est plus courte, réduisant l'énergie totale de maintenance nécessaire ;
- La nature des gaz : l'élevage bovin est principalement critiqué pour ses émissions de méthane (CH4) issues de la fermentation entérique, un gaz 25 à 28 fois plus puissant que le CO2, mais qui persiste moins longtemps dans l'atmosphère (environ 12 ans contre des centaines d'années pour le CO2) ;
- L'origine géographique : les taux de production de GES dépendent également des pratiques locales et du type de nourriture donnée aux animaux.

On peut ainsi définir des ordres de grandeur pour chaque espèce, exprimés en kilogrammes d'équivalent dioxyde de carbone (kg CO2-eq) par kilogramme de viande produite (moyennes mondiales) [27] :

- Bovins (Viande de bœuf) : les estimations varient de 26,2 à 99 kg CO2-eq par kg de viande avec le maximum pour les bovins allaitants et environ 33,4 kg CO2-eq, pour les troupeaux laitiers ;
- Porcs : l'empreinte est nettement inférieure à celle des bovins, estimée à environ 12,31 kg CO2-eq par kg de viande ;
- Volaille (Poulet) : elle présente l'impact le plus faible des trois, avec environ 9,87 kg CO2-eq par kg de viande.

Pour la culture cellulaire et la fermentation de précision, l'impact environnemental réel dépend énormément de la composition et de la pureté du milieu de culture. Une étude récente (Risner et al., 2023) indique que, si l'industrie utilise des ingrédients hautement raffinés (qualité pharmaceutique), l'impact carbone de la viande cellulaire pourrait être 4 à 25 fois plus élevé que celui du bœuf[28]. L'élimination des endotoxines et la purification des nutriments sont des processus extrêmement

27 Verkuijl, C.Raina, R. Watson,R. What's cooking? An assessment of the potential impacts of selected novel alternatives to conventional animal products — Union environment programme - Frontiers 2023.

28 Risner, D. Nguyen, Y. Siegel, JB. Environmental impacts of cultured meat : a cradle-to-gate life cycle assessment – ACS Food Sci Technol – Decembre 2024.

énergivores qui ont été largement sous-estimés dans les premières études optimistes. Cependant, les startups rencontrées utilisent désormais des milieux de culture comportant des nutriments de qualité agroalimentaires, mais moins énergivores. En fermentation de précision, la startup Standing Ovation a développé un procédé utilisant le lactosérum issu de l'industrie laitière comme apport de son milieu de culture pour la fabrication de caséine.

On trouve ainsi quelques données chiffrées par kilogramme de produit fini [27-28].

- Viande cellulaire (Culture cellulaire)
  - Estimations optimistes (avec énergie décarbonée) : entre 1,9 et 4,88 kg CO2-eq / kg
  - Estimations avec milieu de culture raffiné (Scénarios de Risner et al., 2023) : ingrédients de qualité pharmaceutique (hautement purifiés : de 246 à 1 508 kg CO2-eq / kg ;
- Fermentation de précision (FP) : ses émissions sont généralement plus basses, mais restent dépendantes de la source d'énergie et du substrat utilisés[27] :
  - Protéines de lait (Caséine / Whey) : 2,71 kg CO2-eq / kg ;
  - Protéines de lait microbiennes (Behm et al., 2022) : de 5,5 à 17,6 kg CO2-eq / kg ;
  - Protéines produites à partir de bactéries (Power-to-food) : Bactéries oxydant l'hydrogène : Entre 0,52 et 7,83 kg CO2-eq / kg.

5.1.4. Les services écosystémiques oubliés

Comparer la production de viande cellulaire et la fermentation de précision à l'élevage uniquement sur les émissions de GES est jugé "injuste" par certains[27]. L'élevage, particulièrement extensif, présente des externalités positives[29] et rend des services que les bioréacteurs ne peuvent pas offrir : stockage du carbone dans les sols des prairies, maintien de la biodiversité, fertilisation naturelle des sols par le fumier et entretien des paysages ruraux. La suppression de l'élevage pourrait entraîner un besoin accru d'engrais chimiques pour les cultures végétales, la disparition de la filière bio et des prairies naturelles qui ne peuvent pas être travaillées.

5.2. Pour conclure : une promesse "spéculative"

En l'état actuel des connaissances, l'argument de la supériorité environnementale des viandes de culture et de la fermentation de précision est jugé "largement spéculatif" et "conditionnel"[26].

Si ces technologies permettent des économies évidentes de surface agricole, leur bilan carbone réel reste dépendant de nombreux facteurs critiques comme :

1. la capacité de l'industrie à produire des milieux de culture à faible impact (utilisation de sous-produits agricoles comme le lactosérum) ;
2. l'utilisation d'énergies renouvelables pour faire fonctionner les installations et s'inscrire ainsi dans une politique de développement durable.

Il n'est pas possible de tirer une conclusion générale, chaque cas, chaque produit doit faire l'objet d'une étude approfondie spécifique, tant les variations peuvent être importantes.

[29] D. Chabanet, C. Pujos, Alimentation et élevages : externalités posiitves, rapport CGAAER n°23047, janvier 2024

6. ASPECT ÉCONOMIQUE

6.1. Économie mondiale du développement des aliments biotechnologiques

6.1.1. Origines et catalyseurs du secteur

Pour la viande cellulaire, c'est à Memphis en 2013, avec la présentation du premier hamburger in vitro par Mark Post (Université de Maastricht), retransmise en direct sur les chaînes britanniques, que le premier aliment issu de la culture cellulaire a été rendu public. Les premières startups ont vu le jour en 2015 pour Memphis Meat (États-Unis, devenue Upside Foods) et 2016 pour Mosa Meat (Pays-Bas).

Aujourd'hui, les investissements sont massifs, plus de 3 milliards d'euros, dans 170 startups sur les cinq continents. Les startups se concentrent sur des niches :

- développement de lignées cellulaires (bovins, cailles, poisson, poulet) ;
- optimisation des milieux de culture ;
- modélisation des processus de culture ;
- production de prototypes de viande cellulaire (pas encore de passage à l'échelle industrielle).

6.1.2. État actuel du marché

Seules quelques entreprises ont obtenu des AMM : Good Meat à Singapour et aux États-Unis, Upside Foods, Aleph Farms en Israël, Vow à Singapour. Les ventes sont restreintes à des restaurants sélectionnés, en raison des prix élevés. Il s'agit de produits hybrides (mélange de cellules animales et matrice végétale). La filière a démontré la faisabilité du processus, mais pas encore aux prix et quantités espérés. On constate un décalage entre les attentes et la réalité : les présentations faites lors des levées de fonds restent des promesses ambitieuses (réduction des coûts, massification) ; les prototypes sont nombreux, mais la commercialisation demeure limitée.

6.1.3. Liste des dix principaux acteurs en viande cellulaire en 2025

Entreprise	Pays	Spécialisation	Innovations/Particularités
Meatable	Allemagne	Porc et bœuf cultivés	Production en 4 jours grâce à une technologie cellulaire avancée.
Upside Foods	États-Unis	Poulet cultivé	Approbations de la FDA et USDA pour les ventes commerciales.
Good Meat (Eat Just)	États-Unis	Poulet cultivé et produits hybrides	Milieux de culture sans sérum.
Steakholder Foods	Israël	Bœuf et porc structurés (impression 3D)	Utilisation de l'impression biographique 3D.
Gourmey/Vital Meat	France	Foie gras cultivé	Coûts de production réduits.
Clever Carnivore	États-Unis	Bœuf en morceaux entiers	Extension prévue à d'autres viandes.
Orbillion Bio	États-Unis/ÉAU	Viandes exotiques (bison, élan)	Méthodes sans OGM.
Believer Meats	États-Unis	Poulet	Lignées cellulaires à haut rendement.

Entreprise	Pays	Spécialisation	Innovations/Particularités
Mosa Meat	Pays-Bas	Burger de bœuf cultivé, viande cellulaire de poulet	Leader européen avec 40 M€ d'investissement en 2024.
Aleph Farms	Israël	Steaks de bœuf entiers	Cofondée par un Français, focus sur la qualité premium.

6.1.4. Répartition géographique de ces acteurs

Ces acteurs sont répartis dans quatre régions géographiques :

- États-Unis : Upside Foods, Good Meat, Clever Carnivore, Orbillion Bio, Believer Meats ;
- Europe : Meatable (Allemagne), Mosa Meat (Pays-Bas), Gourmey/Vital Meat (France) ;
- Israël : Steakholder Foods, Aleph Farms ;
- Asie : Vow (Singapour).

6.2. Origine des fonds investis

6.2.1. Origine et diversité des financements dans les biotechnologies alimentaires

Les investissements dans l'agriculture cellulaire et la fermentation de précision proviennent de trois sources principales (une d'origine publique dont le poids évolue à mesure que la technologie progresse et deux d'origine privée) :

- Fonds publics : Soutiens à l'investissement (subventions, programmes de recherche...), longtemps négligeables, ils connaissent ces derniers temps un développement important dans certains pays, tels que les Pays-Bas et Singapour, qui subventionnent largement la recherche dans un objectif de souveraineté alimentaire ;
- Fonds privés :
  - le Capital risque (NewCrop Capital, Joyful Ventures) et les mécènes de la technologie (Bill Gates, Leonardo di Caprio, Richard Branson) : cela représente des levées de fonds privés pour les startups à fort potentiel ;
  - les investissements de grands groupes agroalimentaires de l'industrie laitière ou de la viande pour rester compétitifs (Tyson Foods, Cargill, JBS, Bel, Grimaud…).

6.2.2. Dynamique des investissements privés et stratégies industrielles

La valeur estimée du secteur de l'alimentation technologique avoisinait les 220 milliards d'euros en 2020[30], dont 1,3 milliard de dollars pour la viande cellulaire[24].

Ciblé sur les technologies prometteuses, l'objectif est de positionner des portefeuilles sur des technologies lucratives à long terme (Beyond Meat, Impossible Foods, Memphis Meats). Les grands acteurs traditionnels anticipent un changement radical du système alimentaire, évaluent l'impact environnemental des grandes sociétés et les poussent à s'engager en faveur des protéines alternatives.

Les objectifs des investisseurs en capital risque consistent à participer au développement d'entreprises innovantes à fort potentiel de croissance, puis à réaliser des plus-values lors de la cession des titres. Ils permettent aux startups d'obtenir des fonds sans garantie, à un stade où les prêts bancaires sont difficiles à obtenir (exemples de levées de fonds : 2,6 milliards d'euros levés

[30] https://foodster.fr/vers-lavenir-de-lalimentation-statistiques-revelatrices-sur-les-startups-foodtech/

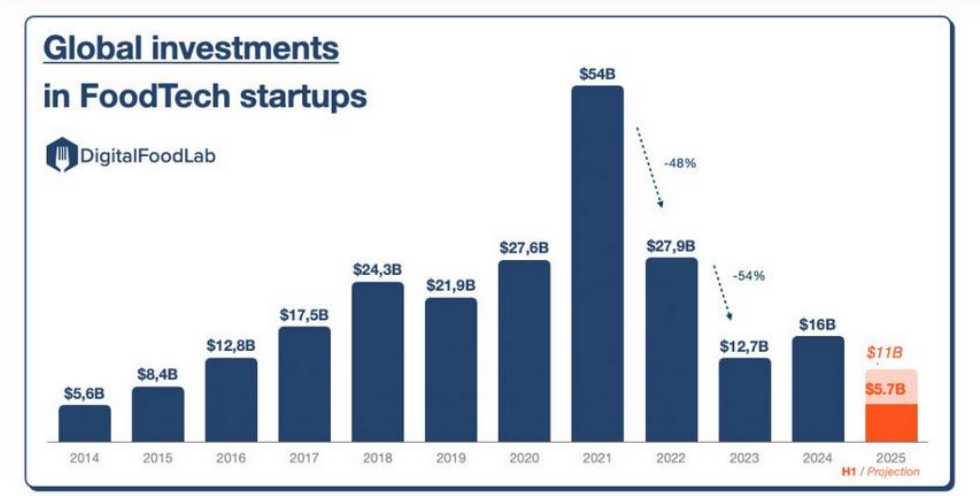
par une quarantaine de startups mondiales, Gourmey/Vital Meat : 48 millions d'euros en 2022, Mosa Meat : 85 millions de dollars en 2021). En France, le groupe Bel finance Standing Ovation, le groupe Grimaud finance Vital Meat.

Au niveau mondial, le programme « Protein Diversification Engagement » signé en septembre 2023 par 65 investisseurs mondiaux, dont 20 industriels et distributeurs (Amazon Foods, Carrefour, Danone, Nestlé, Walmart) vise à réduire les investissements dans les protéines animales et favoriser les alternatives (viande cellulaire, substituts végétaux) ce qui constitue un risque pour les entreprises traditionnelles si elles ne s'adaptent pas à cette transition.

6.2.3. Évolution des financements et stratégie économique

Une évolution qui ralentit après une phase de croissance exponentielle

Entre 2015 et 2023, le capital investi dans la viande et les produits de la mer cultivés a atteint 3,1 milliards de dollars. Sur la même période, la fermentation de précision a capté 2,1 milliards de dollars.



Source :https://digitalfoodlab.com/global-foodtech-investments-in-2025/

Le pic d'investissement a été atteint en 2021 (environ 1,4 milliard de dollars pour la culture cellulaire), suivi d'une forte baisse à partir de 2023, liée à la conjoncture économique et au défi persistant du passage à l'échelle industrielle.

Les analystes divergent radicalement sur l'avenir : McKinsey table sur 20 milliards de dollars en 2030, tandis que d'autres, comme Barclays ou EY prévoient un marché colossal de 450 à 500 milliards de dollars d'ici 2040.

On assiste à une baisse du capital risque, avec un financement public en hausse (Japon, Corée du Sud, Pays-Bas, programme « Horizon Europe » de l'UE), mais des montants publics qui restent limités (quelques dizaines de millions d'euros) versus des centaines de millions d'euros en investissements privés.

Ainsi, les investissements sont revenus au niveau de 2015 en volume avec une baisse de 31 % des financements en phase d'amorçage (jeunes entreprises) en 2024, un volume moyen de transactions également en baisse, avec une forte réduction du nombre d'opérations.

Pour l'ensemble du secteur de la technologie alimentaire (Food Tech), on a observé sur la période 2014–2025 un pic en 2021 (54 milliards de dollars) puis un effondrement de 48 % en 2022 et de 54 % en 2023, avec une projection 2025 de 11 à 16 milliards de dollars). La localisation géographique

des investissements est également variable : aux États-Unis, 59 % des investissements (niveau record au 1er semestre 2025) dans la FoodTech, contre 12% en Europe.

Des stratégies variables, entre souveraineté alimentaire et intégration

La stratégie des acteurs se déploie selon plusieurs axes géopolitiques et industriels :

- Les États-Unis mènent la course en matière de nombre d'entreprises et de capitaux. Singapour reste le laboratoire mondial de la commercialisation (premier pays à autoriser la vente en 2020), suivi par les États-Unis et Israël ;
- Pour des États disposant de peu de terres agricoles (Singapour, Qatar, Israël), l'agriculture cellulaire est une stratégie de résilience face aux crises géopolitiques et sanitaires ;
- Certains pays (Royaume-Uni, États-Unis) adoptent des cadres réglementaires plus "souples" ou itératifs pour attirer les startups et devancer l'Union européenne, perçue comme plus protectrice et lente par son règlement sur les nouveaux aliments ;
- Pour pallier les coûts de production prohibitifs, la stratégie industrielle s'oriente vers des produits hybrides mélangeant cellules animales et protéines végétales, permettant une mise sur le marché plus rapide et moins chère.

Des observateurs s'inquiètent de la constitution d'un monopole technologique où quelques multinationales américaines contrôleraient l'alimentation mondiale par des brevets sur les lignées cellulaires, reproduisant le modèle des semences OGM.

En résumé, si la France et une partie de l'UE manifestent des réserves culturelles et politiques, l'économie mondiale du secteur est déjà solidement, financée par une alliance entre la Haute Technologie et les industriels historiques de la protéine animale.

6.2.4. Ingérence économique et enjeux géopolitiques

Dans son rapport « Ingérence économique dans la production alimentaire française »[31], l'École de guerre économique (EGE) révèle que les Américains financent l'activisme animaliste en France dans le but de déstabiliser les filières animales. Deux associations sont ciblées : L214 et Greenpeace. Leurs objectifs : promouvoir les alternatives à la viande, telles que la viande cellulaire et les substituts végétaux.

Aux États-Unis, les dons aux organismes philanthropiques sont déductibles à 60 % du revenu brut ajusté (30 % pour les fondations privées) ; les excédents sont reportables sur 5 ans et une exonération fiscale est prévue pour les fondations à but non lucratif.

En France, une défiscalisation des dons est également possible pour des associations revendiquant le bien-être animal. Un dilemme existe entre l'éthique et le juridique : l'État est susceptible de financer indirectement des actions illégales (exemple : intrusion dans les abattoirs, destruction de cultures) et nuisibles à l'agriculture au travers de la défiscalisation.

6.3. Problème économique du passage de la startup à l'échelle industrielle

Le passage du stade de startup à celui d'une production industrielle constitue le défi majeur marqué par des obstacles techniques et financiers considérables.

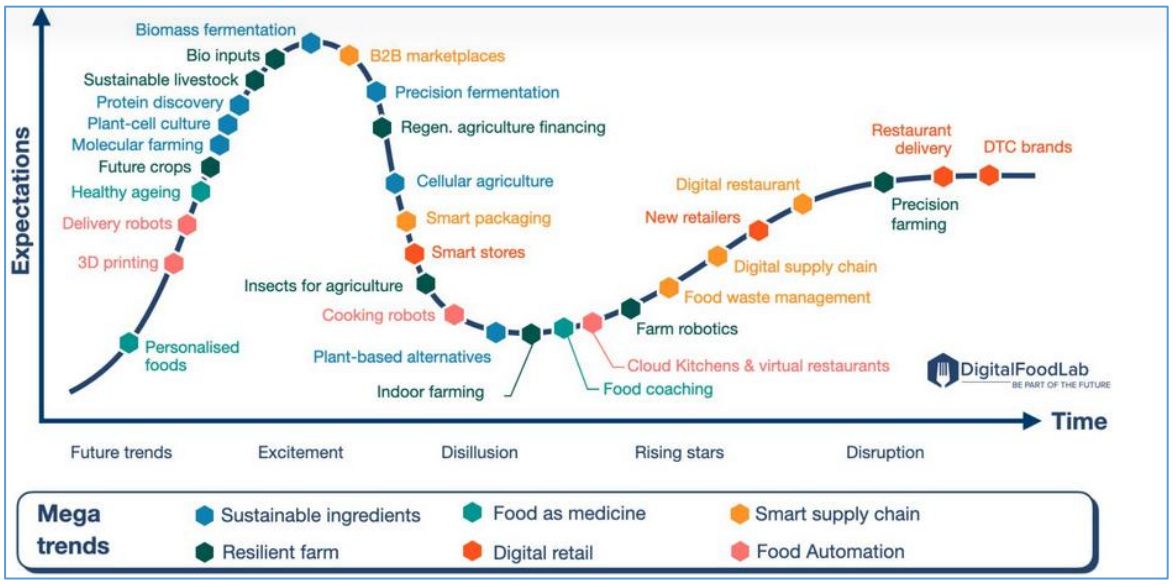
[31] Guyon, C. Lacoux, B. Gasnot, G. Ingérence économique dans la production alimentaire française - Commet les américains financent l'activisme animaliste en France pour déstabiliser les filières animales – Ecole de guerre économique - Décembre 2024 – 40p (https://programmes.ege.fr/ege-rapport-ingerence-economique-dans-la-production-alimentaire-francaise/)

6.3.1. Maturité technologique et cycle d'adoption (Hype Cycle)

Le graphique « Hype Cycle » (Gartner/DigitalFoodLab) illustre le schéma classique de l'évolution de toute nouvelle technologie, dont la maturité des alternatives protéiques.

On distingue cinq phases :

- l'émergence ;
- l'engouement ;
- la désillusion ;
- la relance ;
- le plateau de productivité : technologies matures et commercialisées.



Source : https://digitalfoodlab.com/foodtech-trends-2025/

L'agriculture cellulaire se trouve actuellement dans une phase décroissante de désillusion après avoir connu un engouement, tout comme la FP.

En phase de désillusion, de nombreuses startups sont en difficulté financière, seuls les projets les plus robustes survivent (exemple : Aleph Farms, Mosa Meat).

6.3.2. Évolution des coûts de production : obstacle à la rentabilité ?

Alors que certains affirment que les perspectives des substituts de viande semblent assurées, de nombreux obstacles restent à surmonter avant que cette industrie participe à l'alimentation mondiale. Malgré de gros progrès (cf. tableau ci-dessous), les viandes de substitution, en tant que produit, ne sont actuellement ni rentables ni adaptées au modèle économique dominant.

Entreprise	Année	Coût de production	Produit
Mosa Meat	2013	300 000 $	Premier steak de bœuf haché
Memphis Meat	2016-2017	18 000 $/kg	Viande cultivée
Aleph Farms	2018	46 $ (tranche de 5 mm)	Bœuf cellulaire

Entreprise	Année	Coût de production	Produit
Aleph Farms	2026	5 à 7 $/kg (objectif)	Bœuf cellulaire
Viande conventionnelle	-	~5 €/kg (selon l'espèce et le mode d'élevage)	Référence marché

Actuellement, le coût de production du bœuf cultivé avoisine les 50 dollars la livre et une portion de trois nuggets de poulet chez Eat Just, une entreprise spécialisée dans les substituts à la viande conventionnelle, coûte environ 17 dollars la portion, soit 10 fois plus cher que son équivalent chez McDonalds. L'industrie des substituts de viande est inévitablement confrontée à la concurrence d'options protéiques plus abordables. Pour éviter les aléas financiers, les entreprises doivent trouver un moyen de créer un produit suffisamment rentable. Cela peut être la production de produit Premium à forte valeur ajoutée, comme l'envisage Gourmey/Vival Meat avec la production de biomasse cellulaire de canard pour préparer du foie gras.

En ce qui concerne les protéines issues de la FP, la situation est différente, si l'on considère la tension croissante du marché mondial des protéines animales, dont celles issues du lait ou des œufs. Les startups ont moins de problèmes à lever des fonds et présentent des modèles économiques beaucoup plus rentables.

6.3.3. Problèmes économiques rencontrés et stratégies de réponse

Limites des infrastructures de production

Bien que l'industrie des substituts de viande ou de la FP puisse potentiellement devenir très importante, des barrières technologiques subsistent et nécessitent encore des développements qui ne vont pas toujours assez vite au regard des investisseurs. En effet, des défis techniques empêchent les industries de se développer pleinement.

L'entreprise Good Meat utilise actuellement des bioréacteurs de 1200 à 5000 litres, des machines capables de produire quelques centaines de kilogrammes de substitut de viande par lot. Mais, pour passer à une échelle industrielle, il faudrait des bioréacteurs de 100 000 litres, qui n'existent pas encore et on ne sait pas si une culture cellulaire de masse est techniquement possible.

Le milieu de culture, indispensable à la prolifération des cellules, représente jusqu'à 95 % des coûts de production, en raison de l'utilisation de composants de "qualité pharmaceutique" et de facteurs de croissance coûteux (comme le sérum fœtal bovin). Pour surmonter ces obstacles, les acteurs ont dû poursuivre leurs recherches pour optimiser les milieux de culture avec le remplacement du sérum animal par des alternatives végétales (hydrolysats d'orge, champignons, algues) ou utiliser la fermentation de précision pour synthétiser certaines protéines de croissance. Le recours à l'automatisation et à l'intelligence artificielle est également une des pistes utilisées pour réduire les coûts de recherche et développement.

Stratégies industrielles pour garantir la rentabilité

Les stratégies industrielles sont très variables. En deux ans, l'entreprise Aleph Farms a réduit de 97 % ses coûts grâce à **l'optimisation du milieu de culture** (suppression du sérum fœtal bovin), l'augmentation du rendement cellulaire, la rationalisation des équipements de production.

Travaillant initialement dans ses propres infrastructures, Aleph Farms privilégie désormais un **modèle de coopération**, misant sur des partenariats industriels en Asie et en Europe. Plutôt que d'investir massivement dans la construction d'usines, elle s'appuie sur des infrastructures existantes pour assurer la croissance de sa production, une approche qui lui permet de limiter les

investissements sur le long terme et d'accélérer son déploiement commercial. C'est également le cas de Standing Ovation et Suprême (Gourmey/Vital Meat).

Le recours à des **produits hybrides** en privilégiant la combinaison de cellules animales et de matrice végétale permet de réduire les coûts de production et d'accélérer l'adoption par les consommateurs (meilleur goût, texture) (exemple : Aleph Farms a abandonné son projet de steak 100 % cultivé pour un produit hybride). Ce choix permet d'une part de supprimer les composants d'origine animale (positionnement éthique), d'autre part de réduire la dépendance aux intrants coûteux.

Les **startups spécialisées dans la FP** (Standing Ovation, Nutropy) cherchent aussi à réduire au maximum les coûts de production (utilisation de coproduits d'élevage, réutilisation de l'eau, baisse des besoins en énergie). Elles développent également des modèles de coopération avec des entreprises étrangères.

Des **obstacles demeurent** pour obtenir les AMM (règlement européen « Nouveaux Aliments »), convaincre les consommateurs de surmonter leurs réticences liées à la perception "artificielle" du produit, passer des prototypes à une production de masse rentable et concurrentielle.

Quelles perspectives pour ces industries ?

Deux scénarios sont possibles. L'un est optimiste pour la filière si les coûts continuent de baisser. D'ici 2030, la viande cultivée pourrait devenir un marché haut de gamme (si le coût devient acceptable pour le consommateur), tandis que l'utilisation de produits hybrides pourrait démocratiser son accès.

L'autre est plus pessimiste, avec le risque de faillites si la rentabilité n'est pas atteinte, et avec une concentration du marché entre quelques acteurs dominants (risque de monopole). La récente faillite de l'entreprise Ynsect en France (protéines d'insectes) en est une illustration.

6.4. Quel appui financier en France ?

6.4.1. Au niveau européen des programmes de recherche

L'UE finance l'innovation au travers de programmes-cadres de recherche et de fonds de relance, en les intégrant notamment dans les objectifs du Pacte Vert. On peut citer plusieurs exemples comme :

- le projet « Meat4All » (mené par l'espagnol BioTech Foods et le français Organotechnie) qui a reçu plus de 2,7 millions d'euros de subvention ;
- le programme « Horizon Europe » (2021-2024) qui dispose d'un budget de 95,5 milliards d'euros, dont le cluster 6 est dédié à l'alimentation et à la bioéconomie ;
- « REACT-EU » : dans le cadre de l'aide au redressement post-COVID, l'UE a versé 2 millions d'euros au projet « Feed for Meat » (porté par Nutreco et Mosa Meat) pour réduire les coûts des milieux de culture cellulaire.

Au total, environ 25 millions d'euros ont été alloués pour étudier la faisabilité et rentabilité de ces protéines. D'autres projets, comme SMART PROTEIN (8,2 millions d'euros) se concentrent sur la fermentation microbienne et les champignons.

6.4.2. Au niveau national, diverses sources de financement

En France, divers dispositifs nationaux stimulent l'innovation et favorisent l'émergence de projets industriels.

Le programme « France 2030 » est un dispositif de financement d'appels à projets lancé dans la lignée du plan « France Relance » avec une enveloppe de 54 milliards d'euros sur 5 ans, dont 2

milliards dédiés à l'agriculture et l'alimentation. Il instaure ainsi une trajectoire ambitieuse en soutenant l'innovation pour transformer durablement les secteurs agricole et alimentaire (cf. schéma annexe 10). Le comité de pilotage regroupe différents ministères, dont le MAASA et le ministère en charge des finances. Il regroupe quatre partenaires : l'ANR, la Caisse des dépôts, FranceAgriMer et BPI France. C'est ce dernier qui est l'opérateur-instructeur des appels à projets (présélection des dossiers, audition des porteurs de projets de plus de 10 millions d'euros, organisation de la consultation pour validation interministérielle). Les projets sont évalués selon des grilles très complètes couvrant les aspects réglementaire et juridique, la technologie employée, l'équipe pilote, l'étude de marché, le financement, l'impact du développement durable…

Des projets axés sur la fermentation, y compris la FP, ont été financés. Trois projets proposés par Standing Ovation ont obtenu une subvention pour leurs recherches sur la production de caséine. D'autres projets lauréats concernent la fabrication de substituts d'œuf à partir d'algues.

En France, le soutien public est parfois ambivalent. BPI France investit 15 millions d'euros dans Gourmey/Vital Meat (fonds européens), qui n'a pourtant pas obtenu de subvention dans le cadre du programme « France 2030 ». En outre, le contexte politique français n'est pas favorable à la viande cellulaire, perçue comme une menace pour l'élevage.
Notons qu'aux Pays-Bas, on constate un investissement massif, public-privé dédié à l'agriculture cellulaire avec l'objectif d'atteindre un leadership technologique dans une innovation disruptive.

Le programme « Ferments du Futur » est également une initiative particulièrement intéressante. Il s'agit d'un partenariat public-privé porté, entre autres, par l'INRAE, élaboré pour accélérer la recherche et l'innovation sur les ferments, les aliments fermentés et la biopréservation, favorisant ainsi une alimentation durable et favorable à la santé. Le programme finance chaque année 6 projets à hauteur de 1,5 million d'euros, soit 48 millions d'euros sur une période de 7 ans. Les startups françaises (Standing Ovation, Nutropy, Verley), tout comme de grands groupes industriels agro-alimentaires (Bel) sont membres du programme « Ferments du Futur ».

Le programme « Banque des territoires » vise à accompagner les territoires dans la transformation de leurs systèmes de production agricole et alimentaire, pour répondre aux enjeux de la transition écologique et énergétique (limitation des intrants, souveraineté, durabilité et résilience des secteurs concernés, réduction de leurs émissions de GES). Ce programme ne finance pas de projets relevant de la réglementation « Nouveaux Aliments » mais investit dans des initiatives locales sur des territoires lauréats de l'appel à projet éponyme. Des projets sur des alternatives de protéines végétales ont notamment été soutenus.

Le ministère en charge des finances confirme les déclarations des startups rencontrées, concernant les difficultés auxquelles elles sont confrontées pour le passage à la phase industrielle et la levée des fonds nécessaires. Elles saluent les aides publiques pour la recherche et l'innovation, par contre la suite est plus difficile, car les sociétés doivent disposer de liquidités dans l'attente de l'obtention d'AMM pour leur produit, du lancement de la production industrielle afin d'atteindre une commercialisation et un potentiel retour sur investissement. À ce titre, la direction générale des entreprises (DGE) cherche à développer des fonds d'investissement public-privé pour aider les entreprises. Ainsi, durant le salon international de l'agriculture 2025, la DGE a annoncé le lancement du fond « I2A » spécialement créé pour soutenir les industries agro-alimentaires doté de 200 millions d'euros permettant de lever jusqu'à 500 millions d'euros de budget. Ce fonds vise à dynamiser l'écosystème des fonds d'investissement ciblant les PME et ETI industrielles françaises sur le segment de l'agroalimentaire. Ce fonds de fonds, souscrit par l'État, est géré par BPI France

Investissement. Le fonds I2A a vocation à investir dans des fonds qui accompagnent les entreprises agroalimentaires sur le temps long, en capital-développement, en capital-transmission ou en mezzanine[32], dans leurs projets de modernisation, de transition écologique ou de consolidation.

6.5. En conclusion, sur l'aspect économique

Des recommandations peuvent être éditées face à ce constat et cet avenir plausible. Pour les startups, il convient de diversifier les sources de financement (publics, privés, partenariats) et d'anticiper les réglementations (exemple : règlement « nouveaux aliments »). Pour les gouvernements, il convient d'équilibrer le soutien à l'innovation et la protection des filières existantes. Pour les grands groupes alimentaires, l'enjeu est d'investir dans les alternatives pour anticiper le basculement du marché, et de collaborer avec les startups pour mutualiser les coûts et les risques.

7. ACCEPTATION SOCIÉTALE ?

7.1. Enquête sur la viande cellulaire auprès des associations de consommateurs et de la protection animale

Une enquête en ligne auprès des associations de consommateurs et de protection animale membres du Conseil national de l'alimentation a été réalisée dans le cadre de la mission pour apprécier le niveau d'acceptabilité de la viande cellulaire. Le questionnaire figure à l'annexe 8, et l'analyse des réponses à l'annexe 9.

En résumé, sur les 14 associations ciblées (9 associations de consommateurs et 5 associations de protection animale), 8 ont répondu à l'enquête, soit 57% de retour (2 associations de protection animale sur 5 et 6 associations de protection des consommateurs sur 9).

Bien que l'échantillon soit de petite taille, il permet d'avoir une vision générale qui confirme les grandes tendances des consommateurs français publiés dans la littérature en 2021, telles que détaillées ci-dessous.

7.2. Grandes tendances en France

La perception des Français sur la viande cellulaire a fait l'objet d'une enquête conduite en 2021[33]. Cette enquête a été réalisée en ligne avec 4533 répondants, majoritairement des jeunes (42,7% ont 18-30 ans), des femmes (55,8%), et des personnes liées au secteur scientifique ou de la viande. Plusieurs tendances ressortent de cette enquête.

7.2.1. Sur la perception générale de la viande artificielle

Un scepticisme domine. 41,5% à 66,7% des sondés (selon les groupes) jugent la viande artificielle « absurde et/ou dégoûtante », seuls 18,7% des sondés la trouvent « prometteuse et/ou réalisable», 26,9% des sondés la perçoivent comme « amusante et/ou intrigante ».

Une défiance demeure sur la qualité : la majorité des répondants pense que la qualité ne sera pas aussi saine (54%), ni savoureuse (71,3%) que la viande conventionnelle. Une crainte d'impacts négatifs sur l'élevage, l'industrie de la viande, et la vie rurale est mise en avant (77,7% des sondés).

[32] Le recours complémentaire au financement mezzanine permet de financer une acquisition ou maximiser le taux de rentabilité d'une entreprise en limitant les capitaux propres investis. La dette mezzanine désigne alors le financement qui s'intercale entre les fonds propres et la dette senior. https://www.banque-france.fr

[33] Hocquette, E. Liu, J. Ellies-Oury, MP. Chriki, S. Hocquette JF. Que pensent les Français de la culture de cellules musculaires pour produire de la viande – Viandes et Produits carnés – VPC-2021-37-2-1 - 17 mars 2021

7.2.2. Sur l'acceptation selon les profils sociodémographiques

L'acceptation des répondants varie en fonction de l'âge. Les jeunes (18-30 ans) sont plus sensibles aux enjeux éthiques (51,2%) et environnementaux (60,5%) liés à l'élevage. Ils sont néanmoins moins réticents : 41,5% trouvent la viande artificielle « absurde/dégoûtante », et plus ouverts à la tester (33,6% prêts à payer le même prix que la viande conventionnelle).

De leur côté, les personnes âgées (>51 ans) sont très réticentes : 61,4% la jugent « absurde/dégoûtante », et elles sont majoritairement opposées à sa consommation, même à prix égal.

L'acceptation des répondants varie également en fonction du genre. Les femmes sont plus sensibles aux problèmes éthiques (49,1%) et environnementaux (53,7%) et sont moins réticentes émotionnellement (29,9% contre 34,4% pour les hommes). Elles sont également plus ouvertes à payer le même prix que la viande conventionnelle (29,2% contre 21,2% pour les hommes). Quant aux hommes, ils sont plus sceptiques sur l'aspect éthique (64,8%) et écoresponsable (69,5%), 57,6% la trouvent « absurde/dégoûtante » (versus 49,2% des femmes).

Le secteur d'activité des répondants influe sur l'acceptabilité. Ainsi, les professionnels de la viande sont très hostiles : 66,7% la jugent « absurde/dégoûtante », manifestent de la crainte pour leur secteur et leur emploi et sont majoritairement opposés à son développement. Dans le milieu scientifique, les répondants reconnaissent être plus informés, mais pas forcément plus favorables, 54% la trouvent « absurde/dégoûtante ».
Enfin, le grand public non spécialisé est moins catégorique, mais globalement sceptique.

7.2.3. Sur le prix et l'intention d'achat

Concernant le prix, 91,7% des répondants refusent de payer plus cher que la viande conventionnelle. Seuls 25,6% des répondants accepteraient de payer le même prix. La majorité des répondants veut la payer moins cher. 58% des répondants sont prêts à la goûter (sans engagements pour une consommation régulière). Seuls 18,7% des répondants voient la viande issue de culture cellulaire comme une solution d'avenir.

7.2.4. Sur les enjeux éthiques et environnementaux

Une préoccupation est partagée avec 40 à 50% des sondés qui reconnaissent des problèmes éthiques et environnementaux liés à l'élevage. Mais seuls 18 à 26% pensent que la viande artificielle pourrait les résoudre. La solution privilégiée mise en avant de réduire la consommation de viande (flexitarisme) est préférée à l'adoption de la viande artificielle.

7.2.5. Sur les perspectives

La consommation de viande issue de culture cellulaire demeure un marché de niche. Elle pourrait séduire environ 20% des Français (jeunes, femmes, personnes sensibles aux enjeux éthiques/environnementaux), 20% pensent qu'elle n'a aucun avenir, le reste est indécis ou hostile.
Les sondés privilégient la recherche privée (startups) plutôt que publique pour développer cette technologie.

7.3. À l'étranger

L'acceptabilité de la viande cellulaire et des protéines issues de la fermentation de précision varie considérablement à travers le monde, révélant un clivage marqué entre les pays en développement, les puissances technologiques et les nations possédant une forte culture agronomique traditionnelle.

7.3.1. Synthèse du niveau d'acceptation par zones géographiques[34,35,36]

- Aux États-Unis : L'intention d'achat est d'environ 30 %. Les consommateurs s'interrogent principalement sur le goût (79 %) et le prix, mais sont moins préoccupés par l'éthique que les Européens. Cependant, plusieurs états conservateurs (Floride, Alabama, Texas) ont récemment interdit ces produits pour protéger l'élevage.
- En Asie (Singapour, Chine, Inde) : L'acceptation y est la plus élevée. En Chine et en Inde, plus de 55 % des sondés déclarent être prêts à en acheter. À Singapour, l'intégration du produit dans la stratégie nationale de sécurité alimentaire « 30 par 30 », qui vise à produire 30% de son alimentation d'ici 2030, renforce une image favorable du progrès technologique.
- En Israël : Le pays est un leader mondial des aliments technologiques avec une population d' « early adopters » très ouverte à l'innovation. L'acceptation a été renforcée par des décisions religieuses historiques, le grand rabbinat ayant déclaré certains produits cellulaires, comme casher.
- En Afrique : Les consommateurs perçoivent ces produits comme une option économiquement accessible face à une viande qui pourrait devenir un produit de luxe. Entre 44 % et 59 % des répondants trouvent l'idée « amusante ou intrigante ».
- Au Brésil : Bien que 66 % des Brésiliens soient prêts à goûter, 71 % refusent de payer plus cher que pour de la viande issue de l'élevage.
- Dans l'UE, les principales valeurs qui influencent le consommateur lors de ces achats sont le coût (54 %), suivi du goût (51 %), de la sécurité sanitaire (46 %), de l'origine des aliments (46 %) et de leur teneur en nutriments (41 %). L'impact sur l'environnement et le climat (16 %) d'une part et l'éthique et les croyances (15 %), d'autre part, sont considérés comme ayant la plus faible importance.

De façon générale, l'attitude des consommateurs à l'égard des alternatives à la viande varie, et ce, dans tous les groupes démographiques. Des études ont montré que les individus plus jeunes, très instruits, citadins, non conservateurs d'un point de vue politique, ou déjà végétariens et végétaliens, sont généralement plus ouverts à ces produits. L'acceptation des aliments issus de la fermentation de précision demeure plus importante dès lors que l'étiquetage est clair et visible. En ce qui concerne la viande cellulaire, si une proportion significative et variable de consommateurs expriment un intérêt pour l'essayer, leur volonté de la consommer régulièrement est beaucoup plus faible.

[34] Chriki, S. Hallman, W. Hocquette, JF. De la cellule à l'assiette : les enjeux techniques et sociétaux de la « viande de culture » -– Viande & Produits carnés – VPC-2025-41-31 – 31 décembre 2025

[35] ModernMeat – The next generation of Meat from Celles – Cellular Agriculture Society – 18 septembre 2023

[36] Hocquette, JF. Chriki, S. Fournier, D. Will « cultured meat » transform our food system toward sustainability – The international journal on animal bioscience – Animal 19(2025)101145

7.3.2. Les principales oppositions identifiées : [37,38,39]

Si on tente de faire une synthèse de la perception des alternatives à la viande à travers le monde, on retrouve majoritairement les mêmes attitudes. La perception des consommateurs dépend énormément de facteurs sociaux, culturels et éthiques.

Les études sociologiques mettent en lumière plusieurs barrières majeures qui freinent l'adoption de ces produits :

- **La perception d'artificialité** : C'est le frein le plus puissant. La viande cellulaire est souvent associée à de la « nourriture de laboratoire » ou de « paillasse », provoquant un sentiment de rejet ou une peur de l'inconnu (néophobie alimentaire). Les consommateurs craignent une déconnexion totale avec la nature et le vivant. Dans le cas de la fermentation de précision, la perception de l'usage d'OGM constitue un frein.
- **Le prix et l'abordabilité** : Dans presque tous les pays, les consommateurs exigent que le prix soit inférieur ou égal à celui de la viande traditionnelle. Le coût de production actuel reste un obstacle majeur à la démocratisation du produit.
- **Les doutes sur la sécurité sanitaire et la nutrition** : L'absence de recul sur les effets à long terme de la consommation de cellules multipliées in vitro inquiète. En Australie, par exemple, 57 % des consommateurs n'ont pas confiance dans la sécurité sanitaire de ces viandes. L'utilisation de facteurs de croissance, d'hormones ou d'OGM dans le processus de fabrication est un point de controverse récurrent.
- **Les qualités organoleptiques** (goût et texture) : Les attentes sont très élevées ; les consommateurs veulent une copie identique à la viande conventionnelle. L'absence de structure complexe (nerfs, vaisseaux sanguins, conjonctif, maturation du muscle) rend difficile la reproduction de la saveur authentique sans un usage massif d'additifs.
- **L'impact socio-économique sur l'élevage** : Beaucoup craignent que cette industrie ne profite qu'à de grandes multinationales technologiques (souvent américaines) au détriment des petits éleveurs locaux et des paysages ruraux.
- **La bataille de la dénomination** : le terme même de « viande » est vivement contesté par les filières animales et certains législateurs. Pour les éleveurs, la viande ne se résume pas à un amas de fibres musculaires, mais inclut le terroir et le travail de l'éleveur.

8. ANALYSE ATOUTS-FAIBLESSES-OPPORTUNITÉS-MENACES

À l'aune des informations et arguments avancés dans les chapitres précédents, les tableaux ci-après proposent une vue synthétique des Atouts et des Faiblesses des deux biotechnologies étudiées, ainsi que les Opportunités et les Menaces (AFOM) concernant la France.

En noir figurent les notions communes aux deux biotechnologies, en vert, les notions spécifiques à la fermentation de précision et en bleu, celles spécifiques à la viande issue de culture cellulaire.

[37] Hocquette, JF., Chriki, S., Ellies-Oury, MP. La « viande de culture » : ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir – volet B : Qualités intrinsèques de la viande de « culture » –– Cahier de nutrition et de diététique – 2023

[38] Rietmann, O., Cabanel, H. Sénat - Rapport d'information sur les aliments cellulaires – n° 504 – 5 avril 2023

[39] Marquez, A., Messer, E., Gerber, S. « It is supposed to be real meat" An analysisof media coverage of the first United States sales approval of cell-cultivated chicken » –– Future Foods 11 (2025)100659

FP/ viande cellulaire	Atouts	Faiblesses
Aspect règlementaire	○ L'obtention d'une AMM européenne est reconnue dans le monde (avis scientifique EFSA) ○ L'AMM est délivrée sur la base de l'avis de l'EFSA et d'autres facteurs légitimes invoqués par les États membres ○ Le règlement européen prévoit une transparence sur le mode de production sur l'étiquetage (fermentation ou culture cellulaire) ○ Déjà 20 AMM délivrées	○ Complexité du dossier de demande d'AMM ○ Durée d'instruction par rapport d'obtention de l'AMM ○ Absence de procédure de pré-soumission des dossiers à l'EFSA ○ Aucune AMM délivrée (un seul dossier en cours d'instruction au niveau de l'EFSA)
Fabrication / Production	○ Technologie connue depuis plusieurs décennies ○ Non recours à l'animal hormis le prélèvement cellulaire initial	○ Dimensions des bioréacteurs limitées pour avoir une masse de production concurrentielle à l'élevage ○ Absence d'infrastructures industrielles en France pour la production de masse
Impacts sanitaires/nutritionnels	○ Maitrise des intrants ○ Maîtrise des risques par la méthode HACCP	○ Rupture de la stérilité en production ○ Carence en oligo-éléments, vitamines et certains acides aminés ○ Ingrédient d'aliments dits ultra-transformés
Impact environnemental	○ Émission en GES plus faible qu'en agriculture conventionnelle ○ Quantité d'eau requise plus faible qu'en agriculture conventionnelle ○ Nécessité moindre de ressources foncières	○ Consommation importante d'énergie ○ Artificialisation des sols, fermeture des milieux ou moindre séquestration du carbone
Aspect économique	○ Réponse à la carence en protéines animales sur le marché ○ Subventions à l'innovation en France et à la première entreprise (France 2030) ○ Partenariat de recherche secteur public / privé bénéfique (Ferment du futur)	○ Coût de production encore élevé, mais concurrentiel pour des produits prémium ○ Coût de production encore élevé non concurrentiel à la viande traditionnelle ○ Absence de financements publics pour la première entreprise[40]

[40] Aux dires des startups auditionnées

FP / viande cellulaire	Atouts	Faiblesses
Acceptation sociétale	○ Bien-être animal : Non recours à l'animal hormis le prélèvement cellulaire initial ○ Meilleure acceptation pour les environnementalistes et animalistes ○ Recours à des produits hybrides avec des protéines végétales ○ Procédés connus et acceptés du consommateur ○ Étiquetage clair sur le mode de production des ingrédients par fermentation	○ Faible acceptabilité pour la viande cellulaire due notamment à la perception d'Artificialisation de la protéine ○ Ingrédient d'aliments dits ultra-transformés ○ Manque de connaissance précise du consommateur sur les procédés

Opportunités	Menaces
○ Éventuelle participation à la souveraineté alimentaire ○ Innovation technologique ○ Réindustrialisation de la France ○ Intérêt des géants de l'agroalimentaire diversification des sources de protéines (Groupe Bel, Grimaud) ○ Exportation d'expertise et de savoir-faire français ○ Exportation de productions agro-alimentaires ○ Possibilité pour la France de créer une filière d'excellence	○ Absence des externalités positives de l'élevage (biodiversité, entretien des prairies) ○ Concurrence directe à l'élevage ○ Pertes de technologies et brevets si absence d'investissements pour la production en France ○ Concentration des investissements aux États-Unis ○ Risque de dépendance envers des multinationales étrangères ○ Disparition des startups en raison des difficultés rencontrées pour le passage à l'échelle industrielle (modèle économique non éprouvé)

CONCLUSION

Que ce soit la fermentation de précision ou la culture cellulaire, les technologies employées de production en bioréacteurs à petite échelle ne sont pas innovantes et sont maîtrisées depuis plusieurs années dans le secteur de l'alimentation ou de la pharmacie. **Les risques sanitaires** liés à la production sont majoritairement bien identifiés et maîtrisés par des démarches HACCP bien connues dans le secteur de l'alimentation.

Pour obtenir une AMM, la **qualité nutritionnelle** des aliments finaux doit être équivalente à celle des produits alimentaires qu'ils remplacent, tels que la viande ou des protéines spécifiques d'origine animale. Les demandes d'autorisation déjà déposées ou qui le seront prochainement concernent une protéine spécifique (bêtalactamine, lactose…) ou une biomasse cellulaire (de canard ou de poulet). Les produits, qu'ils soient issus de la fermentation de précision ou de la culture cellulaire, ne constituent le plus souvent que des ingrédients de l'aliment final. En effet, ce dernier demande l'ajout de divers acides aminés spécifiques, de vitamines, d'oligo-éléments, d'additifs colorants ou d'exhausteurs de goût avant de pouvoir être commercialisé. Cet aliment entre dans la catégorisation des aliments dits ultra-transformés et présente les mêmes interrogations quant au risque sanitaire sur le moyen et long terme.

On constate qu'à travers le monde, plusieurs pays ont mis en place des **systèmes d'évaluation et d'autorisation** de ces nouveaux aliments issus de la fermentation de précision ou de la culture cellulaire. Pour une commercialisation en France et en Europe, il convient d'obtenir une autorisation délivrée par la Commission européenne sur la base d'un avis scientifique de l'EFSA. Les startups françaises rencontrées déplorent la durée du processus dans l'Union européenne, même si elles reconnaissent l'intérêt d'en obtenir une pour faciliter leur commerce international ou l'obtention d'une autorisation dans d'autres pays. D'une façon générale, les autorisations sont obtenues beaucoup plus rapidement dans les autres pays avec un système plus interactif entre les demandeurs et les agences d'évaluation. Il serait bénéfique que l'EFSA adopte une démarche plus collaborative et ouverte, à l'instar de l'Agence européenne du médicament (EMA).

D'un point de vue de l'**impact environnemental**, l'analyse du cycle de vie de ces produits est à faire au cas par cas en prenant en compte le process industriel utilisé ; process amené à évoluer continuellement dans le temps pour une recherche toujours plus grande d'économie, notamment de recyclage, sans lesquels la rentabilité économique est remise en cause. Ainsi, les arguments de moindre occupation des sols, certes compréhensibles, sont à contrebalancer avec les impacts positifs de l'élevage sur la biodiversité et l'entretien des prairies. Il en est de même avec les arguments sur l'économie de l'eau et les moindres émissions des gaz à effet de serre. Il est compliqué d'extrapoler ces données à une échelle industrielle. Une telle production de masse semble irréaliste aujourd'hui et n'est pas revendiquée par les startups actuelles présentant un schéma de développement réaliste, on est sur une production complémentaire plutôt que supplétive à l'élevage.

D'un **point de vue économique**, les startups françaises tiennent une bonne place dans le paysage mondial des biotechnologies alimentaires et les innovations sont nombreuses. Toutefois, ces nouvelles technologies suivent le schéma classique de développement avec une sélection rude dès lors qu'il s'agit de passer de la phase pilote en laboratoires à une échelle industrielle pour la commercialisation des produits. Encore faut-il qu'ils aient pu être autorisés.

Les startups rencontrées reconnaissent l'importance de l'appui de l'État français pour l'innovation, notamment grâce à des programmes tels que « France 2030 », des collaborations public-privé avec des appuis de la recherche académique comme « Ferments du futur », ou encore des programmes de recherche financés au niveau européen.

Par contre, lorsqu'il s'agit de passer à la phase de première industrialisation, la levée de fonds est souvent plus difficile, voire impossible, sans l'appui de fonds privés étrangers et la recherche de partenaires industriels étrangers. Ainsi, si l'innovation est propice en France, la transformation à l'échelle industrielle n'est pas toujours accompagnée et soutenue. Notamment pour l'agriculture cellulaire, toutes les dernières demandes d'appuis financiers publiques ont été rejetées pour des raisons de stratégies politiques.

Le développement économique des produits de la culture cellulaire est encore loin de représenter une réelle concurrence par rapport à ceux de l'élevage, notamment pour la volaille. Cependant, ils peuvent représenter un marché complémentaire, notamment pour certaines niches commerciales à haute valeur ajoutée (telle que le foie gras).

En ce qui concerne la fermentation de précision, l'avenir économique semble plus prometteur au regard du marché des protéines, qui est de plus en plus tendu et dont les prix peuvent augmenter rapidement. Ils deviennent alors tout à fait concurrentiels et même rentables.

Les diverses enquêtes **d'acceptabilité par le consommateur** français de ces nouveaux aliments tendent à montrer que cette acceptabilité varie selon divers critères sociaux, tels que l'âge, les sensibilités au regard de la protection de l'environnement et du bien-être animal ou encore la qualité sanitaire de son alimentation. Les pourcentages d'acceptation restent faibles et sont similaires à ceux de la population végétarienne. Beaucoup (flexitariens) se disent prêts à goûter, mais ne se prononcent pas quant à une consommation régulière.

L'important reste l'information du consommateur et la transparence via l'étiquetage. La dénomination retenue devra être suffisamment explicite pour être comprise de tous les consommateurs et ne pas prêter à confusion (éviter le terme « viande », par exemple). Ce point important est défini lors de l'autorisation de mise sur le marché et l'inscription sur la liste des nouveaux aliments. Les États membres ont toute liberté pour apporter leurs amendements au projet de règlement d'exécution soumis au vote. La délivrance de l'autorisation de mise sur le marché ne se limite pas à une évaluation scientifique et d'autres facteurs peuvent être pris en compte. Un premier dossier de biomasse cellulaire de canard dans l'optique de produire un « foie gras » est en cours d'instruction à l'EFSA, il conviendrait de réfléchir en amont à la position que soutiendra la France à l'égard de ce produit lors du futur vote afin d'avoir un débat posé et objectif.

Aussi, les missionnés formulent les trois recommandations suivantes.

R1. Il serait judicieux de renforcer auprès des demandeurs la communication sur les mécanismes d'appui et de pré-soumission mis en place par l'EFSA pour les aider à constituer leur dossier de demande d'autorisation pour les nouveaux aliments innovants. Ces mécanismes pourraient être renforcés en s'inspirant de ceux développés par l'EMA pour les nouvelles thérapies.

R2. À l'heure où la souveraineté alimentaire et la réindustrialisation de la France sont des politiques publiques prioritaires, il conviendrait d'encourager et de soutenir au maximum les innovations considérées comme prometteuses afin d'éviter que celles-ci ne se délocalisent et ne se développent à l'étranger.

R3. Il convient d'organiser en amont du vote et sans tarder une réflexion interministérielle sur l'acceptation ou non de soutenir une demande d'autorisation de viande issue de la culture cellulaire en prenant en compte tous les tenants et les implications que cela représente.

Signatures des auteurs

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de mission

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE

Liberté
Égalité
Fraternité

Cabinet du ministre

Paris, le 12/02/2025

CGAAER / VP
13 FEV. 2025
COURRIER / ARRIVÉE

Le Directeur du Cabinet
de la Ministre de l'Agriculture
et de la Souveraineté alimentaire

à

Monsieur le Vice-Président du Conseil
Général de l'Alimentation, de l'Agriculture
et des Espaces Ruraux

N/Réf :
V/Réf :

Objet : prospective sur l'alimentation du futur

PJ :

Ces dernières années, de nombreuses communications sont faites sur la recherche, la mise au point ou la commercialisation de technologies, d'aliments ou d'ingrédients innovants. Citons par exemple : les « substituts » végétaux aux protéines animales (succédanés de fromages, steaks, saucisses, œufs, etc.), la fermentation de précision (production d'enzymes, de vitamines et autres ingrédients biosourcés), la viande cellulaire, les algues, les insectes, etc.

Des levées de fonds au bénéfice de start-up permettent des investissements conséquents dans la « foodtech » en Europe et à l'international, même si ceux-ci ont sensiblement diminué[1] entre 2021 et 2023. France 2030 soutient des projets dans les domaines de la recherche et des nouvelles technologies pour développer une alimentation de demain, saine, résiliente, durable et souveraine[2]. Une feuille de route gouvernementale pour le développement des filières algales a été lancée en février 2023.

Ces produits sont souvent présentés par leurs promoteurs comme une contribution utile voire nécessaire à la sécurité alimentaire face à l'augmentation prévisible de la population mondiale et à l'affaiblissement des ressources naturelles. Ils sont également présentés comme plus durables que les aliments conventionnels, s'agissant en particulier des aliments sources de protéines animales face au défi de l'adaptation au changement climatique. Ces hypothèses ne sont pas consensuelles dans les différentes prospectives relatives à l'évolution des systèmes alimentaires à horizon 2030 ou 2050, dans lesquelles une alimentation sans « substituts » transformés ou nouveaux ingrédients semble pouvoir conduire à des systèmes alimentaires sains et durables pour tous[3].

[1] Les start-up européennes de l'agritech et de la foodtech ont levé 4,3 Mrd€ en 2023, soit une baisse de 35% par rapport à 2022 et de 56% par rapport à 2021 (source : DigitalFoodLab, avril 2024)

[2] En 2023, 242 projets lauréats dans les domaines de l'agriculture et de l'alimentation (source : SGPI - rapport d'activités 2023)

[3] Par exemple seul 1 des 4 scénarios de la prospective ADEME « Transitions 2050 » est basé sur ces leviers technologiques

78, rue de Varenne
75349 PARIS 07 SP
Tél : 01 49 55 49 55

Dans l'Union européenne (UE), si les nouveaux procédés mis en œuvre entraînent des modifications substantielles dans la composition ou dans la structure du produit (en référence au produit conventionnel), celui-ci relève du règlement sur les « nouveaux aliments » et doit faire l'objet d'une évaluation favorable de l'EFSA préalable à la délivrance d'une autorisation de mise sur le marché. Cependant, le développement de nouvelles technologies peut interroger sur le caractère substantiel ou non des modifications opérées par certains procédés de fabrication et leur impact, tant sur la santé publique que sur l'environnement.

L'évaluation de sécurité sanitaire de l'EFSA n'épuise pas le débat public – particulièrement fécond en France - autour des nouvelles technologies, et il apparaît nécessaire, pour décider en toute connaissance de cause, de procéder à une étude d'impact global[4]. C'est le sens de la demande faite par le ministre français avec ses collègues autrichien et italien au Conseil agriculture à Bruxelles le 23 janvier 2024 à propos de la viande dite cellulaire, demande qui a été soutenue par une dizaine de délégations.

Je souhaite confier au CGAAER une mission d'expertise et de conseil sur l'alimentation de demain afin :

- de faire une revue des principales innovations en place ou envisagées, en France, dans l'UE et au niveau international ainsi que des financements publics dont elles ont pu bénéficier sur les dix dernières années ;
- d'étudier les forces, faiblesses, menaces et opportunités, et de faire des projections sur le développement des aliments et ingrédients innovants en France et dans l'UE ;
- de caractériser ce qui pourrait constituer l'étude d'impact précitée, au regard des 3 dimensions de la durabilité des systèmes alimentaires[5] (environnementale, économique, sociale/sociétale), de façon à pouvoir en temps utile alimenter le débat européen. S'agissant de la dimension sociale, il s'agira notamment de tenir compte de la question de l'information du consommateur au regard des propriétés nutritionnelle et organoleptiques particulières de ces innovations.

La mission sollicitera les principales parties prenantes en France et au niveau européen, et pourra s'appuyer sur les services compétents du MASA (SG/SSP, DGAL, DGPE, DGER, Conseillers aux affaires agricoles) voire d'autres ministères (transition écologique, consommation et répression des fraudes en particulier).

Je souhaiterais pouvoir disposer du rapport dans le délai de 6 mois après la désignation des missionnés.

Philippe GUSTIN

[4] Voir la recommandation n°6 du rapport du CGAAER « Systèmes alimentaires durables : le poids de l'offre et de la demande » (rapport n°23034-P, décembre 2023)

[5] « Un système alimentaire durable assure la sécurité alimentaire et la nutrition pour tous, de telle sorte que les bases économiques, sociales et environnementales permettant de générer la sécurité alimentaire et la nutrition pour les générations futures ne soient pas compromises » (FAO, 2020)

Annexe 2 : Liste des personnes rencontrées

Nom Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
PUECH Lilian	CGAAER	Coordonnateur de la stratégie nationale « Alimentation durable et favorable à la santé » de France 2030	11/09/2025
VOYATZAKIS Ariane	ANIA	Directrice Innovation et ingénierie financière	19/09/2025
MARTIN Alexandre	DGPE/SCPE/SDC	Adjoint au sous-directeur	24/09/2025
REBEYROL Pierre	DGPE/SCPE/SDC	Adjoint au sous-directeur	24/09/2025
GOMAND Leo	DGPE/SCPE/SDC/BEI	Chef de bureau	24/09/2025
BENDA Robert	DGPE/SCPE/SDC/BEI	Adjoint au chef de bureau	24/09/2025
LE BOURGEOIS Laure	DGPE/DMEA	Déléguée ministérielle	24/09/2025
PEREIRA ALAGIA Maël	DGPE/DMEA	Responsable de pôle technique	24/09/2025
BERNOIS Virginie	Bureau du Cabinet MAASA	Conseillère technique conseillère en charge des filières végétales et de la souveraineté en matière agricole et alimentaire	14/10/2025
GUILLOTEAU Solène	DGAL/SDATAA/BAPI	Cheffe de bureau	20/11/2025
VISTE TOPART Caroline	DGAL/SAS/SDSSA/BEPI	Cheffe de bureau	20/11/2025
MIRALLES Emmanuelle	DGAL/SAS/SDSSA/BEPI AS	Adjointe à la cheffe de bureau	20/11/2025
CHASSAIN Floriane	DGAL/SAS/SDSSA/BEPI	Chargée de mission	2/12/2025
BERTHOLON Karine	DGAL/SPPSI/SDEIGIR/B	Cheffe de bureau	2/12/2025
POTIER Emmanuel	DGAL/SPPSI/SDEIGIR /BNEM	Adjoint à la cheffe de bureau	2/12/2025

Nom Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
AFONSO Ana Luisa	EFSA	Cheffe de l'unité nutrition/OGM/Novel food	8/12/2025
MARGARITIS Irini	ANSES	Adjointe au Directeur d'évaluation des risques	15/12/2025
SCHULER Matthieu	ANSES	Directeur général délégué du pôle « Sciences pour l'expertise »	15/12/2025
NADAUD Perrine	ANSES	Coordinatrice d'expertise scientifique dans le domaine des risques liés à la nutrition	15/12/2025
POCARD Chloé	ANSES	Coordinatrice scientifique	15/12/2025
CHEMIALY Marianne	ANSES	Directrice scientifique Sécurité sanitaire des aliments	15/12/2025
TACK Karine	ANSES	Cheffe d'unité UERALIM	15/12/2025
CORDEVENT Christophe	ANSES	Membre du Département Stratégies et Programmes de la direction générale	15/12/2025
CHAIX Estelle	ANSES	Coordinatrice scientifique d'expertise - Unité d'évaluation des risques liés aux aliments	15/12/2025
MORIN FOREST Nicolas	PIRIMA/SUPREME/GOU	Co-dirigeant SUPREME	18/12/2025
DUTHOIT Etienne	PIRIMA/SUPREME/VITAL MEAT	Co-dirigeant SUPREME	18/12/2026 13/02/2026
BLANC Geoffrey	PIRIMA	Responsable du site pilote	13/02/2026
HOCQUETTE Jean-François	INRAE Clermont-Ferrand	Directeur de recherche	15/01/2026
TOUBIA Didier	ALEPH FARMS	Président directeur général	21/01/2026
CLUZEL Odile	DGCCRF/SPCRM/SDPMA	Sous-directrice	22/01/2026

Nom Prénom	Organisme	Fonction	Date de rencontre
SERVOZ Claire	DGCCRF/ SPCRM/SDPMA/BICVDA (bureau 4A)	Cheffe de bureau	22/01/2026
PARIZOT Virginie	DGCCRF/SPCRM/SDPMA/BPOAI (bureau 4B)	Cheffe de bureau	22/01/2026
EL KRAYASS Malika	DGCCRF/SPCRM/SDPMA/BPOAI (bureau 4B)	Adjointe à la cheffe de bureau	22/01/2026
PAINEAU Damien	INRAE Saclay	Directeur de programme « Ferment du Futur »	23/01/2026
LOUVION Sébastien	STANDING OVATION	Directeur des affaires réglementaires	29/01/2026
CHARDONNENS Yvan	STANDING OVATION	Président directeur général	29/01/2026
VINCENT Matthieu	DIGITALFOODLAB	Co-fondateur	29/01/2026
SEKHER Nadia	BPI/DFI	Responsable sectorielle agriculture et agro-alimentaire	02/02/2026
GRANDSIR Capucine	BPI/DFI	Experte sectorielle agriculture et agro-alimentaire	02/02/2026
BEREND Klaus	Commission européenne	Directeur E – Sécurité alimentaire, durabilité et innovation	9/02/2026
MAC MILLAN Stéphane	VERLEY	Co-fondateur Président directeur général	10/02/2026
ROLLAND Nathalie	NUTROPY	Présidente	18/02/2026
BENDIFALLAH Maya	NUTROPY	Directrice générale	18/02/2026
LEPRINCE Hervé	NEWSENS Z'HOMNIVORES	Président - Membre	24/02/2026
NGUYEN Julia	MINEFI/DGE/SI	Directrice de projet Industries agroalimentaires	26/02/2026
POIRI Juliette	MINEFI/DGE/SI	Chargée des industries agroalimentaires aval	26/02/2026

Annexe 3 : Liste des sigles utilisés

- AB : Agriculture Biologique
- ACNF : Advisory Committee on Novel Foods
- AFOM : Atouts Faiblesses Forces Menaces
- AMM : Autorisation de Mise sur le Marché
- ANIA : Association Nationale des Industries Agro-alimentaires
- ANR : Agence Nationale de Recherche
- ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du travail
- BAPI : Bureau de l'Appui aux Politiques Incitatives
- BEI : Bureau Emploi et Innovation
- BICVDA : Bureau de l'Information du Consommateur et Valorisation des Denrées Alimentaires (Bureau 4A)
- BNEM : Bureau des Négociations Européennes et Multilatérales
- BPI France : Banque Publique d'Investissement France
- BEPIAS : Bureau des Établissements et Produits des Industries Alimentaires Spécialisées
- BPOAI : Bureau des Produits Origine Animale et Intrants (bureau 4B)
- CAC : Commission du Codex Alimentarius
- CCFA : Comité du Codex alimentarius des Additifs Alimentaires
- CCFH : Comité du Codex de l'Hygiène Alimentaire
- CCGP : Comité du Codes des Principes généraux
- CCEXEC : Comité exécutif du Codex alimentarius
- CGAAER : Conseil Général de l'Alimentation, l'Agriculture et des Espaces Ruraux
- CH_4 : méthane
- CNA : Conseil National de l'Alimentation
- CO_2 : Dioxyde de carbone
- CPVADAAA : Comité Permanent des Végétaux, des Animaux, des Denrées Alimentaires et de l'Alimentation Animale
- DGAL : Direction Générale de l'Alimentation
- DGCCRF : Direction Générale de la Concurrence et de la Répression des Fraudes
- DGE : Direction Générale des Entreprises
- DGPE : Direction Générale de la Performance économique et environnementale des entreprises
- DFI : Direction des Filières Industrielles
- DMEA : Délégation ministérielle aux Entreprises Agro-alimentaires

- EFSA : Autorité de Sécurité Alimentaire Européenne
- EGE : École de Guerre Économique
- EMA : Agence Européenne du Médicament
- ESB : Encéphalite Spongiforme Bovine
- ETI : Entreprise de taille Intermédiaire
- FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
- FDA : Food and Drug Administration (USA)
- FP : Fermentation de Précision
- FSANZ : Food Standards Australia New Zealand
- FSIS : Food Safety Inspection Service
- GES : Gaz à Effet de Serre
- GRAS : Generally Recognized As Safe
- HACCP : Hazard Analysis Critical Control Point
- HVE : Haute Valeur Environnementale
- IAA : Industrie Agro-Alimentaire
- INCO : Règlement de l'INformation des Consommateurs
- ISO : Organisation internationale de normalisation
- INRAE : Institut national de recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement
- MAASA : Ministère de l'Agriculture, de l'Agro-alimentaire et de la Souveraineté Alimentaire
- MINEFI : Ministère en charge de l'Économie et des Finances
- NOAEL : Evaluation des doses sans effet
- NFPS : Nouveaux systèmes de production
- OGM : Organisme Génétiquement Modifié
- OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- PME : Petites et Moyennes Entreprises
- R&D : Recherche et développement
- SIA : Salon International de l'Agriculture
- SAS : Service des Actions Sanitaires
- SGAE : Secrétariat général des Affaires Européennes
- SCPE : Service Compétitivité et Performance Environnementale
- SDATAA : Sous-Direction de l'Accompagnement des Transitions Alimentaires et Agroécologiques
- SDC : Sous-Direction Compétitivité
- SDEIGIR : Sous-Direction de l'Europe, de l'International et de la Gestion Intégrée du Risque
- SDPMA : Sous-direction des Produits et des Marchés Agroalimentaires

- SDSSA : Sous-Direction de la Sécurité Sanitaires des Aliments
- SFA : Agence Alimentaire Singapourienne
- SPCRM : Service de la Protection des Consommateurs et de la Régulation des Marchés
- SPPSI : Service du Pilotage de la Performance Sanitaire et de l'International
- SI : Service de l'Industrie
- UE : Union Européenne
- USA : États-Unis d'Amérique
- USDA : Département de l'Agriculture des États-Unis

Annexe 4 : Liste des textes de références

- Règlement (CE) n°853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.
- Règlement (UE) no 182/2011 du Parlement Européen et du Conseil du 16 février 2011 établissant les règles et principes généraux relatifs aux modalités de contrôle par les États membres de l'exercice des compétences d'exécution par la Commission.
- Règlement (UE) n°1169/2011 du Parlement européen et du Conseil du 25 octobre 2011 concernant l'information des consommateurs sur les denrées alimentaires, modifiant les règlements (CE) n°1924/2006 et (CE) n°1925/2006 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant la directive 87/250/CEE de la Commission, la directive 90/496/CEE du Conseil, la directive 1999/10/CE de la Commission, la directive 2000/13/CE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2002/67/CE et 2008/5/CE de la Commission et le règlement (CE) n°608/2004 de la Commission.
- Règlement (UE) n°1308/2013 du parlement européen et du conseil du 17 décembre 2013 portant organisation commune des marchés des produits agricoles et abrogeant les règlements (CEE) n°922/72, (CEE) n°234/79, (CE) n°1037/2001 et (CE) n°1234/2007 du Conseil
- Règlement (UE) n°2015/2283 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2015 relatif aux nouveaux aliments, modifiant le règlement (UE) n° 1169/2011 du Parlement européen et du Conseil et abrogeant le règlement (CE) n° 258/97 du Parlement européen et du Conseil et le règlement (CE) n° 1852/2001 de la Commission (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).
- Règlement d'exécution (UE) n°2017/2470 de la Commission du 20 décembre 2017 établissant la liste de l'Union des nouveaux aliments conformément au règlement (UE) 2015/2283 du Parlement européen et du Conseil relatif aux nouveaux aliments (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).
- Code rural et de la pêche maritime, titre III du livre II, notamment article L. 230-5.

Annexe 5 : Bibliographie

Articles et ouvrages

- Bolo, P., Bazin, A. Paris : Bureau de l'Assemblée Nationale et Bureau du Sénat. Rapport au nom de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques sur Protéines et alimentation., 2025.181p
- Walrand, S., Coxam, V., Rémond, D., Chardigny, J.M., Brossard, C., Denery, S., Dupont, D. Rechercher les qualités nutritionnelles des protéines d'origine végétale. Rencontres Salon international de l'agriculture (SIA)2013, Feb 2013, Paris, France (https://hal.inrae.fr/hal-02802159/document)
- Cayot, P., Substituts à la viande : formulations et analyse comparée (1/2). 2021 (https://institut-agro-dijon.hal.science/hal-03675326/document)
- Kholler, D. Lavarde, F. Chaigneau, G. Rapport du CGAAER n°21125 : Présentation et développement de l'algoculture en France – CGAAER – juillet 2022, 109p
- Vitard, A. Pour la statup aleph farms, "la viande de culture" ne doit pas se substituer à la viande conventionnelle. (https://www.usine-digitale.fr/article/pour-la-startup-aleph-farms-la-viande-de-culture-ne-doit-pas-se-substituer-a-la-viande-conventionnelle.N927759)
- Guidance on the scientific requirements for an application for authorisation of a novel food in the context of Regulation (EU) 2015/2283 – EFSA – 27 juin 2024;
- Food safety aspects of cell-based food – FAO – OMS – 2023
- Cell-based food : its safety and its future role - stakeholder roundtable meeting report - Tel Aviv, Israël - FAO – 7 September 2022 ;
- Cell-based food and precision fermentation : products, safety and the future role – stakeholder roundtable meting report – Shanghai, China – FAO – 6 November 2023 ;
- Food safety aspects of cell-based and precision fermentation derived food products – CAC47/CRD04 – 47ème Codex Alimentarius Commission – November 2024 ;
- Proposed on cell-based foods – CODEX committee for latin America and the carribean – 23rd session – July 2024;
- Discussion paper for new work on development of guidelines for food safety assessment of cell culture media components in cell-based food production – FA55/CRD06- 55th session - CCFA
- Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires – Commission du Codex alimentarius – 48ème session – novembre 2025
- Assuring the safety of cultivated meat : HACCP plan development and application to a cultivated meat target-product –
- Bourdrez,V. Chriki, S. Qualités nutritionnelle, organoleptique et disposition à payer pour les alternatives à la viande : cas des analogues végétaux, de la « viande in vitro » et des insectes — INRAE - Productions Animales, 2022, 35 (3), pp.217-236. 10.20870/productions-animales.2022.35.3.7265- Hal-03920241
- Quesne, A. Agriculture cellulaire : les enjeux juridiques et éthiques de l'alimentation de demain – Livre Blanc – Clinique juridique « One Health » - 2022.

- Rietmann, O. Chabanel, H. Rapport d'information au nom de la commission des affaires économiques sur les aliments cellulaires – n°504 – Sénat session ordinaire de 2022-2023.
- Hoquette, JF. Chriki, S. Elies-Oury, MP. La « viande de culture » : ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir. Volet B : Qualités extrinsèques de la viande de culture – Cahier de nutrition diététique – volume 53, Issue1, Fevrier 2024- p.47-56.
- Verkuijl, C. Raina, R. Watson, R. What's cooking ? An assessment of the potential impacts of selected novel alternatives to conventional animal products - Union environment programme - Frontiers 2023.
- Guyon, C. Lacoux, B. Gasnot, G. Ingérence économique dans la production alimentaire française - Commet les américains financent l'activisme animaliste en France pour déstabiliser les filières animales – Ecole de guerre économique - Décembre 2024 – 40p (https://programmes.ege.fr/ege-rapport-ingerence-economique-dans-la-production-alimentaire-francaise/)
- Dedet, V. Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées – Auzalide Santé Animale – MAELE-Fiche 15
- Hoquette, JF. Chriki, S. The Myth of Cultured Meat : a review – Frontier in nutrition – Feb 2020 – Volume 7 Art 7
- Risner, D. Nguyen, Y. Siegel, JB. Environmental impacts of cultured meat : a cradle-to-gate life cycle assessment – ACS Food Sci Technol – Dec 2024.
- Alfonso, A. Gelbmann, W. – Cell culture-derived foods and food ingredients – EFSA scientific colloquium 27 – Feb 2024;
- Chriki, S. Hallman, W. Hocquette, JF. De la cellule à l'assiette : les enjeux techniques et sociétaux de la « viande de culture » – Viande & Produits carnés – VPC-2025-41-31 – 31 décembre 2025
- ModernMeat – The next generation of Meat from Celles – Cellular Agriculture Society – 18 septembre 2023
- Hocquette, JF. Chriki, S. Fournier, D. Will « cultured meat » transform our food system toward sustainability – The international journal on animal bioscience – Animal 19(2025)101145
- Hoquette, JF. Chriki, S. Elies-Oury, MP. La « viande de culture » : ce que nous savons et ce qu'il faudrait savoir – volet B : Qualités intrinsèques de la viande de « culture » – Cahier de nutrition et de diététique – 2023
- Marquez, A. Messer, E. Gerber, S.« It is supposed to be real meat" An analysis of media coverage of the first United States sales approval of cell-cultivated chicken – Future Foods 11 (2025)100659
- Evain L., Nairaud D. – Systèmes alimentaires durables, le poids de l'offre et de la demande – CGAAER -MAASA, rapport n°23034-P, décembre 2023
- Chabanet D., Pujos C., Alimentation et élevages : externalités posiitves, rapport CGAAER n°23047, janvier 2024

Site internet

https://www.ceva-algues.com

https://www.inrae.fr/approchez-vous/proteines-animales-vegetales

https://www.anses.fr/fr/system/files/NUT2017SA0086.pdf

https://www.anses.fr/fr/system/files/ERCA2017SA0070.pdf

https://agriculture.gouv.fr/developpement-de-lalgoculture-en-france

https://alehoop.eu/

https://digitalfoodlab.com/foodtech-trends-2025/

https://digitalfoodlab.com/global-foodtech-investments-in-2025/

https://www.forbes.fr/business/bill-gates-richard-branson-et-linvestissement-dans-la-viande-propre/

https://www.ema.europa.eu/en/human-regulatory-overview/support-early-access

Intelligence artificielle

Mistral

Annexe 6 : Réglementation dans les pays étrangers

Cette analyse a notamment été réalisée grâce aux réponses apportées à un questionnaire envoyé aux conseillers agricoles des ambassades de France USA, AUS, ISR, Singapour, UK et NL.

USA[41]

Fermentation de précision et production par culture cellulaire n'obéissent pas aux mêmes procédures d'autorisation.

1. Produits de la fermentation de précision

Aux États-Unis, il existe deux procédures distinctes d'« autorisation » des produits issus de la fermentation, en vue de leur commercialisation[42].

La première voie est celle prévue pour l'autorisation « type » des additifs alimentaires, notamment de nature chimique, tels que les colorants de synthèse, qui est délivrée par la *Food and Drug Administration* (FDA). C'est un processus à la fois « classique » (avec évaluation du risque lié au produit, à l'appui) et long, impliquant une consultation publique, avant que la FDA ne publie un règlement pour l'additif en question, autorisant des utilisations spécifiques du produit.

La deuxième voie est la procédure permettant d'accéder au statut dit « *Generally Recognized As Safe* » (GRAS). Les opérateurs doivent alors apporter des preuves émises par des experts qualifiés, tendant à démontrer que le produit a été reconnu comme sûr, dans des conditions d'utilisation spécifiques. D'une manière générale, les entreprises attendent de recevoir de la FDA une « *No question letter* », ne soulevant aucune objection quant à l'innocuité du produit, avant de mettre sur le marché le produit. Les entreprises de fermentation choisissent généralement d'emprunter la voie du statut « GRAS », comme le démontrent les « *No question letters* » émises par la FDA ces récentes années. Les délais d'émission des « *No questions letters* » sont en moyenne de quelques mois, selon la robustesse des données fournies par le pétitionnaire dès le dépôt du dossier.

2. Produits issus de la culture cellulaire

Aux États-Unis, deux agences – le *Food Safety Inspection Service* (FSIS/USDA) et la FDA – ont compétence en matière de sécurité sanitaire des aliments[43]. Pour schématiser, le FSIS assure le contrôle des filières « viandes » et « œufs », et la FDA de tout le reste, soit 80% de la production alimentaire.

41 Rapport USDA – décembre 2024 – Économie de l'agriculture cellulaire

42

43 La FDA est responsable de la mise en œuvre du *Federal Food, Drug and Cosmetic Act*, du *Public Health Service Act* et du *Fair Packaging and Labelling Act*. Le FSIS est, quant à lui, responsable de l'application du *Federal Meat Inspection Act*, du *Poultry Products Inspection Act* et du *Egg Products Inspection Act*.

En 2019, les deux administrations ont signé un accord[44] (voir annexe 2) détaillant les prérogatives de chacune d'entre elles. L'accord prévoit ainsi que la FDA est le premier « guichet », auquel doit s'adresser toute entreprise désireuse de développer des produits issus de la culture cellulaire. Au titre d'examens de pré-commercialisation (« *premarket analyses* »), la FDA évalue le processus de culture des cellules, y compris la collecte initiale des cellules, leur prolifération et différenciation, ainsi que l'initiation et la maintenance des banques de cellules. Toutes les informations collectées par la FDA durant la phase d'évaluation font l'objet d'un partage avec le FSIS. De son côté, le service de l'USDA veillera à ce que les établissements fournissant les milieux de culture, collectent les cellules conformément aux prescriptions des différents règlements dont le FSIS assure la mise en œuvre. *In fine*, l'acte d'autorisation revient à la FDA, qui émet une « *FDA response letter* » – s'apparentant à une « *No question letter* » (« *We have no questions at this time*… ») –, avec copie au FSIS.

Il n'y a pas de cadre calendaire pour l'octroi d'une autorisation à développer des denrées issues de la culture cellulaire. Seuls 5 produits ont été à ce stade autorisés par la FDA ; il serait délicat de conclure à un délai moyen d'instruction des dossiers. Mais en prenant l'exemple du premier produit autorisé (UPSIDE FOODS), on notera que l'instruction a débuté en mars 2022 pour s'achever à la publication de la « *FDA response letter* », en mars 2023, soit un an plus tard.

À noter que ces dernières années, le FSIS a sollicité les commentaires du public sur la terminologie à attribuer aux « viandes » issues de la culture cellulaire. Le *Federal Meat Inspection Act* définit la viande comme « *toute partie de muscle squelettique, ou provenant de la langue, du diaphragme, du cœur ou de l'œsophage, avec ou sans le gras, et toutes les portions d'os, peau, tendon, nerf et vaisseaux sanguins qui accompagnent normalement le tissu musculaire et n'en sont pas séparés lors du processus d'habillage* ». À ce stade, le FSIS n'a pas encore arrêté une dénomination particulière, alors que quelques États américains[45] – comme l'Iowa – ont d'ores et déjà adopté leur propre règle en matière d'étiquetage des « viandes » cellulaires. Pour rappel, la FAO et l'OMS ont conjointement convenu d'utiliser la nomenclature « *aliments à base de cellules* » comme terminologie « temporaire »,

Une enquête ouverte au sujet de l'étiquetage a montré que : 83% des répondants (consommateurs et industriels de la viande) estiment que l'étiquetage doit permettre de distinguer les viandes issues de cultures cellulaires de celles provenant de l'abattage d'animaux et un sondage sur les termes à utiliser met en avant : « Viande élevée en laboratoire », « protéines issues de culture cellulaire », « viande cultivée », « viande cultivée en laboratoire » pour les plus fréquentes.

La situation est variable selon les États :

- 16 états ont introduit une législation relative à l'étiquetage
- L'état de Floride a interdit en mars 2024 la fabrication, vente, détention ou distribution de viande cultivée mais cela pourrait être invalidé en fonction des directives de l'USDA et de la FDA. (Invalidation par préemption).

44

45

Nouvelle-Zélande et Australie :

L'autorité en charge de la sécurité sanitaire des aliments en Australie, et délivrant les autorisations de mise sur le marché des produits alimentaires quand nécessaire, est Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). La délivrance d'une telle autorisation repose sur la fourniture d'un dossier par le metteur en marché, dont la conformité avec le Food Standards Code est examinée ; cette procédure est généralement assez longue et peut prendre jusqu'à 2 ans. FSANZ a également la responsabilité de définir les règles d'étiquetage des produits alimentaires.

Si un opérateur souhaite faire modifier le Food Standards Code afin d'y faire reconnaître un nouvel ingrédient, il peut déposer directement une demande auprès de FSANZ mais il peut également solliciter un avis préliminaire à l'Advisory Committee on Novel Foods (ACNF) ; celui-ci peut en effet produire une recommandation argumentée sur le statut de l'ingrédient.

Les produits alimentaires issus de culture cellulaire listés dans le Schedule S25A, à ce jour, ne contiennent que la viande de caille cultivée. À noter que la viande de caille cultivée est ainsi autorisée comme ingrédient, sans limiter les produits alimentaires qui l'utilisent. Le code dispose par ailleurs que l'étiquette du produit n'a pas le droit de mentionner les termes « viande de volaille ». Par ailleurs, le Code donne les obligations incombant aux activités de culture cellulaire à des fins alimentaires (standard 3.4.1), notamment en matière de :

- Sécurité sanitaire des aliments : absence de bactéries, champignons, virus et prions ; statut sain de l'animal donneur ; notification des activités, événements indésirables et plans de gestion des risques ;
- Traçabilité depuis l'animal donneur jusqu'à la ligne cellulaire finale ;
- Contrôle du processus et notamment de sa température.

L'analyse de risque se base sur :

- Caractérisation du produit : origine, méthode de production et de transformation, composition chimique, physique et biochimique, stabilité et durée de conservation ;
- Évaluation toxicologique : tests pour identifier les risques sur la santé humaine : toxicité aigüe et chronique, métabolites indésirables ou contaminants, évaluation des doses sans effet (NOAEL) etc. ;
- Profil nutritionnel : comparaison avec des aliments équivalents déjà consommés, effets sur l'apport nutritionnel global (carences ou excès), biodisponibilité des nutriments ;
- Évaluation du caractère allergène : identification des protéines allergènes potentielles, comparaison avec les protéines connues allergènes, tests ;
- Exposition alimentaire : estimation de la consommation potentielle par différents groupes de populations, analyse des risques liés à la quantité consommée et à la fréquence ;
- Évaluation microbiologique : présence ou absence de contaminants microbiens, contrôle de la sécurité pendant la production et la transformation ;
- Stabilité génétique et sécurité du procédé : pour les aliments issus de la biotechnologie ou de la culture cellulaire : vérification que les modifications sont stables et prévisibles, analyse de la sécurité du procédé (pas de contamination ni de produits secondaires nocifs) ;
- Comparaison avec un aliment existant : détermination si le nouveau produit alimentaire est aussi sûr que les aliments traditionnels similaires, et application du principe de précaution si incertitude ;

- Étiquetage et conditions d'usage : vérification de la consommation en sécurité du produit selon l'usage, détermination des exigences d'étiquetage pour informer le consommateur.

Israël :

Israël est un pays à fort appétit pour l'innovation, mais son déploiement industriel demeure limité par la taille réduite et la forte concentration de son marché intérieur. Ce contexte n'empêche pas le pays de figurer parmi les plus avancés au monde en matière de FoodTech, porté par une société ouverte à la nouveauté et un marché prêt à tester de nouveaux produits. La proportion élevée de végétariens et de consommateurs soucieux du bien-être animal stimule particulièrement la demande pour les protéines alternatives.

Les nouveaux aliments sont évalués par le département chargé des Risques alimentaires au sein du National Food Service (ministère de la Santé). La procédure d'enregistrement des nouveaux aliments (procédure n° 004-08) exige une autorisation préalable obligatoire. La procédure est confidentielle et dure normalement six mois, mais, selon la complexité du dossier, elle peut s'étendre jusqu'à 12 mois. En vigueur depuis le 19 février 2006, elle a reçu le statut de législation secondaire conformément à l'article 321(d) de la loi sur la protection de la santé publique. L'évaluation se base sur les évaluations réalisées par l'UE, les USA, le Canada et Australie Nouvelle-Zélande.

Pour répondre aux besoins de l'écosystème local, le département chargé des Risques alimentaires a adopté une approche proactive en matière d'accompagnement des acteurs locaux dans leurs démarches vis-à-vis les autorités. Cette stratégie a notamment permis à Israël d'être le premier pays au monde à approuver, en janvier 2024, la commercialisation de viande cultivée à partir de bovins.

En décembre 2024, le National Food Service a publié un guide destiné aux entreprises de technologie alimentaire qui désirent obtenir une autorisation de mise sur le marché pour des produits innovants (« novel food »), comme la viande cultivée et les ingrédients et additifs alimentaires produits par fermentation de précision. Ce guide s'inscrit dans le cadre d'un projet pilote conjoint entre le Ministère de la Santé et l'Autorité de l'innovation afin de rendre accessibles les réglementations, les exigences et la structure des processus pour le dépôt de demandes liées aux protéines alternatives et aux aliments produits par biotechnologie.

Les exigences réglementaires applicables à la FoodTech en Israël varient selon la nature des produits. Les entreprises actives dans les protéines ultra-transformées, produisant des alternatives à base végétale ou hybrides au moyen de procédés industriels avancés (impression 3D, extrusion, formulations complexes), doivent prêter une attention particulière à la composition nutritionnelle et aux allergènes. Toutefois, la législation israélienne n'impose pas systématiquement une évaluation scientifique complète préalable, sauf en cas d'utilisation d'ingrédients nouveaux ou recombinants.

En revanche, les startups développant des produits issus de la culture cellulaire ou de la fermentation de précision sont soumises à des exigences beaucoup plus strictes. Avant toute commercialisation, elles doivent soumettre au ministère de la Santé une évaluation scientifique complète, incluant des études toxicologiques, la caractérisation des cellules ou micro-organismes utilisés, l'analyse des allergènes, ainsi que la vérification de la sécurité microbiologique et nutritionnelle. Cette évaluation est menée par un comité interdisciplinaire placé sous l'égide du département chargé des risques alimentaires. Afin d'accélérer le traitement des dossiers, un partenariat entre ce département et l'Autorité israélienne de

l'innovation a permis le recrutement d'évaluateurs supplémentaires. L'objectif de cette coopération est d'ajuster la capacité d'examen à la volumétrie croissante des demandes tout en maintenant des délais d'évaluation stables.

Singapour :

Autorisation de la vente de nuggets de poulet en 2020. Un nouveau cadre réglementaire a été établi par l'agence alimentaire singapourienne (SFA) en 2019. Un dossier avec les informations nécessaires à l'évaluation de la sécurité des nouveaux aliments doit être déposé à la SFA. Ce document doit couvrir les aspects sur la toxicité, l'allergénicité, la sécurité du procédé de production ainsi que les informations relatives aux matières premières utilisées dans le précédé et les mesures de contrôle pour prévenir les risques. de fabrication (milieu de culture). Ces produits sont nouveaux et les exigences et données demandées peuvent évoluer dans le temps. Un groupe de travail d'expert a été mis en place pour une bonne évaluation.

Les rapports d'évaluation des autres agences de sécurité alimentaires dans le monde sont pris en compte USFDA, EFSA…). Un groupe de travail d'experts en sécurité des nouveaux aliments a été créé. L'étiquetage doit indiquer clairement que les produits carnés sont fabriqués à base de culture cellulaire.

Canada :

Santé Canada et l'Agence canadienne d'inspection des aliments sont les autorités compétentes pour la commercialisation et le contrôle des nouveaux aliments. Ceux-ci sont soumis à une notification préalable à leur commercialisation. Les exigences sont similaires à celles du droit européen quant à la nature du dossier à déposer et aux informations à apporter. De plus, Santé Canada environnement et changement climatique a en charge le contrôle du respect des obligations environnementales. Toutes nouvelles substances doivent être notifiées avant sa commercialisation.

Chine :

L'évaluation préalable est réalisée par le Centre national d'évaluation des risques pour la sécurité alimentaire.

Inde :

La fabrication et la vente des nouveaux aliments sont soumises à l'approbation de l'Autorité indienne de sécurité indienne de sécurité et de normalisation des aliments.

Japon :

La viande cellulaire devrait être autorisée depuis fin 2022. Interdiction possible par le ministère de la santé et du travail après avis du Conseil des affaires pharmaceutiques et de l'hygiène. Un groupe de travail a été mis en place pour élaborer une stratégie pour divers types de source de protéines alternatives.

Qatar :

Accueil d'une usine de production de viande cellulaire de poulet. L'autorité des zones franches et le ministère de la santé publique prévoient des autorisations réglementaires. L'évaluation se fait selon des lignes directrices adoptées par l'organisation de normalisation du Golfe (à laquelle le Qatar appartient).

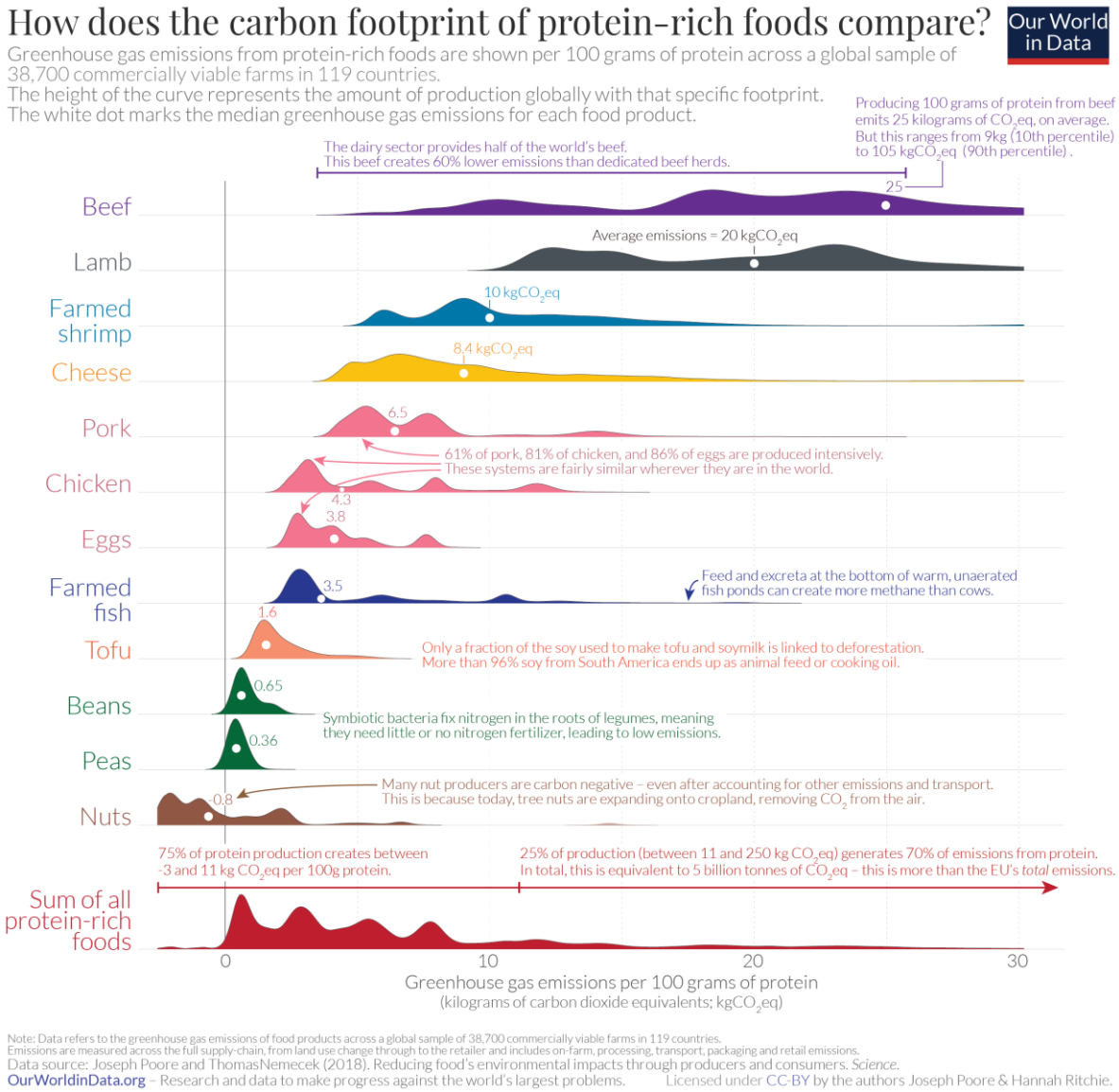
Table 4. Developments in different countries relevant for cell-based food products and their safety

Country / economic zone	Competent authority	Legislative/ standard-setting bodies	Cell-based food product on the market? (until 1 March 2022)	Cell-based food-specifically addressed in food safety regulations and/or safety guidelines/instructions? (until 1 March 2022)
Australia and New Zealand	Food Standards Australia New Zealand	Food Standards Australia New Zealand, "Ministry for Primary Industries"	No	No
Canada	Health Canada	Health Canada	No	No
China	National Center for Food Safety Risk Assessment	Food Safety Committee of the State Council	Unknown	No
European Union / European Economic Area / United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland	European Food Safety Authority (European Union) / Federal Food Safety and Veterinary Office (Switzerland) / Mattilsynet (Norway) / Matvælastofnun (Iceland) / Food Standards Agency SA (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)	European Parliament, Council, European Commission, national ministries, Food Standards Agency (United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland)	No	Yes
India	Food Safety and Standards Authority of India	Food Safety and Standards Authority of India	No	No
Israel	National Food Service	Ministry of Health	No	No
Japan	Food Safety Committee	Ministry of Health, Labour and Welfare Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries	No	No
Qatar	Ministry of Public Health	Qatar General Organization for Standards and Metrology and Gulf Cooperation Council Standardization Organization	No	No
Singapore	Singapore Food Agency	Singapore Food Agency	Yes Chicken nuggets and processed comminuted poultry products containing cell-based chicken	Yes
United States of America	Food and Drug Administration / United States of America Department of Agriculture Food Safety Inspection Service	Food and Drug Administration / United States of America Department of Agriculture	No	Yes

Source: Authors' own elaboration.

Annexe 7 : Empreinte carbone des différentes espèces[46]

Un article de Hannah Ritchie[47] présente la gamme des empreintes carbones de différentes productions alimentaires dans le monde. Ce qui est remarquable dans ce graphique est l'extrême étalement de l'empreinte carbone des ruminants par rapport aux autres animaux, et un étalement systématiquement supérieur des produits animaux (y compris laitiers) par rapport aux produits végétaux. Ceci illustre que l'empreinte carbone d'une vache élevée sur les plateaux de l'Aubrac et qui entretient un milieu naturel unique n'est pas le même que celui d'un bovin élevé dans un feedlot d'Amérique du Nord.



[46] Rapport CGAAER n°23047- Alimentation et élevage : externalités positives – Dominique Chabanet – Charles Pujos

47 https://ourworldindata.org/less-meat-or-sustainable-meat

Annexe 8 : Questionnaire d'enquête sur la viande cellulaire

ENQUETE_VIANDE_CELLULAIRE

A la demande du cabinet de la ministre en charge de l'agriculture, le CGAAER a été mandaté pour réaliser un état des lieux sur la viande cellulaire.

Au delà de l'objectif de faire un inventaire des principales innovations en cours de développement pour notre alimentation du futur, le périmètre de la mission embarque l'étude de ses avantages et des inconvénients tant sur le plan sanitaire, que sur les plans réglementaire, environnemental, économique ou sociétal dans un contexte de développement d'une alimentation plus durable

Le présent questionnaire a été conçu pour tenter d'évaluer l'acceptabilité sociétale de cette nouvelle biotechnologie.

Dans ce questionnaire, on entend par " viande cellulaire", la viande produite par des procédés biotechnologiques, in vitro, à partir de culture de cellules animales..

Nous vous remercions par avance du temps que vous y consacrerez.

Temps estimé de réponse : 10 minutes

Jean-Pierre ORAND et Claire ARMENGAUD

Il y a 26 questions dans ce questionnaire.

Généralités

Au nom de quelle association répondez-vous à ce questionnaire ? *

Veuillez écrire votre réponse ici :

Avez-vous déjà entendu parler de viande cellulaire auparavant ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Oui
- ◯ Non

Que vous évoque le terme "viande cellulaire" ? *

ⓘ Cochez la ou les réponses

Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- ☐ Artificiel/Laboratoire/Technologique
- ☐ Animal : élevage, bien-être animal
- ☐ Qualité organoleptique
- ☐ Alternative
- ☐ Ethique, enjeux sociétaux
- ☐ Santé
- ☐ Curiosité, questionnement
- ☐ Environnement
- ☐ Evolution positive
- ☐ Evolution négative
- ☐ Désintérêt, utopie
- ☐ Economie
- ☐ Aliment Ultra-transformé

Selon vous, quels avantages présentent la viande cellulaire par rapport à la viande traditionnelle ? *

Cochez la ou les réponses
Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- [ ] Santé
- [ ] Qualité du produit
- [ ] Bien-être animal
- [ ] Traçabilité
- [ ] Environnement
- [ ] Economie
- [ ] Procédé
- [ ] Social
- [ ] Ethique
- [ ] Aucun

Selon vous, quels pourraient être les problèmes associés à la viande cellulaire ? *

Cochez la ou les réponses
Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- [ ] Risques sanitaires pour la santé humaine
- [ ] Risques nutritionnels pour la santé humaine
- [ ] Risques environnementaux du process
- [ ] Risques de fabrication associés au process
- [ ] Industrialisation difficile du process
- [ ] Impact sur le bien-être animal
- [ ] Risques en terme de traçabilité
- [ ] Impact négatif sur les filières animales
- [ ] Méfiance des consommateurs envers ce nouveau produit
- [ ] Risques économiques de développement pour les producteurs de ces nouveaux produits

Consommation

Seriez-vous prêts à encourager la consommation de tels substituts à la viande traditionnelle ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Oui
- ◯ Non

Pourquoi seriez-vous prêts à encourager la consommation de tels substituts à la viande traditionnelle ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Oui' à la question '6 [B1]' (Seriez-vous prêts à encourager la consommation de tels substituts à la viande traditionnelle ?)

Veuillez écrire votre réponse ici :

Pensez-vous que le consommateur serait prêt à consommer de la viande cellulaire ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Oui
- ◯ Non

Selon vous, pourquoi le consommateur serait prêt à consommer de la viande cellulaire ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Oui' à la question '8 [B3]' (Pensez-vous que le consommateur serait prêt à consommer de la viande cellulaire ?)

Cochez la ou les réponses
Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- [ ] Par curiosité
- [ ] Pour se faire une idée
- [ ] Par conviction (lutte contre le réchauffement climatique, bien-être animal, ...)
- [ ] Comme alternative

Selon vous, pourquoi le consommateur ne serait pas prêt à consommer de la viande cellulaire ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Non' à la question '8 [B3]' (Pensez-vous que le consommateur serait prêt à consommer de la viande cellulaire ?)

Cochez la ou les réponses
Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- [ ] Par méfiance
- [ ] Par dégout
- [ ] Par désintérêt
- [ ] Par refus de consommer des aliments non naturels
- [ ] Par conviction culturelles ou éthiques
- [ ] Pour des raisons religieuses

Dans quel contexte pensez-vous que les consommateurs seraient prêts à consommer de la viande cellulaire ? *

Cochez la ou les réponses
Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- [ ] Restauration au domicile
- [ ] Restaturation collective
- [ ] Restauration commerciale

Selon vous, à quel prix les consommateurs seraient prêts à consommer de la viande cellulaire ? *

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Au même prix que la viande traditionnelle
- ◯ A un prix inférieur à celui de la viande traditionnelle
- ◯ A un prix plus cher que la viande traditionnelle
- ◯ Ne souhaitent pas acheter un tel produit

Pensez-vous que ce produit pourrait devenir un aliment courant ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Oui
- ◯ Non

Pour quelles raisons pensez-vous que ce produit pourrait devenir un aliment courant ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Oui' à la question '13 [B8]' (Pensez-vous que ce produit pourrait devenir un aliment courant ?)

Cochez la ou les réponses
Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- [ ] Connaissance de la traçabilité - origine FR
- [ ] Effet de mode
- [ ] Stratégie de marketing efficace
- [ ] Prix abordable
- [ ] Opportunité pour les entreprises
- [ ] Enjeux sociétaux
- [ ] Evolution des mentalités
- [ ] Qualité sanitaire
- [ ] Qualité nutritionnelle

Etiquetage - Traçabilité - Transparence

Pensez-vous que nous devons appeler ces produits "viande" sachant qu'ils sont produits en laboratoire et non issus de l'abattage? *

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Terme approprié
- ◯ Terme non approprié
- ◯ Je ne sais pas

Devons-nous conserver le terme "viande" pour désigner ces produits ? *

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Terme approprié' *ou* 'Terme non approprié' à la question '15 [C1]' (Pensez-vous que nous devons appeler ces produits "viande" sachant qu'ils sont produits en laboratoire et non issus de l'abattage?)

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Conserver le terme car il s'agit bien de la viande
- ◯ Conserver le terme car c'est une bonne description du produit
- ◯ Conserver le terme car cela provient d'un animal
- ◯ Ne pas conserver le terme car cela provient de laboratoire
- ◯ Ne pas conserver le terme car ce n'est pas de la viande
- ◯ Ne pas conserver le terme pour éviter des amalgames

Quel autre terme pourrions-nous utiliser pour désigner ce type de produit ?

Cochez la ou les réponses
Veuillez choisir toutes les réponses qui conviennent :

- [ ] Viande de laboratoire
- [ ] Viande in vitro
- [ ] Viande fabriquée
- [ ] Viande de synthèse
- [ ] Fausse viande
- [ ] Imitation de viande
- [ ] Viande artificielle
- [ ] Viande de substitution
- [ ] Viande saine
- [ ] Viande éthique
- [ ] Viande sans abattage
- [ ] Viande sans animaux
- [ ] Viande sans cruauté
- [ ] Viande issue de culture cellulaire
- [ ] Produit à base de cellules animales
- [ ] Viande cellulaire
- [ ] Viande élevée en cuve
- [ ] Viande propre
- [ ] Viande cultivée
- [ ] Biomasse d'origine animale
- [ ] Je ne sais pas
- [ ] Autre

Veuillez indiquer le terme qui vous parait plus approprié que ceux mentionnés

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était à la question '17 [C3]' (Quel autre terme pourrions-nous utiliser pour désigner ce type de produit ?)

Veuillez écrire votre réponse ici :

Selon vous, des allégations environnementales sur l'étiquetage de ces produits vous paraissent elles crédibles ?

*

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Oui
- ◯ Non

Dans le cas d'un aliment hybride (viande cellulaire entrant dans la composition d'un produit alimentaire), l'indication "viande cellulaire" doit-elle figurer sur l'étiquetage ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Oui
- ◯ Non

A partir de quel pourcentage entrant dans la composition du produit fini, la présence de viande cellulaire devrait figurer sur l'étiquetage ?

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Oui' à la question '20 [C6]' (Dans le cas d'un aliment hybride (viande cellulaire entrant dans la composition d'un produit alimentaire), l'indication "viande cellulaire" doit-elle figurer sur l'étiquetage ?)

ⓘ Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Systématiquement quel que soit le pourcentage contenu dans le produit fini
- ◯ à partir de 10%
- ◯ à partir de 30%
- ◯ à partir de 50%
- ◯ à partir de 75%

Autres questions

Selon vous, quel serait l'impact de l'autorisation d'un tel produit pour les filières d'élevage ?

ⓘ Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Positif
- ◯ Négatif

Préciser pourquoi un tel impact *

Veuillez écrire votre réponse ici :

Pensez-vous que les investissements dans la recherche et le développement de ces produits doivent : *

Veuillez sélectionner une réponse ci-dessous
Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Être confiés exclusivement au secteur privé
- ◯ Faire l'objet d'une participation du secteur public
- ◯ Je ne sais pas

Seriez-vous favorable à un entretien avec les missionnés pour aller plus loin d'ici le 15/02/2026 ? *

Veuillez sélectionner une seule des propositions suivantes :

- ◯ Oui
- ◯ Non

Veuillez indiquer vos coordonnées (téléphone et adresse de messagerie)

Répondre à cette question seulement si les conditions suivantes sont réunies :
La réponse était 'Oui' à la question '25 [D4]' (Seriez-vous favorable à un entretien avec les missionnés pour aller plus loin d'ici le 15/02/2026 ?)

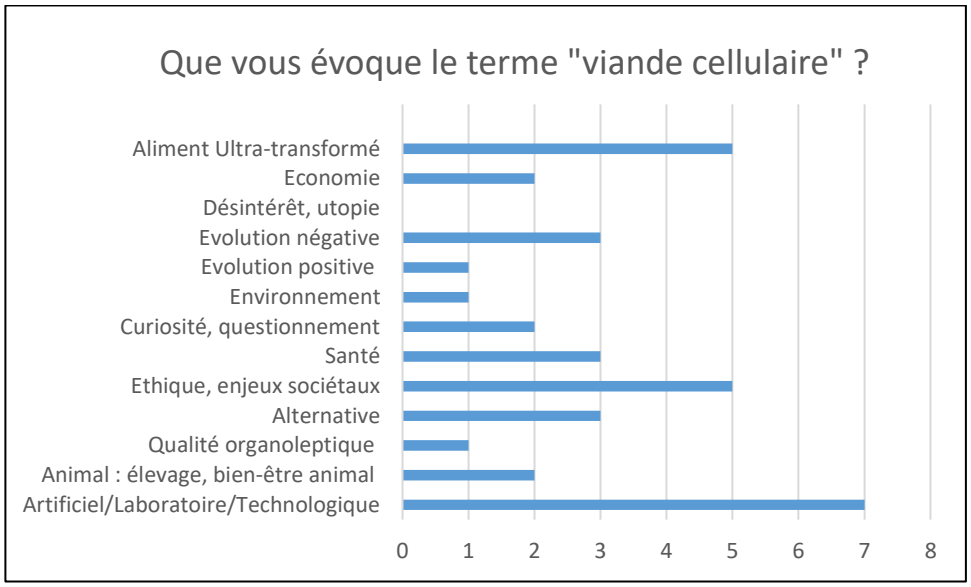
Veuillez écrire votre réponse ici :

Nous vous remercions d'avoir pris le temps de répondre au présent questionnaire.

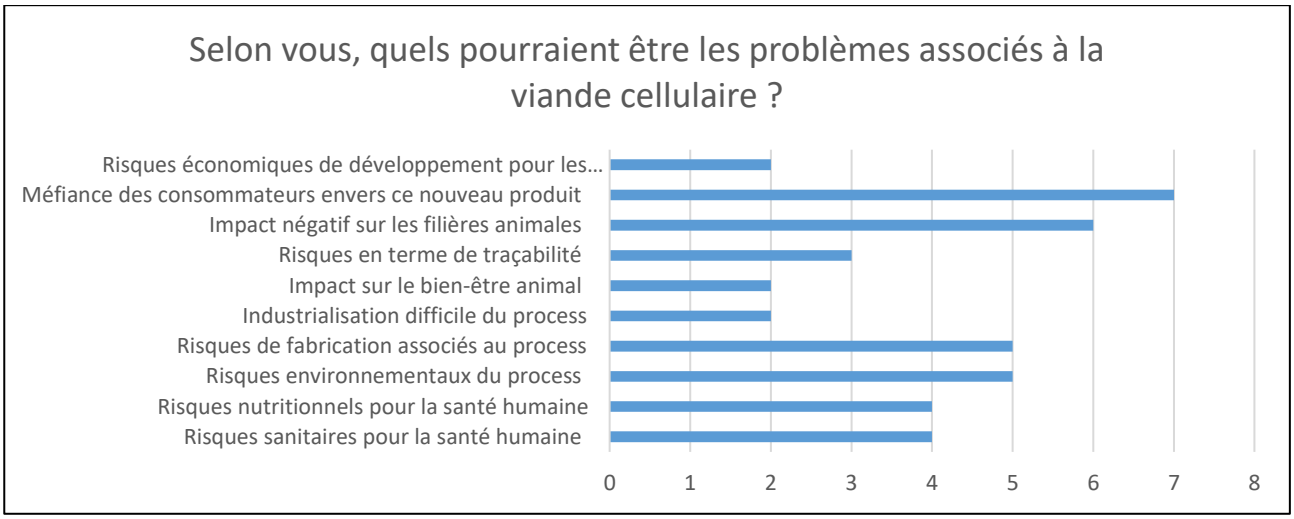
Envoyer votre questionnaire.
Merci d'avoir complété ce questionnaire.

Annexe 9 : Enquête auprès des associations de consommateurs et protection animale sur la viande cellulaire

Il ressort de l'enquête conduite par la mission plusieurs constats. Tout d'abord, 87,5% des associations répondantes ont déjà entendu parler de la viande cellulaire. Elles associent ce terme pour 7 d'entre-elles aux termes : artificiel, laboratoire, technologique, ainsi que pour 5 d'entre-elles aux notions de : éthique, enjeux sociétaux et aliments dits ultra-transformés.



Par ailleurs, s'agissant des problèmes potentiels induits par la commercialisation de ce type de produit, 7 associations sur 8 considèrent que la viande cellulaire serait susceptible d'induire de la méfiance des consommateurs, et pour 6 associations sur 8 de nature à produire un effet néfaste sur les filières animales, dans une moindre mesure, les risques de fabrication et environnementaux du process sont également cités.



Sur la consommation de ces nouveaux produits

50% des associations interrogées considèrent que le bien-être animal constitue le principal avantage de la viande cellulaire par rapport à la viande traditionnelle, 37,5 % d'entre elles

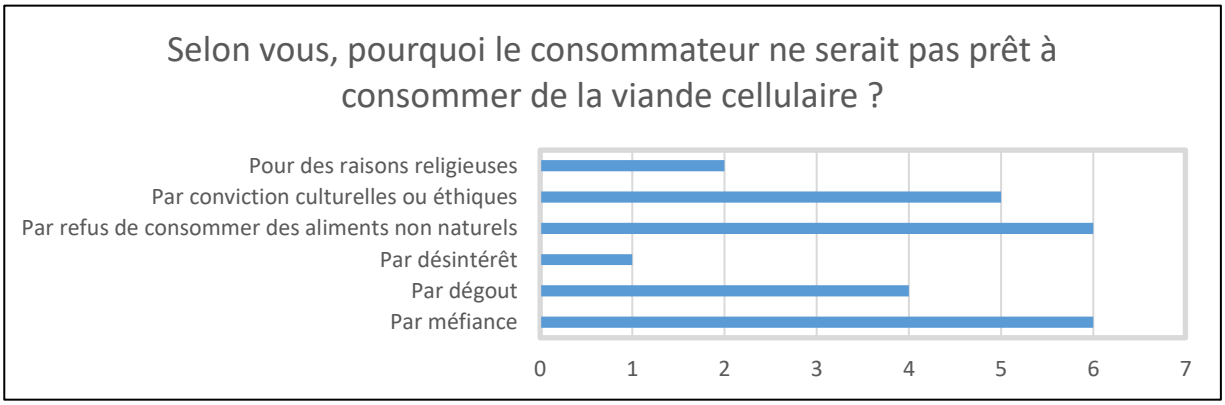
mettent en avant le respect de l'environnement. Malgré cela, 75% d'entre elles ne seraient pas favorables à l'augmentation de la consommation de ces substituts à la viande conventionnelle. Cependant, 25% le consommateur serait prêts à goûter à la viande cellulaire par curiosité ou comme option plus saine à la viande traditionnelle.

Plus particulièrement, deux associations de protection animale avancent des arguments en faveur de la consommation de viande cellulaire sous conditions :

- pour l'une, la consommation de viande cellulaire présente des avantages selon trois dimensions :
  - Éthique : Aucune mise à mort animale, seulement un prélèvement de cellules par biopsie indolore ;
  - Environnement : Réduction significative des émissions de gaz à effet de serre, de la consommation d'eau et de l'utilisation des terres, surtout si l'énergie utilisée est décarbonée ;
  - Santé :
    - Ne présente pas plus de risques que la viande conventionnelle (selon un rapport FAO/OMS de 2023) ;
    - Évite l'usage d'antibiotiques, réduisant ainsi le risque d'antibiorésistance ;
    - La production en environnement stérile, permet de limiter les contaminations bactériennes et les zoonoses (ex. : grippe aviaire, maladie de la vache folle) ;
    - Sous réserve que les autorités sanitaires évaluent les risques avant toute commercialisation.
- pour l'autre, la viande cellulaire est une solution potentielle qui :
  - Peut réduire le nombre d'animaux exploités, surtout dans les élevages intensifs ;
  - Mais qui nécessite néanmoins une étude approfondie, car son processus de production ne doit pas reproduire d'exploitation ou de souffrance animale ;
  - En matière de transparence, requiert un contrôle strict de la communication : interdire les mentions trompeuses comme *« sans souffrance, sans exploitation, sans abattage »* si elles ne sont pas vérifiées, pour garantir une information transparente aux consommateurs.

75% des associations estiment que les consommateurs ne seraient pas prêts à consommer de la viande cellulaire par méfiance ou par refus de consommer des aliments non naturels, à 62,5% par convictions culturelle ou éthique et par dégoût à 50%.

.

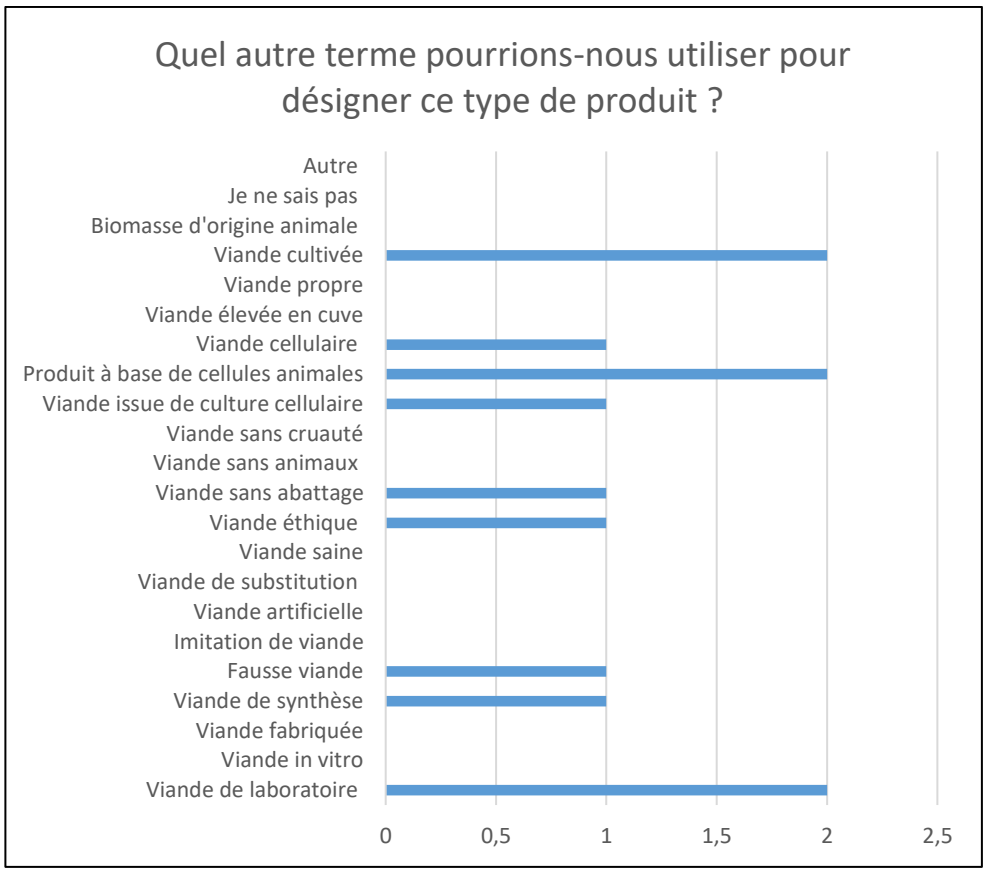


La restauration commerciale serait le lieu de consommation privilégié de la viande cellulaire, pour 62,5% des associations répondantes, 50% en restauration sociale et pour 25% à domicile. Si, pour l'ensemble des associations, la viande cellulaire ne pourrait pas devenir un

produit courant, 75% d'entre elles considèrent que si, les consommateurs sont prêts à consommer ces produits, c'est sous réserve d'un prix inférieur à la viande traditionnelle.

Sur l'identification et la traçabilité de ces nouveaux produits

L'utilisation de la dénomination « viande » parait inappropriée pour 5 associations sur 8, au motif qu'il faut éviter tout amalgame, ou qu'il ne s'agit pas de viande ou qu'il s'agit de viande fabriquée dans un laboratoire. Seules 2 associations sur 8 se prononcent en faveur de son usage. Les termes considérés plus appropriés sont : « Produit à base de cellules animales », « viande cultivée », « viande de laboratoire », et de façon moins prégnante : « viande de synthèse », « fausse viande », « viande éthique », « viande sans abattage », « viande cellulaire ».



En revanche, concernant l'utilisation d'allégations environnementales, les avis ne sont pas tranchés 50% des associations considèrent qu'elles devraient figurer sur l'étiquetage contre 50% qui considèrent qu'elles ne sont pas pertinentes.

De plus, 75% d'entre elles considèrent que l'utilisation du terme « viande cellulaire » devrait être indiquée sur l'étiquetage pour tout aliment hybride en contenant, et cette indication devrait être systématiquement portée sur l'étiquetage, quel que soit le pourcentage entrant dans sa composition.

Sur les possibles impacts sur les filières animales

Pour 5 associations sur 8, l'autorisation de la viande cellulaire aurait un impact négatif sur l'élevage, les autres ne se prononcent pas.

Plusieurs arguments sont mis en avant. Certaines associations s'inquiètent de l'avenir de l'élevage : *« Nous nous dirigeons vers la fin des filières d'élevage », « Ces produits viendraient en concurrence de la filière viande »,* ce qui pourrait *« avoir un impact sur les revenus des*

éleveurs », « fin des exploitations vraiment agricoles d'élevage qui en outre entretiennent le paysage », « Alimente le discrédit des filières traditionnelles et « cannibalise » l'image de ces filières », « Car, ce type de produit va encore rendre plus méfiants les consommateurs ».

Au contraire, une association estime qu'à court et moyen termes, **l**es filières d'élevage traditionnelles ne devraient pas être affectées, car seule une minorité de consommateurs adoptera la viande cellulaire. Sur le potentiel à long terme, si le prix et le goût sont convaincants, la viande cellulaire pourrait séduire davantage de consommateurs. Elle ne remplacera pas les produits carnés de qualité, mais pourrait remplacer les importations ou les systèmes d'élevage intensifs critiqués.

En outre, une association revendique des enjeux et des recommandations en matière de :

- Recherche publique : Nécessité de développer des études pour préparer une transition alimentaire durable.
- Défis démographiques : D'ici 2050, nourrir 10 milliards de personnes exige un système plus efficace (viande cultivée ou à base de plantes).
- Rôle des politiques publiques : La France doit investir dans des outils pour une alimentation durable, respectueuse des limites naturelles.

Enfin, 6 associations sur 8 considèrent que les investissements dans la recherche et le développement de ces produits devraient faire l'objet d'un financement public.

Annexe 10 : Annexe France 2030

