

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

Dedet V.¹,
¹ Auzalide Santé Animale

AUZALIDE
 Santé animale

En ce printemps 2024, la filière de production des viandes *in vitro* est face à un nouveau paradoxe (un de plus) : alors qu'il n'y a jamais eu autant d'autorisations de commercialisation (voir le tableau 1), il n'est plus possible à un consommateur, même motivé et financièrement à l'aise, d'en consommer – en dehors des usines pilotes des start-ups^{i,ii}.

Tableau 1 : Récapitulatif des homologations de VIV obtenues ou en cours d'instruction par les autorités réglementaires locales (Auzalide, d'après GFI, 2024)

Pays	Homologations (à mai 2024)	Dossiers déposés pour évaluation
USA	Good MEAT (Eat Just, poulet) et Upside Foods (poulet)	Nombreux
Singapour	Good MEAT (Eat Just, poulet) et Vow (caille)	Nombreux, dont Vital Meat
Israël	Aleph Farms (bovin)	
Australie et Nouvelle Zélande		Vow (a passé la première des deux étapes, caille)
Royaume-Uni		Alep Farms (bovin), Meatly
Corée du Sud		Cell Meat (fruits de mer)
Suisse		Aleph Farms (bovin)

La situation était différente jusqu'en mars dernier, lorsqu'un restaurant gastronomique des USA et un autre de Singapour avaient inscrit de tels produits à leur carte. À Singapour, un restaurant proposait les nuggets de poulet *in vitro* de Good MEATⁱⁱⁱ à sa carte depuis 2022 (premier produit issu de viande de culture à être commercialisé au monde) et un boucher de luxe permettait d'en acheter au détail depuis 2023. Pour autant, ces structures ne disposaient pas des produits en continu. Aux USA, suite à l'homologation du même produit par l'USDA et la FDA à l'été 2023, il a été « testé à petite échelle » par le chef d'un restaurant de Washington

ⁱ Dans la quasi-totalité des startups disposant d'un site de production pilote, des dégustations de produits sont proposées, moyennant la signature d'un formulaire de consentement éclairé dégageant la startup de toute responsabilité en cas d'incident. Depuis ce début d'année, une charte pour l'organisation de dégustations a été publiée aux Pays-Bas, et la première dégustation officielle de viande porcine *in vitro* (produit hybride) en Europe a été organisée par Meatable en avril 2024.

ⁱⁱ À la mi-mai 2024, il y avait 21 structures de production de VIV qui disposaient d'une usine pilote de production, et 20 autres étaient en cours de développement.

ⁱⁱⁱ Good MEAT est la structure de commercialisation de VIV d'Eat Just, startup américaine qui a commencé ses activités en mettant sur le marché US des alternatives de produits à base d'œufs (mayonnaise, etc.) ne contenant que des ingrédients végétaux.

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

DC pendant un mois^{iv}. À San Francisco, le Bar Crenn proposait, entre juillet et décembre 2023, une portion d'une once (28,4 g) du produit *in vitro* d'Upside Foods (à partir de cellules-souches induites de poulet) dans le cadre d'un repas de six plats, à 150 dollars. Ce plat n'était disponible que pour 16 clients, un week-end par mois, sur réservation^v. Les deux startups ont successivement « *suspendu* » ces modes de commercialisation de leur produit, entre décembre 2023 et mars 2024^{vi}.

1. Déclarations messianiques

Upside Foods est la start-up de VIV la plus ancienne aux USA, et celle qui a effectué les levées de capitaux les plus importantes de tout l'écosystème (> 612 millions de dollars^{vii}), soit un cinquième des investissements dans l'ensemble de ce secteur (3,1 milliards entre 2013 et 2023 inclus). En matière de VIV, cette presque licorne attire le plus les regards. Son usine pilote, à Emeryville, se visite et présente des rangées de bioréacteurs dédiés aux productions *in vitro* à partir de différentes lignées cellulaires (*voir l'encadré 1*), du poulet au canard et au porc, en passant par différentes espèces de crustacés... Malgré cette vitrine (les parois du local sont transparentes), l'entreprise a été l'objet de plusieurs articles journalistiques d'investigation aux USA à partir de l'automne 2023 mettant en doute sa capacité à produire de manière régulière une VIV de qualité^{viii}. Les dénégations de son fondateur et Pdg, Uma Valetti^{ix}, indiquant que le process de production des VIV est « *régulièrement maîtrisé dans des bioréacteurs de 2 000 l* » ont été éclipsées par la suspension de la commercialisation des produits survenue peu après, puis et surtout l'ajournement en février 2024^x du projet de construction d'une usine de production (et non plus pilote) à Chicago, un projet lancé cinq mois auparavant, pour un montant annoncé de 175 millions de dollars^{xi}. Cette usine devait disposer de bioréacteurs de capacité « *allant jusqu'à 100 000 l* » et produisant « *des millions de kg [de VIV] par an* ».

^{iv} https://agfundernews.com/the-relationship-soon-turned-rancid-judge-awards-wins-to-both-sides-in-ugly-dispute-between-eat-just-and-abec-over-unpaid-bills?ck_subscriber_id=1984561744&utm_source=convertkit&utm_medium=email&utm_campaign=What%20next%20for%20Beyond%20Meat?%20Dextrose%20with%20a%2040%25%20lower%20carbon%20footprint?%20Feedback-optimized%20spraying...%20and%20cash%20for%20ag%20robots%20-%2013856686

^v https://www.wired.com/story/upside-foods-lab-grown-chicken/?mc_cid=71bd6a3a07

^{vi} À partir du 4 avril en pendant un mois, la mousse de viande de caille *in vitro* produite en Australie par la startup Vow a été au menu d'un restaurant de Singapour, le Mandala Club. C'est un produit comprenant 60 % de cellules cultivées (non hybride) et qui est travaillé par le chef en 7 plats, servis à des 'happy few', sur invitation.

<https://www.greenqueen.com.hk/vow-food-cultivated-quail-forged-parfait-george-peppou-singapore/>

^{vii} À noter que le montant de l'investissement de Tyson Foods dans Upside Foods en janvier 2018 n'a pas été rendu public https://tracxn.com/d/companies/upside-foods/_ECZh6Xd84m1-r_LK_A9HDpWjXkgsXFLzEJdg699sqQQ/funding-and-investors

^{viii} <https://www.bloomberg.com/news/features/2023-12-14/upside-foods-struggles-with-lab-grown-chicken-despite-600-million>

^{ix} <https://upsidefoods.com/blog/our-response-to-recent-press>

^x <https://agfundernews.com/upside-foods-large-scale-cultivated-meat-plant-on-hold-until-it-delivers-key-proof-points-at-smaller-site>

^{xi} <https://www.alt-meat.net/upside-foods-open-commercial-scale-plant-chicago>

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

Encadré 1 : les grands principes de la production des VIV

La production de “viandes” in vitro commence par une cellule : celle-ci peut être prélevée sur un individu (jeune ou adulte) comme dans le cordon ombilical, ou à partir d’un embryon. Dans tous les cas, il s’agit soit d’une cellule-souche (multipotente ou non), mais les cellules somatiques d’un sujet adulte peuvent aussi être induites pour les reprogrammer en cellules pluri-voire omnipotentes. Ces cellules sont triées, multipliées (pour vérifier qu’elles conservent bien leurs caractères de cellules souches) et contrôlées, dans le but d’obtenir une lignée stable, qui n’exprime pas d’oncogènes.

Pour lancer la production, ces cellules sont multipliées dans une série de bioréacteurs de volume croissant dans le cadre d’un processus appelé “seed train” (prolifération à petite échelle). Puis elles sont transférées dans un bioréacteur de plus grand volume, où elles se multiplient jusqu’à ce que la densité cellulaire maximale soit atteinte. Cela impose de maîtriser le recyclage de leur milieu de culture, et ses qualités nutritives pour les cellules. Pour obtenir une densité cellulaire élevée en suspension, il peut être fait appel à des microporteurs (billes creuses augmentant la surface disponible pour les cellules en prolifération). Puis ces cellules sont collectées et transférées dans un réacteur à perfusion tissulaire, pour la différenciation et la maturation. Toutefois, cette étape peut présenter de nombreuses variations, par exemple avec une différenciation dans une matrice alimentaire.

Enfin, les cellules sont récoltées et préparées pour un traitement ultérieur (lavage, centrifugation...). À chacune de ces étapes, la spécificité alimentaire du produit fini impose des contraintes qui sont autant de défis technologiques, pour le moment pas encore tous résolus pour une production massale de ces cellules animales.

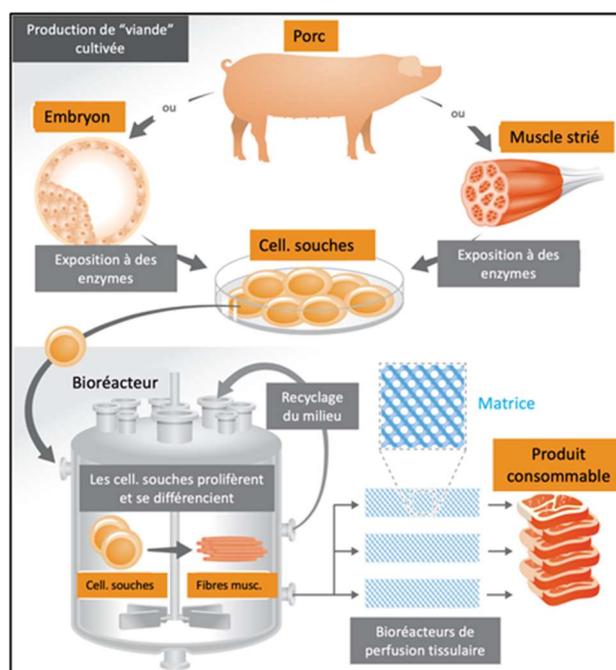


Figure 1 : Représentation schématique de la production de “viande” in vitro (ici l’exemple de cellules d’origine porcine). Tuomisto et coll., 2018

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

Ces éléments, avec le très net recul des investissements dans les start-ups de VIV en 2023 (226 millions de dollars en 2023, contre 922 en 2022 et 1,3 milliard en 2021^{xii}), sont à l'origine d'un scepticisme croissant sur la capacité de cette filière dite de l'agriculture cellulaire à tenir des promesses déjà anciennes, et dont beaucoup se sont déjà perdues en route. Ainsi, dans le *New York Times* du 9 janvier 2024, un article intitulé « *la Révolution qui est morte sur le chemin de son repas* »^{xiii} donne le ton : « *malgré près d'une décennie de travail et de nombreuses déclarations messianiques, il est de plus en plus clair que la révolution élargie de la viande cultivée n'a jamais été une perspective réelle, et certainement pas dans les quelques années qu'il nous reste pour éviter une catastrophe climatique* ».

2. Un défi énorme

Car ce sont là les promesses initiales, et pour certaines toujours portées haut, de la production de VIV : fournir une « *viande* » qui serait produite sans l'abattage (voire l'élevage) d'aucun animal, et de manière si durable qu'elle permettrait de sauver la planète du réchauffement climatique – les start-ups les plus audacieuses ciblant même la date de 2030 dans leur ambition de prendre 10 % du volume du marché de la viande, et ainsi de limiter l'élevage bovin, accusé de tous les maux planétaires. Mais l'homologation des nuggets de poulet *in vitro* de Good MEAT à Singapour en décembre 2020, une première mondiale, concernait un produit obtenu avec un milieu de culture contenant du sérum de veau fœtal, produit animal, mettant à mal à la fois la promesse d'une alternative « *animal-free* » et celle d'une empreinte carbone légère. Le récent produit de Vow (Quailia®) va même plus loin : les 70 % de cellules musculaires de caille japonaise cultivées sont accommodées en mousse (« *parfait* ») avec du lait, du beurre et des blancs d'œuf... Quant à la naturalité des VIV, l'homologation du « *poulet de culture* » par la FDA en novembre 2022, puis par l'USDA en juin 2023, concerne un tissu produit à partir d'une lignée de cellules-souches pluripotentes induites, c'est-à-dire génétiquement reprogrammées. Et les prix pratiqués pour le moment ne sont pas non plus compatibles avec un marché de masse – que les méthodes de production actuelles ne permettent pas non plus d'envisager : conformément à ce qui avait été souligné dans le rapport publié par David Humbird en 2021 (*voir l'encadré 2*)^{xiv}, aucune start-up ne maîtrise à ce jour la culture en suspension de cellules animales dans un bioréacteur de capacité dépassant 2 000 l.

^{xii} Compilation par le Good Food Institute dans son rapport 'State of the industry - 2023', accessible à https://gfi.org/2023-cultivated-meat-and-seafood-state-of-the-industry-report-pdf?gl=1*4dcifx*up*MQ.*ga*ODU5MjkyNjM2LjE3MTM2Mjc5MTE.*ga TT1WCK8ETL*MTcxMzYyNzkwOS4xLjEuMTcxMzYyODAxNi4wLjAuMA

^{xiii} <https://www.nytimes.com/2024/02/09/opinion/eat-just-upside-foods-cultivated-meat.html>

^{xiv} <https://www.openphilanthropy.org/wp-content/uploads/Humbird-Scale%E2%80%90up-economics-for-cultured-meat.pdf>

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

Encadré 2 : Le “rapport Humbird”, ou les 5 arguments technico-économiques auxquels s'affrontent les producteurs de VIV

Le rapport Humbird est un volumineux document (plus de 100 pages), rédigé au terme de deux ans de travail par David Humbird, l'un des spécialistes mondiaux de la culture de cellules animales. Avant l'émergence de la filière des “viandes” in vitro, les bioréacteurs de culture de cellules animales étaient surtout utilisés par l'industrie pharmaceutique, par exemple pour la production de vaccins. Ces grands volumes peuvent héberger des densités élevées de cellules, à la condition que celles-ci ne soient pas mécaniquement détruites (pales des bioréacteurs, courants), asphyxiées (circulation de l'O₂) ou intoxiquées (élimination des déchets métaboliques et recyclage du milieu de culture). Un résumé extrême du rapport Humbird permet de distinguer cinq arguments scientifiquement étayés selon lesquels la VIV aura du mal à avoir un avenir commercial rentable si une innovation de rupture ne se produit pas :

1. Le coût des installations de fabrication pour remplacer 10 % de la viande conventionnelle par des VIV d'ici 2030 est pharaonique. Une usine produisant 10 000 t/an demande de disposer de 2 100 m³ de volume de bioréacteur et pour atteindre l'objectif de 10 % du marché de la viande conventionnelle, il faudrait construire 4 000 usines de cette capacité... Soit disposer de 1,8 1012 \$ pour cela. Ce fait reste têtue et les suspensions des chantiers d'Eat Just et Upside Foods lui donnent raison.
2. Le coût de production du kg de VIV sera toujours trop élevé, du fait de l'amortissement des investissements dans la construction des sites (capex) et du coût du milieu de culture. Sur cet aspect, les start-ups ont développé des stratégies différentes, avec le développement de sites à nombreux plus petits réacteurs (scaling out) plutôt que de grands réacteurs (scaling up), et ont développé des milieux nutritifs à partir d'ingrédients de grade alimentaire et non plus pharmaceutiques. Enfin, l'identification de modes nettement plus économes de production de cytokines permet de réduire très fortement le coût de ce milieu, qui représentait dans le modèle de Humbird 80 % du coût de production des VIV (hors capex).
3. Risques élevés de contamination dans les bioréacteurs : cette réalité rapproche la production de VIV des conditions d'usines ultra-propres (classe 8 et classe 6 pour le stock de lignées cellulaires). Manifestement, ces incidents sont aussi à l'origine du choix du scaling out, et font partie des causes avancées par les investigateurs de Wired sur les causes d'échec de production d'Upside Foods. Ce danger serait d'autant plus élevé que des produits de grade alimentaires seront employés au quotidien.
4. Les besoins en sérum de veau fœtal et acides aminés pour les milieux de culture seront très élevés et en compétition avec leurs autres usages (y compris l'alimentation animale). À ce titre, il faut préciser que la plupart des startups ont actuellement mis au point ou utilisent un milieu de culture exempt de sérum de veau fœtal. Pour les acides aminés, là encore, la plupart des start-ups ont un partenariat et/ou comptent parmi leurs investisseurs des grands groupes spécialistes des acides aminés (ADM, CJ, Nutreco, Hajinomoto...).
5. Il faut des lignées cellulaires adaptées à la culture à densité élevée en suspension, et les cellules-souches induites sont difficiles à réaliser avec des cellules bovines. Toutefois, depuis 2021, plusieurs start-ups ont publié des solutions relatives à ces deux obstacles.

Bien que toutes soulignent l'intérêt du changement d'échelle pour réduire le coût de production – et donc le prix qu'aurait à régler le consommateur. Le Pdg d'Eat Just (maison-mère de Good

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

MEAT) annonçait en 2023 la construction d'un site de production avec des bioréacteurs de 250 000 l... Mais la production de cellules animales n'atteint pas cette échelle : en 2024, ce chantier est en panne, Eat Just est en procès avec ses fournisseurs^v et ce changement d'échelle reste, de l'aveu même de son Pdg, « *un défi énorme* »^{xv}. Pourtant, les analyses de cycle de vie (ACV) les plus récentes concernant cette production font l'hypothèse d'une production maîtrisée en routine sur des bioréacteurs de 10 000 l (*voir plus loin*). Enfin, la promesse contenue dans le mot "viande" ne sera pas non plus une réalité au sens de la similarité avec une pièce de découpe de viande conventionnelle. Hormis les prototypes présentés par Aleph Farms en Israël (où la firme vient d'obtenir l'homologation officielle de son « cultivated Petit steak »^{xvi}) et de Mosa Meat qui ont recours à des cellules bovines, l'essentiel des projets de VIV concernent des produits à base de volailles (Upside Foods, Good MEAT, Vow, SuperMeat, Believer Meat, Vital Meat, Gourmey...) ou de porc (Meatable, Uncommon...). Et il s'agit rarement (à l'exception d'Aleph Farms et de Simple Planet (en Corée du sud) de produits mimant la structure/texteure de la viande rouge piécée. Plutôt d'un tissu déstructuré dont la texture va d'une bouillie à – dans le meilleur des cas – un steak haché.

3. Des ACV limitées

Il reste que plusieurs start-ups sont aujourd'hui particulièrement avancées dans leur maîtrise de la production de VIV, même si aucune n'a publié – pour des raisons évidentes d'enjeu industriel – le processus de production qu'elle utilise^{xvii}. Malgré cette absence de description, des ACV ont pourtant été publiés dès 2011¹, mais avec de très grandes incertitudes, voire imprécisions ou omissions, ne prenant par exemple pas en compte les consommations d'eau et d'énergie nécessaires au nettoyage de bioréacteurs, et dont les détails relatifs aux milieux de culture, à présent caducs, reposent souvent sur des approximations. C'est souvent sur la base de telles ACV que reposent encore aujourd'hui les allégations d'empreinte carbone limitées des VIV, présentées comme largement inférieures à celles des productions animales par de nombreuses start-ups^{xviii}. L'ACV la plus aboutie est celle publiée début 2021 à partir des travaux de l'université de Delft (Pays-Bas), pour laquelle les auteurs ont interviewé 15 acteurs de l'écosystème, afin de se rapprocher au mieux des conditions de production d'alors. Cette « ACV *ex-ante* »^{xix}, modélise une production commerciale en 2030 pour une "viande hachée" de vertébré terrestre^{xx} cultivée à 37° C, durant 42 jours, dont 10 de différenciation et maturation. Le volume du bioréacteur le plus important (pour la prolifération) est de 10 000 l^{xxi},

^{xv} <https://www.just-food.com/interviews/its-a-massive-challenge-good-meats-josh-tetrick-on-scaling-up-production-of-lab-grown-meat/?cf-view>

^{xvi} <https://aleph-farms.com/aleph-cuts/>

^{xvii} En corollaire, la composition nutritionnelle des produits (hors ceux homologués) n'est pas connue.

^{xviii} Meatable, par exemple, indique sur son site web « *nous voulons satisfaire l'appétit du monde pour la viande sans endommager les gens, les animaux ou la planète* ».

^{xix} Sinke P. et coll.

<https://cedelft.eu/publications/rapport-lca-of-cultivated-meat-future-projections-for-different-scenarios/>

^{xx} Pas d'espèce animale désignée.

^{xxi} Comme indiqué au préalable, aucune startup n'a annoncé à ce jour maîtriser la prolifération de cellules animales dans un tel volume.

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

la différenciation se faisant dans des réacteurs de 2 000 l. Au final, un cycle de production consommerait 41,3 t de milieu de culture et produirait 3,1 t de VIV. Et le site de production comporterait 130 de ces unités (virtuelles)^{xxii}, produisant 10 000 t de VIV par an. Avec ces calculs (ACV du berceau au portail), l’empreinte carbone des VIV ainsi produites varie de 2,9 à 14,3 kg CO₂-eq/kg de produit, selon les scénarios retenus. Sa borne supérieure est plus faible que celle des ACV antérieures. Au plan énergétique, deux scénarios ont été explorés :

- Un mix conventionnel, qui fait appel aux projections du World Energy Outlook de l’Agence internationale de l’énergie de 2019^{xxiii} ;
- et un scénario alternatif, il s’agit de 50 % d’énergie éolienne et 50 % d’énergie photovoltaïque.
- L’empreinte carbone de la VIV “générique” est alors divisée par 4².

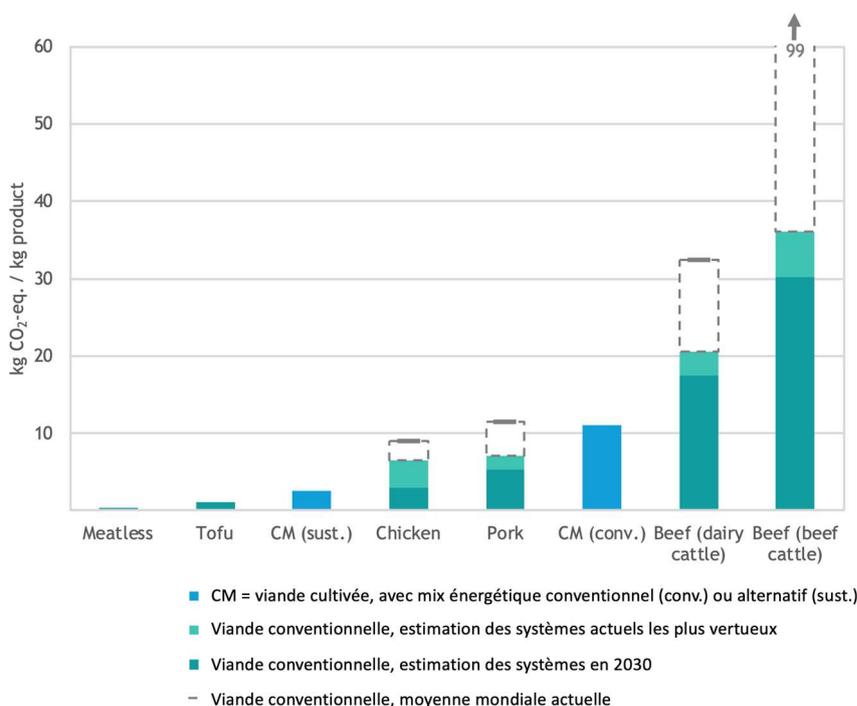


Figure 2 : Résultat de l’ACV pour une VIV d’espèce non précisée, produite à l’échelle industrielle (10 000 t/an) en 2030, selon des scénarios énergétiques différents, dans des installations et selon une technologie n’existant pas encore, mais se fondant sur des données partagées par les opérateurs actuels (Sinke et coll., 2021).

Enfin, ces auteurs ont comparé leur modèle de production virtuelle de VIV aux ACV de productions animales européennes, en prenant en compte des projections de réductions d’émissions de gaz à effet de serre d’ici à 2030 (réduction de l’empreinte carbone de 15 % pour la viande bovine, 26 % pour le porc et de 53 % pour le poulet). Dans ces cas, avec le

^{xxii} Ce qui représente un investissement financier considérable, voir l’encadré 2.

^{xxiii} <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

scénario mix conventionnel, l’empreinte carbone du kg de VIV est supérieure à celle du kg de viande de monogastriques attendue pour 2030. Avec le scénario alternatif, elle est à peine plus faible que celle de la viande de poulet en 2030 (*voir la figure 2*). Ce qu’une des scientifiques finlandaises ayant le plus contribué aux calculs d’ACV de VIV résumait en 2022³ par : « *les technologies de production de VIV ont probablement encore besoin de temps pour arriver à maturité, et ne pourront pas contribuer à la réalisation des objectifs environnementaux fixés pour 2030, mais elles ont le potentiel de contribuer à des systèmes alimentaires durables à plus long terme* ».

4. Contexte de repli, mais signaux engageants

En l’état, il n’est donc pas acquis que l’empreinte carbone des VIV puisse être une allégation raisonnable pour ces produits – sans préjuger d’innovation disruptive dans l’une ou l’autre des étapes du process de production, qui permettrait un gain de productivité, de rendement, ou d’énergie^{xxiv}. À ce constat s’ajoutent les récentes interdictions anticipatives des VIV en Italie, et dans plusieurs états des USA^{xxv}. Avec les suspensions de commercialisation et l’arrêt des chantiers de construction de sites de production évoqués plus haut, et l’assèchement des investissements de capital-risque (en recul de 78 % en 2023 pour les VIV, contre -50 % pour l’agrifoodtech^{xxvi}), le contexte ne sourit pas aux VIV en ce printemps 2024. Les tenants de cette filière, au premier rang desquels figure le Good Food Institute^{xxvii}, soutiennent qu’il s’agit d’une campagne médiatique de dénigrement, « *non scientifiquement fondée* » et que les reculs des investissements sont les mêmes que ceux du capital-risque en général sur la même période. Il reste que le nombre de créations de start-ups a nettement ralenti : l’écosystème comprenait, à fin 2023, 174 start-ups (poisson *in vitro* inclus), avec seulement 8 nouvelles créées sur l’année (contre 19 en 2022). Pourtant, de nombreux signaux positifs sont également présents, au-delà du nombre croissant de start-ups ayant réussi l’homologation de “leur” VIV, et l’entrée à leur capital de très nombreux acteurs de l’agribusiness^{xxviii} (*voir la figure 3*), même si la prédominance du capital-risque dénote de la jeunesse de l’écosystème. Autre signe de vivacité de cette filière : le nombre de prototypes présentés et/ou publiés, qui a atteint la

^{xxiv} Par exemple, Meatable a annoncé début 2024 avoir ramené à 4 jours la durée de différenciation de ses cellules musculaires porcines, <https://meatable.com/news-room/>.

^{xxv} En Floride le 1^{er} mai 2024 et en Alabama le 7 mai 2024.

^{xxvi} [https://agfundernews.com/%f0%9f%8e%a5cultivated-meat-theres-a-valley-of-death-were-not-going-to-cross-without-a-massive-infusion-of-public-investment?ck_subscriber_id=1984561744&utm_source=convertkit&utm_medium=email&utm_campaign=Can%20cultivated%20meat%20cross%20the%20valley%20of%20death%20Corteva%20Catalyst%27s%20investment%20strategy,%20xFarm%27s%20\\$39m%20raise,%20and%20is%20jackfruit%20bucking%20the%20alt%20meat%20slump?%20-%2015286150](https://agfundernews.com/%f0%9f%8e%a5cultivated-meat-theres-a-valley-of-death-were-not-going-to-cross-without-a-massive-infusion-of-public-investment?ck_subscriber_id=1984561744&utm_source=convertkit&utm_medium=email&utm_campaign=Can%20cultivated%20meat%20cross%20the%20valley%20of%20death%20Corteva%20Catalyst%27s%20investment%20strategy,%20xFarm%27s%20$39m%20raise,%20and%20is%20jackfruit%20bucking%20the%20alt%20meat%20slump?%20-%2015286150)

^{xxvii} « Think tank à but non lucratif », implanté sur chaque (sous-)continent et financé par « philanthropie », qui vise à rendre les protéines alternatives « délicieuses, abordables et accessibles ». Le GFI est une source fiable de données chiffrées sur ces filières, souvent présentées à leur avantage, voir à https://gfi.org/about/?_gl=1*t91ttv*_up*MQ.*_ga*MzMwMzg1NzY2LjE3MTU1Nzg1NDI.*_ga_TT1WCK8ETL*MTcxNTU30DUzOS4xLjEuMTcxNTU3ODUzOS4wLjAuMA..

^{xxviii} Les motivations de ces investissements varient, du ‘syndrome Kodak’ à la perspective de modifier leur empreinte carbone.

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

vingtaine sur la seule année 2023^{xxix}, des nouveautés continuant à être présentées sur le premier quadrimestre de 2024. Parmi ceux-ci, certains prototypes sont particulièrement originaux, comme la poudre de cellules musculaires cultivée de Simple Planet en Corée, ou le burger à base de cellules musculaires bovines cultivées avec du plasma de bovins par Omeat aux USA.

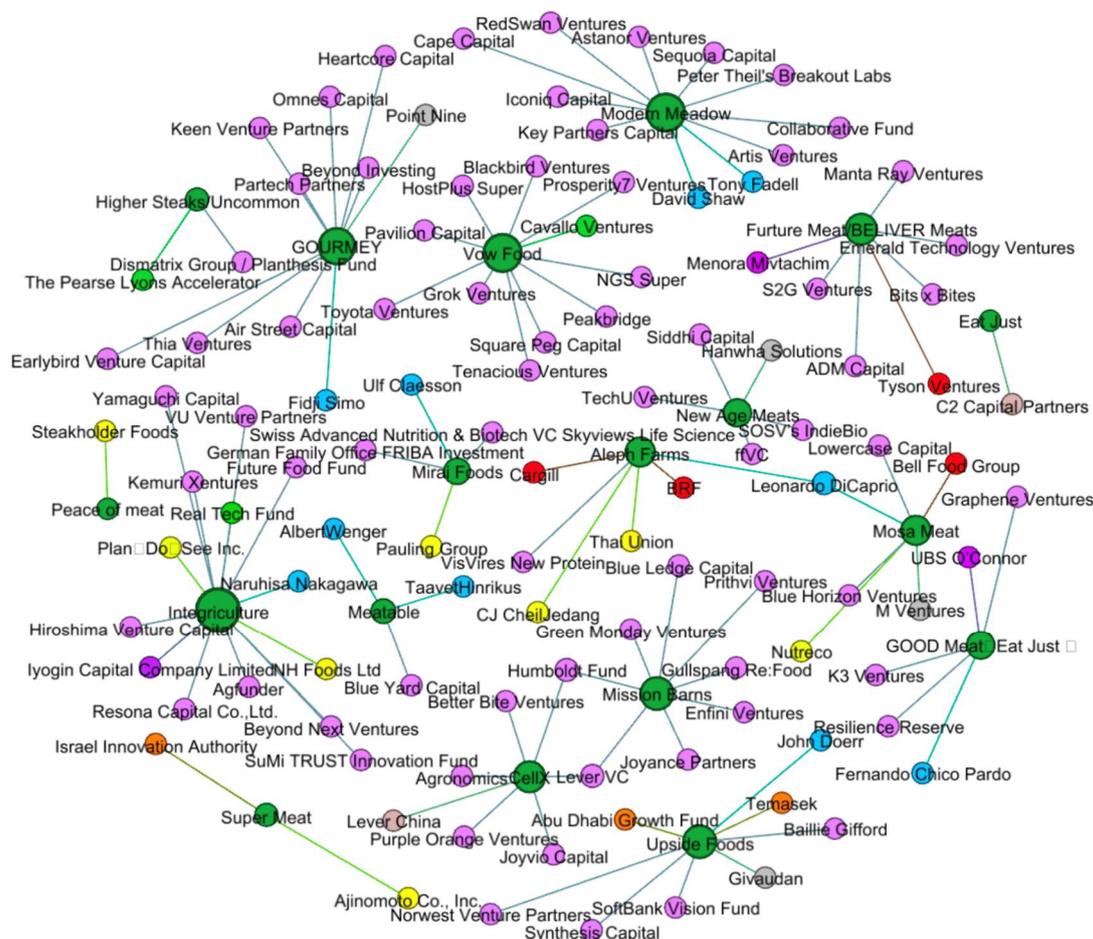


Figure 3 : Répartition des investisseurs dans 126 des principales startups de VIV actives en 2023 (en vert). Les investisseurs de capitaux risques sont en violet, les opérateurs de la viande en rouge, les fonds souverains en orange, les structures agricoles en vert clair et les individus en bleu. Poster de Tajima & Ikejima, présenté à l'ISCCM 2023.

5. Projections variables

Au bilan, la filière des VIV est encore jeune et en construction, et il apparaît qu'elle ne sera pas à même de produire une biomasse de cellules animales suffisante pour menacer le

^{xxix} Sans compter les prototypes/preuves de principe sur les productions *in vitro* de produits de la mer. Données issues de la veille scientifique sur les protéines alternatives réalisée par Auzalide Santé Animale.

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

marché de la viande conventionnelle à court ni, probablement, à moyen terme. Les start-ups sont donc engagées selon deux axes : une stratégie de niche sur un segment de produit cher et d'exception (d'où la communication sur une première commercialisation en restaurants gastronomiques) ou une stratégie de conquête d'un nouveau marché pour un nouveau produit/aliment. C'est par exemple le cas de Vital Meat^{xxx} ou de Vow⁶. Dans la plupart des cas, les produits déjà présents à la commercialisation ne comportent pas 100 % de cellules, mais sont mélangés à une matrice d'origine végétale. Cette réalité est éloignée des projections de parts de ce marché avancées par des cabinets renommés de conseil aux investisseurs, publiées à partir de 2018 (AT Kerney prévoyait alors que les VIV représenteraient 10 % du marché mondial de la viande dès 2025^{xxxi}), qui paraissent rétrospectivement démesurées. Dans son rapport sur l'état de l'industrie en 2023, publié au printemps 2024^{28,xxxii}, le Good Food Institute est devenu plus mesuré, mais tout de même optimiste : « *le volume de production mondiale de viande cultivée pourrait potentiellement atteindre 125 000 tonnes d'ici la fin de 2026* ». Et il confronte l'ensemble des estimations des cabinets de conseil, qui ne prévoient plus de position visible de la filière VIV sur le marché des viandes avant 2030 à 2035 (voir la figure 4).

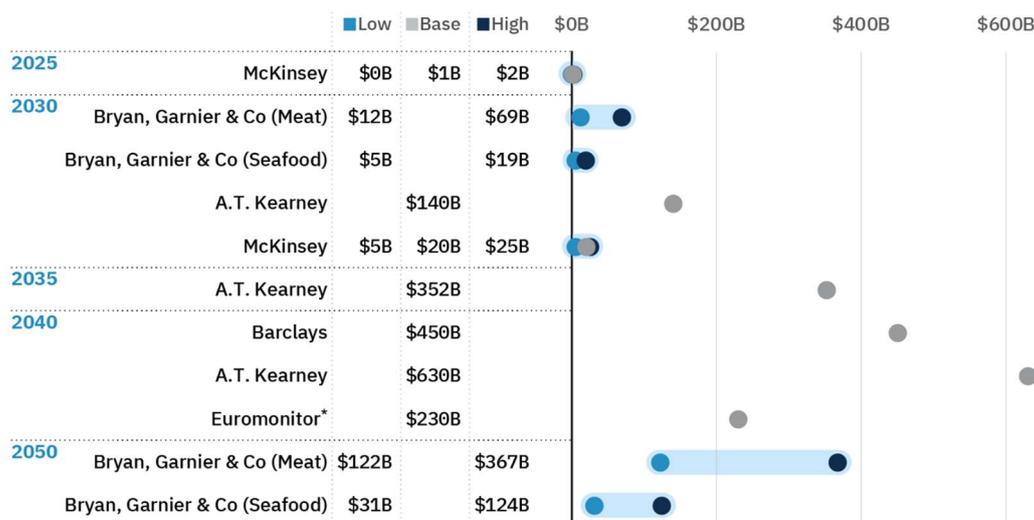


Figure 4 : Prévisions et projections des différentes structures de conseil aux investissements, concernant la taille du marché mondial de l'industrie des VIV. GFI, 2024.

6. Conclusion

La filière des VIV est donc jeune, très diverse (voir l'encadré 3), et si elle n'a pas tenu les promesses faites à son démarrage – qui étaient dominées par les pitches de capteurs de

^{xxx} Voir les déclarations de son Pdg, Étienne Duthoit, lors des auditions du Sénat, dans le rapport de celui-ci sur les aliments cellulaires publié en 2023 : <https://www.senat.fr/travaux-parlementaires/commissions/commission-des-affaires-economiques/avenir-de-la-viande-artificielle.html>

^{xxxi} <https://www.atkearney.com/retail/article/?a/how-will-cultured-meat-and-meat-alternatives-disrupt-the-agricultural-and-food-industry>

^{xxxii} Voir le rapport pour une discussion sur les limites de cette projection.

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

capital-risque, elle a réussi à mettre sur le marché des produits commerciaux. Pas aux prix, quantités et qualités attendus, mais en démontrant la faisabilité de l'ensemble du processus – y compris le passage par les fourches caudines de l'enregistrement réglementaire. Elle a déçu celles et ceux qui pensaient qu'elle allait faire partie des solutions technologiques permettant d'atteindre les objectifs de l'accord de Paris, mais poursuit son développement, qui pour le moment ne concerne pas l'UE27 – du fait des exigences du règlement 'novel foods' en particulier sur le dévoilement de l'ensemble du procédé de fabrication, qui relève encore du secret.

Encadré 3 : Les points saillants de la filière des VIV

La présentation du premier hamburger issu de culture in vitro en 2013 par Mark Post (université de Maastricht, Pays-Bas), retransmise en direct sur les chaînes britanniques, a été le catalyseur, conduisant à la création des premières startups consacrées aux VIV : Memphis Meat aux USA en 2015 (devenue Upside Foods) et Mosa Meat aux Pays-Bas en 2016. Depuis, plus de trois milliards d'Euro ont été investis dans plus de 170 start-ups, présentes sur les cinq continents. Celles-ci se sont spécialisées. Certaines se dédient à la mise au point de lignées cellulaires capables de se répliquer rapidement en suspension, de différentes espèces allant de la caille au saumon, en passant par le homard, le bovin, le poulet ou encore les insectes. D'autres à la mise au point de milieux de culture sans composés d'origine animale, et à faible coût. D'autres encore sur la modélisation et l'optimisation des processus de culture, d'autres enfin sur la production d'une « viande cellulaire » d'abord sous forme de prototype, puis tentant de réussir les différents changements d'échelle conduisant à une production industrielle de biomasse, pas encore réalisée.

Il n'est donc pas possible de faire un état des lieux généraliste des VIV tant la variété des situations/types de produits et de leur stade de développement est importante. Même les entreprises ayant atteint le marché (GOOD Food à Singapour et aux USA, Upside Foods aux USA, Aleph Farms en Israël, Vow à Singapour) ne commercialisent pas ou très peu de leur produit. Ces produits sont tous hybrides (mélange de cellules avec une matrice alimentaire d'origine végétale), et contiennent des cellules musculaires et/ou adipeuses non différenciées. Et les entreprises concernées indiquent toutes travailler sur de nouvelles versions de leurs produits, à venir.

Face au tarissement progressif du financement des start-ups par le capital-risque depuis 2023, un encore timide financement public se développe, par exemple au Japon, en Corée du Sud ou aux Pays-Bas, et via le programme Horizon pour l'UE27. Mais les montants sont nettement plus limités, et se chiffrent en dizaines de millions d'Euro, alors que l'investissement privé s'élevait à plusieurs centaines de millions. Le financement fait donc partie des défis de la filière VIV à court terme, tout comme l'approvisionnement en matières premières de qualité alimentaire (et non-pharmaceutique), la qualité des cellules produites, celle du produit fini, l'optimisation du bioprocess permettant de l'obtenir, la capacité à surmonter la diversité géographique des exigences réglementaires...

Viandes in vitro : promesses non tenues, prodigalité de prototypes et projections (dé)mesurées

Fiche 15

Références

- ¹ Tuomisto HL, de Mattos MJ. Environmental impacts of cultured meat production. *Environ Sci Technol*. 2011 Jul 15;45(14):6117-23.
- ² Sinke, P., Swartz, E., Sanctorum, H. et al. Ex-ante life cycle assessment of commercial-scale cultivated meat production in 2030. *Int J Life Cycle Assess* 28, 234–254 (2023). <https://doi.org/10.1007/s11367-022-02128-8>
- ³ Tuomisto, H.L. Challenges of assessing the environmental sustainability of cellular agriculture. *Nat Food* 3, 801–803 (2022). <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00616-6>



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE

*Liberté
Égalité
Fraternité*