

## FAQ



# Produits de substitution végétaliens issus du génie génétique

---

Quelles sont les technologies utilisées pour fabriquer des substituts végétaliens issus du génie génétique ?

Au moyen de la *fermentation de précision (PF)* et de *l'agriculture moléculaire (AM)*.

La *fermentation de précision* consiste à modifier des micro-organismes - bactéries, levures ou micro-algues - de manière à ce qu'ils produisent des protéines spécifiques ou d'autres molécules. Tout d'abord, les micro-organismes sont adaptés par génie génétique afin de produire les molécules souhaitées. Les microbes génétiquement modifiés (MGM) sont ensuite cultivés dans des fermenteurs (cuves en acier inoxydable) afin de produire la molécule cible en grande quantité. Celle-ci est ensuite purifiée par les entreprises au travers d'autres procédés. Comme les coûts de la fermentation de précision ont considérablement baissé, la compétitivité des substances produites a augmenté.

*L'agriculture moléculaire* est un procédé de génie génétique qui consiste à modifier des plantes pour produire des protéines, des enzymes ou d'autres molécules à des fins diverses : pour la recherche, le diagnostic, les additifs alimentaires, les vaccins pour les animaux d'élevage, les phéromones pour la protection des plantes, le collagène pour les implants mammaires, les enzymes pour la production de vaccins à ARNm et les glucanases pour rendre les jeans avec une apparence de délavés à la pierre. La dernière et la plus grande tendance est la production de protéines pour le marché alimentaire et cosmétique.

---

Quels sont les produits de substitution végétaliens fabriqués à l'aide du génie génétique ?

Les substituts végétaliens issus du génie génétique sont utilisés dans les produits alimentaires, les cosmétiques et les textiles.

**Produits issus de la fermentation de précision :**

-protéines du lait, des œufs et des muscles, gélatine, miel, pepsine, graisses animales (*denrées alimentaires*)/kératine, collagène, soie d'araignée, squalane (*produits cosmétiques*)

**Produits issus de l'agriculture moléculaire :**

-protéines d'œuf, de lait et de muscle (*aliments*)/facteurs de croissance, protéines de soie (*cosmétiques*)

**Plantes génétiquement modifiées utilisées pour la production :** Pois, orge, choux vert, pomme de terre, laitue, caméline, luzerne, maïs, oléagineux, soja, tabac.

---

Les substituts végétaliens issus du génie génétique sont-ils durables et respectueux du climat ?

On peut se demander dans quelle mesure ces formes de production sont durables et respectueuses du climat. Par rapport à l'élevage industriel, les deux méthodes sont certes plus performantes. Il serait

toutefois approprié de comparer les protéines animales produites par les deux technologies avec celles issues d'une production agricole neutre en carbone, biodynamique et régénérative.

La PF et le MF sont tous deux des systèmes à forte intensité de capital et de ressources. Dans le cas de la PF, la production de masse nécessite des milliers de chaudières en acier et une quantité énorme d'électricité. Pour nourrir les MGM, il faudrait également une énorme quantité de sucre - principalement issu de maïs OGM tolérant aux herbicides, dont la culture est peu respectueuse de l'environnement. Pour des raisons de sécurité, l'AM a lieu principalement dans des serres, dont l'entretien nécessite également beaucoup de ressources. Si la culture des plantes GM est déplacée dans l'environnement, s'ajoute le risque que celles-ci se retrouvent accidentellement dans la chaîne alimentaire et représentent un danger pour les personnes souffrant d'allergies.

---

### Les substituts végétaliens issus du génie génétique contribuent-ils à la démocratisation du marché ?

Les start-ups actives dans la PF et l'AM cherchent à protéger leurs investissements par des brevets. Pour ce faire, elles s'engagent dans des collaborations avec des multinationales actives dans le domaine de la production et de la transformation des aliments tels que Cargill, ADM, Nestlé ou Unilever. Comme on peut supposer qu'un grand nombre de ces start-ups seront à l'avenir rachetées par ces groupes, le contrôle des multinationales sur la production alimentaire mondiale pourrait encore s'accroître.

---

### Comment les produits de substitution végétaliens issus du génie génétique sont-ils réglementés en Suisse ?

**Les denrées alimentaires (protéines animales issues de MGM en tant qu'ingrédients alimentaires) :** Les protéines animales produites par des MGM sont soumises aux dispositions relatives aux nouveaux aliments (Novel Food : ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels/ODAIU ou ordonnance sur les nouveaux aliments). Pour la commercialisation, il faut un examen des risques et une autorisation. Si les protéines contiennent encore de l'ADN des organismes producteurs, elles doivent être étiquetées comme OGM, sinon aucun étiquetage n'est exigé. Cependant, il est pratiquement impossible d'éviter de petites quantités résiduelles d'ADN (notamment des gènes de résistance aux antibiotiques, pour lesquels il existe des problèmes de sécurité). [La manière de les traiter](#) est controversée : l'industrie veut renoncer à l'obligation d'étiquetage même en présence d'ADN résiduel.

**Cosmétiques issus de MGM :** les cosmétiques sont réglementés par l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels ainsi que par l'ordonnance sur les cosmétiques. Les ingrédients produits à partir de MGM sont soumis aux mêmes règles que les ingrédients provenant d'autres sources. Il n'y a pas d'obligation d'étiquetage en tant que produit OGM. La question de savoir s'il existe une obligation d'étiqueter les ingrédients obtenus par AM comme produits OGM n'est pas claire et dépend de l'interprétation de l'article 17, paragraphe 4 de la LGG. Si l'obligation d'étiquetage qui y est inscrite s'applique à tous les produits fabriqués à partir de PGM, les ingrédients obtenus à partir du MF devraient être étiquetés "produit à partir d'OGM".

**Textiles fabriqués à partir de MGM :** en Suisse, les textiles sont soumis à différentes exigences réglementaires. Il n'existe pas de règles spécifiques pour les produits issus de MGM. Il n'y a pas d'obligation d'étiqueter les produits comme "fabriqués à partir de MGM".

### **Culture de plantes génétiquement modifiées pour l'AM :**

En Suisse, la culture de plantes pour l'AM est soumise au moratoire en vigueur sur les PGM. La culture en serre est autorisée, mais n'a pas lieu actuellement.

Étude

## Produits de remplacement végétaliens - un nouvel engouement issu du bioréacteur génétique



De plus en plus de personnes renoncent totalement ou partiellement aux produits d'origine animale dans leur alimentation, leurs vêtements, leurs cosmétiques et leurs soins corporels. La demande de produits de substitution augmente. Deux des techniques utilisées pour répondre à cette demande sont la fermentation de précision (PF) et l'agriculture moléculaire (AM). Elles s'appuient sur les progrès de la biologie synthétique et du nouveau génie génétique et transforment génétiquement des micro-organismes et des plantes en bioréacteurs qui produisent des substances animales - principalement des protéines - sous une forme bio-identique. L'engouement pour ces deux techniques est énorme. D'énormes quantités de capital-risque affluent actuellement dans le monde entier vers de nombreuses start-up qui veulent fabriquer des produits de substitution aux animaux à l'aide de micro-organismes génétiquement modifiés (MGM) ou de plantes génétiquement modifiées (PGM). Le secteur alimentaire, avec ses marchés de plusieurs milliards de dollars pour les substituts de la viande, du lait et des œufs, est particulièrement visé par ces entreprises. Mais les entreprises actives dans la PF et l'AM veulent également approvisionner le marché des cosmétiques et du textile en substances animales bio-identiques.

L'engouement est-il justifié ? Les entreprises promettent d'être une alternative au système d'élevage industriel, gourmand en capitaux et en ressources, et de fournir des protéines animales sans souffrance animale et dans le respect du climat. Mais la PF est également un système qui nécessite beaucoup de capitaux et de ressources. Si elle s'imposait comme fournisseur de protéines animales, sa production nécessiterait non seulement des milliers de chaudières en acier et une quantité énorme d'électricité, mais aussi une énorme quantité de sucre pour alimenter les MGP. Et ce sucre provient principalement de maïs OGM tolérant aux herbicides, dont la culture est peu respectueuse de l'environnement. Même si la PF se passe de souffrance animale, la durabilité et le respect du climat de cette forme de production restent discutables. Jusqu'à présent, sa durabilité et son respect du climat ont été évalués en comparaison avec l'élevage industriel. Il est évident que la PF obtient de meilleurs résultats. Mais la barre est basse. Il serait plus approprié de comparer les protéines animales produites par la PM avec les protéines issues d'une production agricole neutre en carbone, biodynamique et régénérative.

Il en va de même pour l'AM. Comme elle a lieu principalement dans des serres pour des raisons de sécurité, elle reste elle aussi un système qui nécessite beaucoup de ressources matérielles et financières. Et si la culture des PGM est déplacée dans l'environnement, le risque que des plantes MF se retrouvent accidentellement dans la chaîne alimentaire s'ajoute. Un scénario contre lequel même l'agence américaine de sécurité alimentaire, favorable aux OGM, a mis en garde en 2023 (FDA 2023). En effet, les protéines animales telles que la caséine, la myoglobine ou l'ovalbumine, qui seront désormais produites avec des PGM, peuvent provoquer des allergies et être dangereuses pour les personnes sensibles, même en très petites quantités.

Les nombreux brevets avec lesquels les start-ups activent dans la PF et l'AM tentent de sécuriser leurs investissements et les collaborations que les entreprises concluent avec des multinationales du domaine de la production et de la transformation des aliments comme Cargill, ADM, Nestlé ou Unilever suscitent également des inquiétudes. Comme on peut supposer qu'un grand nombre de ces start-ups seront rachetées à l'avenir par ces groupes, le contrôle des multinationales sur la production alimentaire mondiale pourrait encore s'accroître.

---

### Fermentation de précision (PF)

La PF est un procédé de génie génétique dans lequel des micro-organismes - bactéries, levures ou microalgues - sont modifiés de manière à produire des protéines ou d'autres molécules spécifiques. Contrairement à la fermentation traditionnelle où les micro-organismes produisent de la bière, du fromage ou du yaourt, la PF permet de contrôler le processus de production de manière ciblée afin de produire des molécules ou des protéines très spécifiques. La PF se compose généralement des trois étapes suivantes :

Modification génétique : les micro-organismes sont adaptés à l'aide de méthodes de biologie synthétique et de nouveaux procédés de génie génétique afin de produire les protéines ou les molécules souhaitées.

Fermentation : les MGM sont cultivés dans des installations de fermentation, généralement dans de grandes cuves en acier inoxydable, afin de produire la molécule cible en grande quantité.

Préparation : la molécule produite est séparée des MGM, purifiée et préparée pour l'application concernée.

Les coûts de la fermentation de précision ont considérablement diminué au fil des années . Alors qu'en 2000, il fallait encore un million de dollars US pour produire un kilogramme de substance, la production ne coûte plus aujourd'hui qu'environ 100 dollars US ; d'ici l'année prochaine, les coûts devraient encore baisser pour atteindre 10 dollars US par kilogramme (Tubb & Seba 2021, Knychala et al. 2024). Avec la baisse des coûts, les substances produites sont devenues compétitives dans les trois domaines où elles sont aujourd'hui utilisées pour remplacer les substances animales : Les aliments, les cosmétiques et les textiles.

### *Aliments issus de la fermentation de précision (PF)*

Ces dernières années, des centaines de millions de francs ont été investis dans des entreprises qui **veulent produire des protéines de lait, d'œuf et de muscle avec la PF**. Ce sont surtout les protéines laitières qui sont à la mode. Plus d'une vingtaine de start-up ont commencé à produire des caséines et des lactoglobulines à partir de MGM plutôt qu'à partir de lait d'animaux, afin de fabriquer des produits laitiers et fromagers végétaliens (**tableau 1**). Le leader du secteur est l'entreprise américaine Perfect Day. Depuis sa création, elle a reçu plus de 750 millions de dollars de capital-risque et a déjà lancé des produits sur le marché. Elle compte également parmi ses partenaires des multinationales comme Mars, Nestlé, Unilever et Bel Group. Remilk dispose également d'une protéine de lait issue de MGM qui est commercialisable et autorisée au Canada, en Israël et aux États-Unis. La société, qui dispose d'un capital d'investissement de plus de 230 millions de dollars, collabore avec le groupe General Mills, qui propose sur le marché américain une alternative au fromage frais avec la protéine Remilk.

Outre les protéines du lait, les protéines d'œufs et donc un marché mondial de plusieurs milliards de dollars sont également dans le collimateur des entreprises. C'est surtout l'ovalbumine, la protéine la plus fréquente en termes de quantité dans le blanc d'œuf et qui sert d'émulsifiant et de liant à l'industrie alimentaire, qui suscite l'intérêt. En Europe, par exemple, Onego Bio (Finlande) et Otro (Belgique) travaillent à la production de la protéine d'œuf par MGM dans un bioréacteur. Le leader du marché est l'entreprise américaine Every. Depuis sa création en 2015, elle a réuni plus de 230 millions d'euros de capital-risque et a ainsi développé des levures pour la production d'ovalbumine et d'ovomucoïde. Pour

les deux protéines d'œufs sans animaux, l'entreprise a déjà reçu le feu vert de l'autorité américaine de sécurité des aliments. En collaboration avec la pâtisserie Chantal Guillon, elle propose des macarons végétaliens.

Les bioréacteurs permettent également de produire des additifs qui rendent les substituts de viande plus proches de la vraie viande en termes de goût, d'odeur et d'aspect. L'une de ces substances est la myoglobine, une protéine musculaire produite par les entreprises Paleo (Belgique) et Motif Foodworks (États-Unis). Bien qu'elle ait été lancée aux États-Unis sous le nom d'Hemami, elle a été retirée du marché en raison d'un litige sur un brevet. Une autre substance à l'origine de la couleur "saignante" et du goût de viande est la leghémoglobine - une protéine issue du soja. L'entreprise américaine Impossible Burger la produit dans une levure génétiquement modifiée et a déjà reçu une autorisation dans plusieurs pays, dont le Canada, l'Australie et les États-Unis. Dans l'UE, la leghémoglobine produite par génie génétique est actuellement en cours d'autorisation.

Une autre stratégie avec laquelle les entreprises synbio veulent combler le "fossé gustatif" entre la viande et les produits de substitution végétaux est la production de graisses par génie génétique. La start-up suédoise Melt & Marble, par exemple, veut développer des levures GM afin de pouvoir produire de telles graisses design en grandes quantités.

La gélatine, traditionnellement obtenue à partir de peaux et d'os de porcs et de bovins, pourrait elle aussi à l'avenir provenir d'une production sans animaux. L'entreprise américaine Provenance Bio a développé à cet effet un système de production dans des microbes GM qui devrait permettre de produire le liant et le gélifiant sous une forme identique à la version animale.

Si l'on en croit les objectifs de Fooditive, le miel pourra bientôt être produit dans des fermenteurs. L'entreprise néerlandaise travaille en effet à imiter les processus métaboliques dans l'estomac des abeilles dans la bactérie intestinale *Escherichia coli*. Elle a modifié génétiquement cette bactérie de manière à ce qu'elle produise une enzyme d'abeille capable de transformer le sucre en une substance ayant la texture et le goût du miel.

La pepsine est une autre protéine animale qui peut être produite par la PF. Jusqu'à présent, elle est obtenue à partir de muqueuses gastriques d'animaux de boucherie, principalement de porcs. The Every Company veut maintenant proposer une variante par PF. Aux États-Unis, la pepsine produite par génie génétique est déjà autorisée. À l'avenir, elle devrait être commercialisée entre autres dans des compléments alimentaires favorisant la digestion.

**Tableau 1 : Substances animales pouvant être produites par PF et entreprises productrices**

<b>Substance animale</b>	<b>Entreprises qui veulent produire la substance avec PF</b>
Protéines de lait	ALLG Foods (AU), 21 st.Bio (DK), Better Dairy (UK), Bon Vivant, (FR), Change Foods (US), Changing Biotech (CN), Daisy Lab (NL), Eden Brew (AU), Fermify (AT), Fooditive (NL), Future Cow (BR), Formo (DE), Harvest Moon (CA), Imagindairy (IL), MayaMilk (TR), New Culture (US), Nutropy (FR), Perfect Day (US), Phyx44 (IN), Prefer Food (SE), QL (CH), Real Deal Milk (ES), Remilk (IL), TurtleTree (SG), Standing Ovation (FR), Updairy (BR), Vivici (NL), Zero Cow Factory (IN)
Protéines d'œufs	Onego Bio (FI), Otro (BE), The Every Company (US)
Protéines musculaires	Fybrawork (US), Motif Foodworks (US), Paleo (BE)
Gélatine	Provenance Bio (US)
Miel	Fooditive (NL)
Pepsine	The Every Company (US)

---

**Réglementation des protéines animales issues de MGM en tant qu'ingrédients alimentaires :**

Les protéines animales bio-identiques produites par MGM sont soumises en Suisse aux prescriptions relatives aux nouveaux aliments (Novel Food). Pour mettre de telles protéines sur le marché, il faut un examen des risques et une autorisation. Les dispositions relatives aux novel foods se trouvent dans l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels (ODAIUOs) ainsi que dans l'ordonnance sur les nouveaux aliments. La question de savoir si les protéines doivent être étiquetées comme produit OGM dépend de la présence ou non d'ADN du MGM. Si l'ADN est retiré des produits, aucun étiquetage n'est nécessaire. Ce qui est contesté ici, c'est la manière de traiter les petites quantités résiduelles d'ADN, comme il en reste presque toujours dans les protéines (voir à ce sujet les nouvelles de SAG du 16 avril 2024<sup>1</sup>). L'industrie demande de renoncer à l'obligation d'étiquetage même en présence d'ADN résiduel (Lensch et al. 2022, Pelzer & Lensch 2024). Mais comme l'ADN résiduel peut aussi, selon le produit, contenir des gènes de résistance aux antibiotiques, il existe aussi des préoccupations en matière de sécurité (Deckers et al. 2022, Fraiture et al. 2024).

---

**Cosmétiques issus de la fermentation de précision**

Les cosmétiques et la biotechnologie sont imbriqués depuis longtemps et un certain nombre de formulations du secteur sont composées d'ingrédients actifs produits par MGM (Gupta et al. 2019). Parmi ces principes actifs figurent des substances généralement extraites d'animaux (**tableau 2**). L'une de ces substances est le collagène. Cette protéine, qui entre dans la composition de nombreux produits de soins de la peau et anti-âge, est traditionnellement extraite de la peau, des os et des tendons de bovins et de porcins. Aujourd'hui, de nombreuses entreprises proposent du collagène recombinant (**tableau 2**). La kératine, qui est traditionnellement produite comme sous-produit animal à partir de plumes ou de sabots, est également disponible aujourd'hui sous une forme produite par génie génétique. L'entreprise K18 la propose dans ses *produits biomimetic hairscience*. Un autre exemple est la soie animale, telle qu'elle est produite par les araignées ou les vers à soie. Là encore, des entreprises comme Spiber, Seevix ou Bolt Threads proposent aujourd'hui de la soie recombinante, utilisée dans l'industrie cosmétique comme additif pour les shampooings, les masques capillaires, les produits anti-âge et les crèmes hydratantes. Quant au squalane, traditionnellement extrait du foie de requin, il est disponible depuis longtemps sous forme recombinante et est appelé Neossance. Développée à l'origine par la société Amyris de Synbio, la production de cet "ingrédient blockbuster" est aujourd'hui détenue par le groupe suisse Givaudan. Une autre substance animale utilisée dans les cosmétiques et pouvant être produite par génie génétique est l'acide hyaluronique. Il n'a pas été possible de savoir si cette substance, traditionnellement isolée à partir de crêtes de coq, est disponible sur le marché sous forme recombinante.

---

**Réglementation des produits cosmétiques issus de MGM :**

En Suisse, les cosmétiques sont réglementés par l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels ainsi que par l'ordonnance sur les cosmétiques. Les ingrédients produits à partir de MGM sont soumis aux mêmes règles que les ingrédients provenant d'autres sources. Il n'y a pas d'obligation d'étiquetage en tant que produit OGM.

---

Tableau 2 : Substances animales produites par PF et utilisées dans les produits cosmétiques.

Substance animale	Société	Pays	Produit(s)
Kératine	K18*	RH	K18PEPTIDE
Collagène	Cambrium	FR	NovaColl
	Evonik	FR	Vecollan, Vecollage Fortify L
	Geltor	US	Collume
	HTL	FR	rhCOL3
	Jland Biotech	CN	Biollagène, fullagène
	Meadow moderne	US	Bio-Coll@gen
	Trautec	CN	reCol, MiniReCol
Soie d'araignée	Bold Threads	US	B-Silk
	Seevix	IL	-
	Spiber	JP	-
Squalane	Guivaudan	CH	Neossance, Bioissance

\*appartient à Unilever

### **Textiles issus de la fermentation de précision**

Ces dernières années, les premières entreprises de synbio ont commencé à utiliser des MGM pour fabriquer des produits destinés à remplacer la soie et le cuir dans le secteur textile. Amsilk et Spiber, par exemple, produisent de la soie recombinante et vantent leurs procédés de fermentation high-tech comme une innovation révolutionnaire qui pourrait bouleverser le marché du textile, qui pèse des milliards (ETC 2018). De son côté, l'entreprise Modern Synthesis, basée à Londres, veut produire avec les MGM un nouveau type de cuir sans origine animale, mais aussi sans plastique et qui se teigne de part lui-même (Walker et al. 2024). En raison des progrès de la biologie synthétique, on peut également s'attendre à l'avenir à des produits issus de MGM pour le cuir synthétique biosourcé, obtenu à partir de champignons (Jo et al. 2023).

#### **Régulation des textiles en MGM :**

En Suisse, les textiles sont soumis à différentes exigences réglementaires. Il n'existe pas de règles spécifiques pour les produits issus des MGM. Il n'y a pas d'obligation d'étiqueter les produits comme étant "fabriqués à partir de MGM".

### **Agriculture moléculaire (AM)**

L'AM est un procédé de génie génétique qui consiste à modifier des plantes pour qu'elles produisent des protéines, des enzymes ou d'autres molécules. L'idée d'utiliser des plantes GM pour produire des protéines ou d'autres substances existe depuis la fin des années 1980. Prévues à l'origine pour la production de protéines destinées à la médecine humaine, l'AM permet aujourd'hui de produire des substances à des fins diverses : protéines pour la recherche et le diagnostic, additifs alimentaires et vaccins pour les animaux de rente, phéromones pour la protection des plantes, collagène pour les implants

mammaires, enzymes pour la production de vaccins à ARNm et glucanases pour rendre les jeans délavés à la pierre. La tendance la plus récente et actuellement la plus importante dans le domaine de l'AM est la production de protéines - surtout de protéines animales bio-identiques - pour le marché de l'alimentation et des cosmétiques (Turetta et al. 2024). Plusieurs entreprises ont été créées dans ce domaine au cours des dernières années (**tableau 3**).

#### **Aliments issus de l'agriculture moléculaire**

Fabriquer sans animaux un fromage qui ne se contente pas de fondre et de tirer des fils, mais qui a aussi le même goût que l'original produit à partir du lait - tel est l'objectif de plusieurs entreprises. L'une

---

**Réglementation de la culture des plantes MF : En Suisse, la culture des plantes GM pour l'AM est soumise au moratoire en vigueur sur la culture commerciale d'OGM. La culture en serre est autorisée, mais n'a pas lieu actuellement.**

---

d'entre elles est la start-up américaine Alpine Bio. Elle a levé plus de 100 millions de dollars US - entre autres auprès de milliardaires comme Bill Gates, Jeff Bezos et Ben Horowitz - et tente maintenant de produire des protéines de vache dans le soja. Mozza Foods produit également des protéines de lait dans le soja et veut lancer son produit sur le marché américain sous le nom de Cheesebeans. Outre les protéines de lait, les protéines d'œuf sont également dans le collimateur des entreprises de l'AM. La start-up israélienne PoLoPo, par exemple, veut produire de l'ovalbumine dans des tubercules de pomme de terre. De son côté, l'entreprise américaine Forte Protein teste le chou vert et la laitue comme sites de production de la protéine d'œuf.

Plusieurs entreprises de l'AM travaillent en outre à la production de protéines animales pour le marché en plein essor des substituts de viande. Les entreprises américaines Kyomei et IngredientWerk, par exemple, veulent produire de la myoglobine dans des plantes - une protéine musculaire qui donne à la viande sa couleur typique et son goût sanguin et qui peut donc être utilisée comme additif pour donner un arôme de viande aux burgers végétaux. IngredientWerk produit de la myoglobine bovine dans du maïs. Kyomei a déposé une demande de brevet couvrant la production de myoglobine bovine, porcine et de thon dans le tabac, le soja et la laitue. L'entreprise britannique Moolec Science, qui a levé 30 millions de dollars d'investissement, veut elle aussi conquérir le marché des substituts de viande. L'un de ses produits s'appelle Piggy Sooy et est un soja génétiquement modifié qui produit des protéines de porc, ce qui donne des haricots roses. Un autre produit est un pois GM appelé BEEF+, qui produit des protéines bovines. Ces deux produits devraient être commercialisés d'ici quatre à cinq ans et amélioreront la texture, l'apparence et le goût des imitations de viande végétale.

**Tableau 3 : Entreprises qui développent des PGM pour la production de protéines animales**

<b>Société</b>	<b>Pays</b>	<b>année**</b>	<b>Protéines animales</b>	<b>Plante(s) génétiquement modifiée(s)</b>
<b>Protéines pour l'industrie alimentaire</b>				
Bio alpin	ÉTATS-UNIS	2016	Protéines de lait	Soja
Aspyre Foods	ÉTATS-UNIS	2022	Protéines de lait	pas connu
Finally Foods	Israël	2021	Protéines de lait	Pomme de terre
Forte Protein	ÉTATS-UNIS	2021	Protéines d'œuf et de lait	Laitue pommée, chou vert



IngredientWerks	ÉTATS-UNIS	2022	Protéines du lait et des muscles	Maïs
Kyomei	UK	2020	Protéines musculaires	pas connu
Miruku	Nouvelle-Zélande	2020	Protéines de lait	Oléagineux
Moolec	UK	2020	Protéines musculaires	soja, pois
Aliments Mozza	ÉTATS-UNIS	2018	Protéines de lait	Soja
NewMoo	Israël	2021	Protéines de lait	Soja
Nobell Foods	ÉTATS-UNIS	2016	Protéines de lait	Soja
Pigmentum	Israël	2018	Protéines de lait	Laitue pommée
PoLoPo	Israël	2022	Protéines d'œufs	Pommes de terre
<b>Protéines pour l'industrie cosmétique</b>				
Core Biogenesis	France	2020	Facteurs de croissance	Caméline
Madeinplants	Espagne	2021	Facteurs de croissance	Types de tabac
ORF Génétique	Islande	2001	Facteurs de croissance	Orge
Spidey Tec	ÉTATS-UNIS	2015	Protéines de soie	Luzerne

**Réglementation des protéines animales issues de plantes GM en tant qu'ingrédients alimentaires :** Les protéines animales bio-identiques produites à l'aide de PGM sont soumises en Suisse aux prescriptions relatives aux nouveaux aliments (Novel Food). Pour mettre de telles protéines sur le marché, il faut un examen des risques et une autorisation. Les protéines animales issues de PGM doivent être étiquetées comme produit OGM dans les denrées alimentaires.

#### **Cosmétiques issus de l'agriculture moléculaire**

Les ingrédients cosmétiques ont été parmi les premiers produits issus de l'AM à arriver sur le marché. SemBioSys, par exemple, une ancienne start-up américaine, a lancé dès les années 2000, sous la marque Hydresia, des produits cosmétiques fabriqués avec du carthame des teinturiers GM (Fischer & Buyel 2020). Le facteur de croissance épidermique, originaire des mammifères, est un produit de l'AM qui est aujourd'hui sur le marché. Il est principalement utilisé dans les produits de soin de la peau et est produit par ORF Genetics dans de l'orge GM cultivée sous serre en Islande. La société vend le facteur de croissance appelé dermoskine en exclusivité à BIOEFFECT. Les produits de cette entreprise sont également disponibles en Suisse. La société française Core Biogenesis propose également des facteurs de croissance pour les soins de la peau. En 2024, elle a lancé Peauvita et Peauforia - deux produits obtenus à partir de caméline GM. Une autre entreprise européenne active dans l'AM qui veut produire des facteurs de croissance pour les cosmétiques est Madeinplants d'Espagne. Elle veut utiliser du tabac GM pour ses produits. Outre les facteurs de croissance, les protéines de soie peuvent également provenir de l'AM. L'entreprise américaine utilise de la luzerne GM pour produire de telles protéines pour les shampoings et les revitalisants.

---

### **Réglementation des produits cosmétiques issus de plantes GM :**

En Suisse, les cosmétiques et leurs ingrédients sont réglementés par l'ordonnance sur les denrées alimentaires et les objets usuels ainsi que par l'ordonnance sur les cosmétiques. Les ingrédients produits à partir de PGM sont soumis aux mêmes règles que les ingrédients provenant d'autres sources. La question de savoir s'il existe une obligation d'étiqueter les ingrédients de l'AM comme produits OGM n'est pas claire et dépend de l'interprétation de l'article 17, alinéa 4 de la LGG. Si l'obligation d'étiquetage qui y est inscrite s'applique à tous les produits fabriqués à partir de PGM, les ingrédients issus de l'AM devraient être étiquetés "produit à partir d'OGM".

---

---

### Littérature

- Augustin MA et al. 2024 Innovation dans la fermentation de précision pour les ingrédients alimentaires. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 64(18), 6218-6238.
- Deckers M et al. 2022. premier contrôle des bactéries génétiquement modifiées non autorisées dans les enzymes alimentaires provenant du marché de l'alimentation. *Food Control*, 135, 108665.
- Eastham JL, Leman AR 2024 Precision fermentation for food proteins : ingredient innovations, bioprocess considerations, and outlook-a mini-review. *Current Opinion in Food Science*, 58, 101194.
- ETC (2018). Les vêtements génétiquement modifiés. ETC Group. <https://www.etcgroup.org/content/genetically-engineered-clothes>
- Jo C et al. 2023 Unlocking the magic in mycelium : Using synthetic biology to optimize filamentous fungi for biomanufacturing and sustainability. *Materials Today Bio*, 19, 100560.
- FDA (2023). Issues Letter to Industry on the Food Safety Risks of Transferring Genes for Proteins that are Food Allergens to New Plant Varieties Used for Food. <https://www.fda.gov/food/hfp-constituent-updates/fda-issues-letter-industry-food-safety-risks-transferring-genes-proteins-are-food-allergens-new>
- Fischer R, Buyel JF 2020 Molecular farming-the slope of enlightenment. *Biotechnology advances*, 40, 107519.
- Gupta PL et al. 2019 Eminence des produits microbiens dans l'industrie cosmétique. *Natural Products and Bioprospecting*, 9, 267-278.
- Fraiture MA et al 2024 Pilot market surveillance of GMM contaminations in alpha-amylase food enzyme products : A detection strategy strengthened by a newly developed qPCR method targeting a GM Bacillus licheniformis producing alpha-amylase. *Chimie alimentaire : Sciences moléculaires*, 8, 100186.
- Gomes C et al. 2020 Biotechnology applied to cosmetics and aesthetic medicines. *Cosmétiques*, 7(2), 33.
- Knychala MM et al. 2024 Precision Fermentation as an Alternative to Animal Protein, a Review. *Fermentation*, 10(6), 315.
- Pelzer S, Lensch A 2024 La valeur limite pour l'ADN dans les produits de fermentation nuit à l'industrie et à l'académie. *BIOspektrum*, 30(6), 615-615.
- Tubb C, Seba T 2021 Repenser l'alimentation et l'agriculture 2020-2030 : la seconde domestication des plantes et des animaux, la disruption de la vache, et l'effondrement de l'élevage industriel. *Industrial Biotechnology*, 17(2), 57-72.
- Turetta F et al. 2024 Molecular farming for the food sector. *Trends in Biotechnology* in press
- Walker KT et al. 2024 Self-pigmenting textiles grown from cellulose-producing bacteria with engineered tyrosinase expression. *Nature Biotechnology* <https://www.nature.com/articles/s41587-024-02194-3.pdf>