



Changement climatique et ingrédients végétaux : quelles solutions peuvent apporter les biotechnologies ?

Coralie Boutte - Ingénieure biotechnologiste/chimiste



Colloque Mediplant 2025

Mibelle Biochemistry

Switzerland

- Unité indépendante au sein du Mibelle Group (Persán, Espagne)
- Fondé en 1991 à Buchs (Aargau)
- Développement et production d'ingrédients actifs innovants pour l'industrie des cosmétiques et des compléments alimentaires
- Présence directe en Suisse, en France, aux US et dans 50 pays via des distributeurs
- Expertise en extraction de plantes et en biotechnologies



Introduction

Introduction

Le marché des PAM dans le monde [1]

- PAM utilisées depuis plus de 5000 ans dans les médecines traditionnelles
- Aujourd'hui



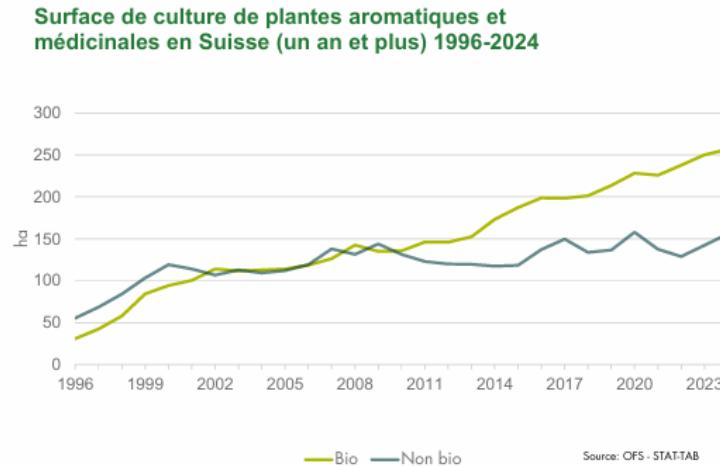
- Marché en forte croissance: augmentation de l'export et l'import global de respectivement 97.8% et 98.1% entre 2010 et 2023

[1] S.Zamani *et al.*, Global trade of medicinal and aromatic plants. A review, *Journal of Agriculture and Food Research*, 2025

Introduction

Les PAM en Suisse [2,3]

- Plus de 100 espèces de plantes cultivées sur le territoire Suisse
- Production généralement contractuelle, biologique, en zone de montagne, au sein de petites exploitations regroupées en coopératives régionales



[2] Agroscope.com, Cultures des plantes aromatiques et médicinales, consulté en septembre 2025

[3] Miroir du marché des plantes aromatiques, BIOSUISSE, mai 2025 Marktspiegel Bio Obst

Introduction

La culture des PAM dans leur écosystème

- La production durable des PAM dépend directement de paramètres environnementaux liés aux ressources terrestres



Introduction

Les limites planétaires

- Limites planétaires = seuils d'équilibres naturels terrestres que l'humanité ne devrait pas dépasser pour pouvoir vivre durablement dans un écosystème sûr [4]

Changement climatique

Cycle de l'eau douce

Appauvrissement de la
couche d'ozone

Erosion de la biodiversité

Acidification des océans

Introduction d'entités
nouvelles dans la biosphère

Perturbation des cycles de
l'azote et du phosphore

Changement d'usage des
sols

Augmentation de la
présence d'aérosols dans
l'atmosphère

[4] Notre-environnement.fr, «Limites planétaires» [Limites planétaires - notre-environnement](#), consulté en septembre 2025

Introduction

Les limites planétaires

- Limites planétaires = seuils d'équilibres naturels terrestres que l'humanité ne devrait pas dépasser pour pouvoir vivre durablement dans un écosystème sûr [4]

Changement climatique

Cycle de l'eau douce

Appauvrissement de la
couche d'ozone

Erosion de la biodiversité

Acidification des océans

Introduction d'entités
nouvelles dans la biosphère

Perturbation des cycles de
l'azote et du phosphore

Changement d'usage des
sols

Augmentation de la
présence d'aérosols dans
l'atmosphère

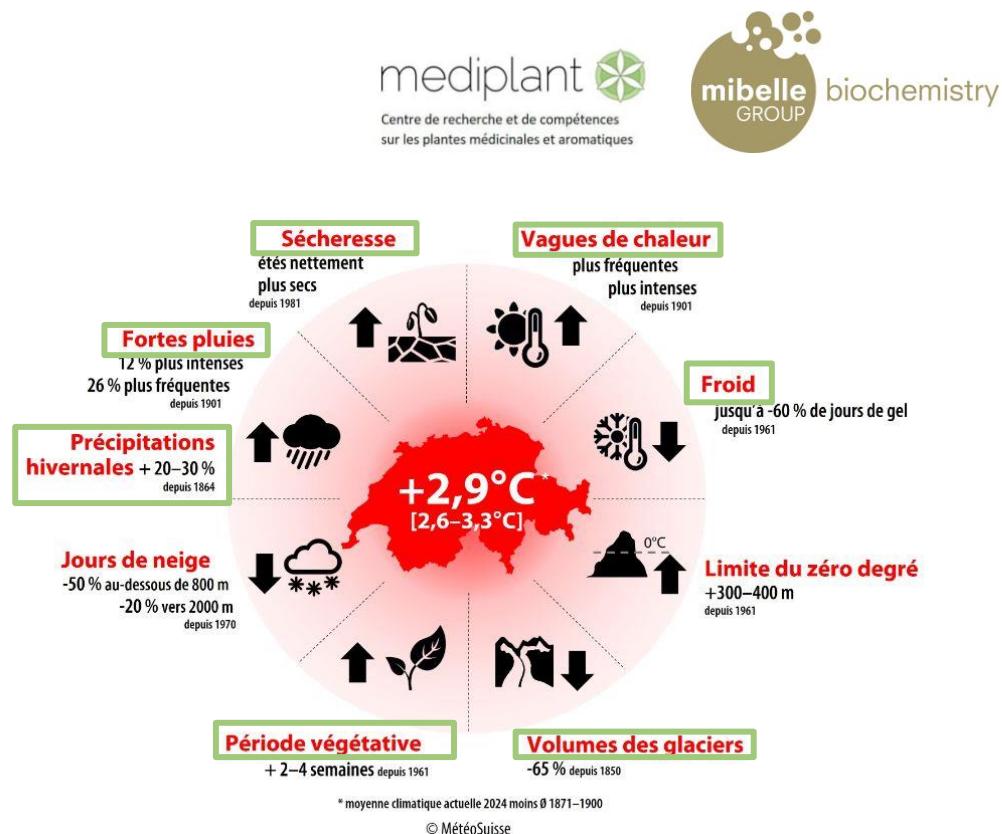
Limites planétaires franchies = impact sur la filière des PAM

[4] Notre-environnement.fr, «Limites planétaires» [Limites planétaires - notre-environnement](http://Notre-environnement.fr), consulté en septembre 2025

Introduction

Le changement climatique en Suisse [5,6]

- Changement climatique = variations à long terme de la température et des modèles météorologiques sur Terre. Depuis les années 1800, les activités humaines constituent la cause principale des changements climatiques, essentiellement en raison de la combustion de combustibles fossiles comme le charbon, le pétrole et le gaz.



Impact sur la filière des PAM

[5] Nations Unies, «En quoi consistent les changements climatiques?», consulté en septembre 2025

[6] Meteo Suisse, «Changement climatique en Suisse» [Changement climatique – MétéoSuisse](#), consulté en septembre 2025

Introduction

L'innovation et les biotechnologies [7,8]

- Différentes solutions pour respecter les limites planétaires et limiter le dérèglement climatique:
 - ✓ Limiter les émissions de gaz à effet de serre, réaliser une transition énergétique, consommer différemment, transformer le système alimentaire, **innover...**
- Biotechnologies = Application de la science et de la technologie à des organismes vivants, ses composants, produits et modélisations, pour les modifier aux fins de la production de connaissances, de biens et de services. (OCDE*)
- Production de biocarburants à partir d'algues/déchets, développement de biofertilisants, création de matériaux biosourcés, transformation des déchets organiques en biogaz, bioplastiques ou compost

Santé

**Agriculture
et élevage**

**Alternatives aux
procédés chimiques**

**Biodiversité
marine**

Environnement

* OCDE = Organisation de coopération et de développement économiques

[7] ADEME, Agir pour la transition écologique, [Particuliers | Agir pour la transition écologique | ADEME](#), consulté en septembre 2025

[8] S.bachleitner et al., The potential of CO₂-based production cycles in biotechnology to fight the climate crisis, *Nature communications*, 2023

Introduction

Les biotechnologies en cosmétiques [9]

- Les biotechnologies représentent 17% du marché des cosmétiques en Europe
- Croissance significative des produits cosmétologiques biotechnologiques pour la durabilité, la recherche de sources naturelles et un positionnement de haute technologie
- ➔ Les ingrédients biotechnologiques sont la deuxième catégorie dont la croissance devrait être plus rapide que la croissance moyenne du marché des actifs de spécialité

Changement climatique et ingrédients végétaux : quelles solutions peuvent apporter les biotechnologies ?

[9] SEPPIC, Biotechnologies dans les cosmétiques: ingrédients, avantages et défis, consulté en septembre 2025

Ingrédients végétaux pour les cosmétiques et dérèglement climatique

Ingédients végétaux pour les cosmétiques et dérèglement climatique

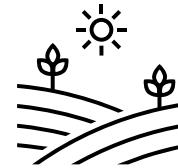
Impact du dérèglement climatique sur la filière des PAM [11, 12]



Cueillette sauvage



Augmentation de la demande en PAM



Culture d'espèces d'intérêt

- Extinction de masse = Plantes protégées + modification de l'écosystème alpin
- Toutes les espèces sauvages ne sont pas cultivables
- Modifications métaboliques possibles

[11] Charly et Sabine Rey, Cueillette sauvage, dans *Traditions vivantes*, 2018

[12] G.Sauvé, Culture de plantes aromatiques et médicinales présentes en région Occitanie, Thèse, 2023

Ingrédients végétaux pour les cosmétiques et dérèglement climatique

Impact du dérèglement climatique sur la culture de PAM [12,13]

Modification des conditions de culture

- Modification des cycles de croissance
- Modification de l'écosystème (insectes, symbiose mycorhizienne)
- Augmentation des besoins d'irrigation
- Déplacement des zones de culture



Modification de la qualité des plantes

- Changement des compositions phytochimiques (ex: *Thymus vulgaris*)



Modification de la disponibilité des plantes

- Nouveaux stress climatiques
- Perte de biodiversité



[12] G.Sauvé, Culture de plantes aromatiques et médicinales présentes en région Occitanie, Thèse, 2023

[13] E. Ugo Alum, Climate change and its impact on the bioactive compound profile of medicinal plants: implications for global health, 2024

Ingrédients végétaux pour les cosmétiques et dérèglement climatique

Adaptation des pratiques de culture des PAM

Pratiques de cultures responsables

Migration assistée [14]

- Stratégie d'adaptation climatique dans laquelle des espèces sont déplacées manuellement vers des zones plus favorables pour les préserver de l'extinction ou pour tester les futures conditions climatiques d'une zone

Innovation

- Nouvelles espèces d'intérêt
- Biotechnologies

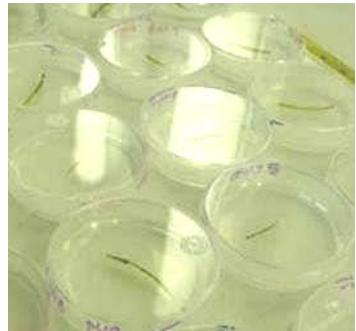
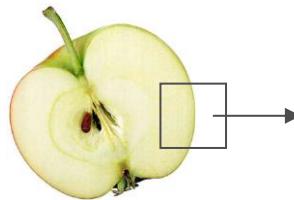
[14] Gouvernement Québec, La migration assistée comme mesure d'adaptation aux changements climatiques, 2024

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

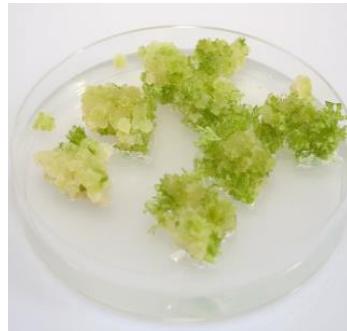
Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de cellules souches de plantes

- Induction de la formation de cellules souches à partir de matériel végétal (feuille, fruit,...)
- Cal = amas de cellules dédifferencierées (= cellules souches végétales)
- Production en sacs à vagues en conditions axéniques et contrôlées



Plaques d'agar avec matériel végétal pour l'initiation de cal



Cals de *Malus domestica* sur plaques d'agar



Cellules souches de *Malus domestica* en suspension dans sac à vague de 10L

→ Ingrédient actif

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de cellules souches de plantes

- Biotechnologie développée pour différentes familles de plantes, à partir de différentes parties de plantes



*Malus
domestica*
(fruit)



*Rosa
pendulina L.*
(feuilles)



Vitis vinifera L.
(fruit)



*Sideroxylon
spinosum.*
(branche)



*Symphytum
officinale L.*
(racines)



*Saponaria
pumila*
(feuilles)



*Lycium
barbarum*
(fruits)



Eco-breakthrough

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de cellules juvéniles de mousse (*Bryophyta*)

- Adaptations spécifiques des mousses = Résistance à la sécheresse (anhydrobiose et reviviscence)
- Défis environnementaux: présence des mousses essentielle à leur écosystème, certaines espèces sous statut protégé en Suisse
- Défis de sourcing: croissance lente, reproductibilité dans la collecte d'espèces identiques, mousses bioaccumulatrices

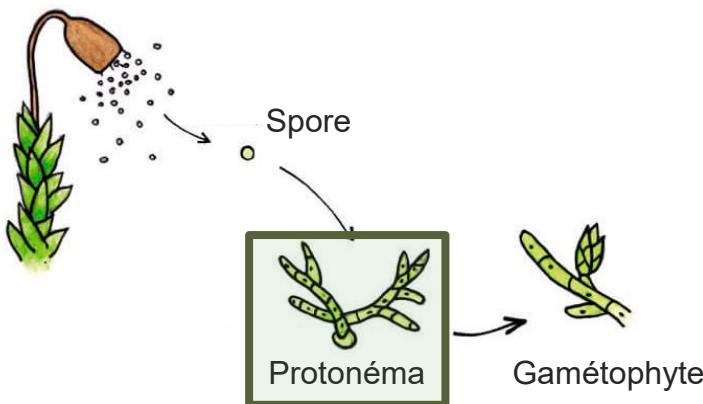


Biotechnologie MossCellTec™

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de cellules juvéniles de mousse (*Bryophyta*)

- Partenariat avec le laboratoire de Plant Biotechnology (Dr. Reski, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Allemagne)
- Inspirée des conditions de croissance naturelle des mousses



Zoom sur le cycle de reproduction des mousses hépatiques, ©Laëtitia Locteau



Photo de protonéma de *Physcomitrium patens* observé au microscope

MossCellTec™

Culture de protonemata

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de cellules juvéniles de mousse (*Bryophyta*)

- Fragmentation des protonemata par homogénéisation mécanique
- Production en sacs à vagues en conditions axéniques et contrôlées



Fragmentation des protonemata par homogénéisation mécanique



Sac à vague contenant une culture de protonemata de *P. patens*

- Biomasse de mousse prête pour l'extraction
- Extraction par macération de la biomasse dans une solution tampon, homogénéisation et pressage à froid

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de microalgues des glaciers

- Couleur rouge dans la neige et sur les glaciers: spores d'algues des neiges
- La couleur rouge protège les algues contre les rayons UV extrêmes



Algues vertes
(Printemps)



Algues rouges
(Été/Automne/hiver)

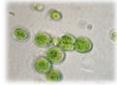
- Phase de reproduction par photosynthèse
- Stade dormant: production de caroténoïdes, anti-oxidants,...



Spores d'algues de neiges sur de la neige (Valais, Suisse)

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

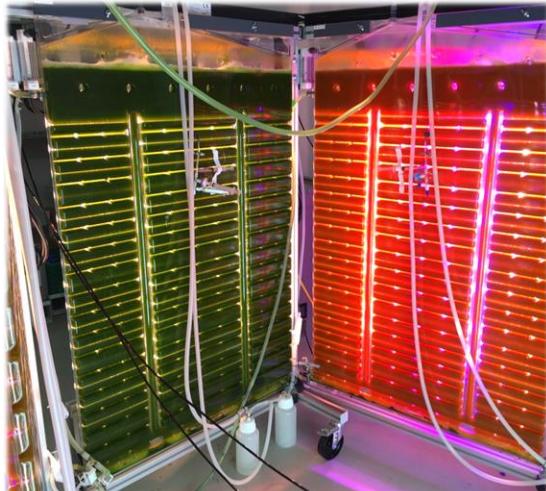
Culture de microalgues des glaciers



Algues vertes



Algues rouges

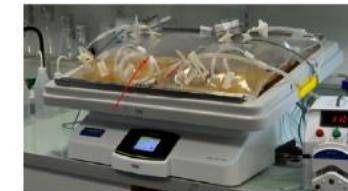
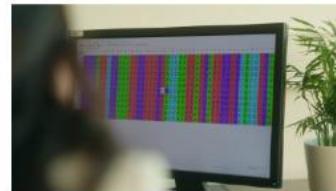


Production d'algues des neiges en biotechnologies

- Culture d'algues des neiges dans des photobioréacteurs de 20 litres
- Production en conditions contrôlées et axéniques
- Intensité lumineuse variable pour imiter le printemps et l'été
- Permet de créer du matériel végétal qu'il serait impossible de récolter dans la nature

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de racines chevelues optimisées en métabolites secondaires (STH Biotech)



Induction des racines

À l'aide de *Rhizobium rhizogenes*, nous mettons en place des cultures racinaires à partir de tissus végétaux, créant ainsi un **système de production stable et renouvelable, indépendant du sol ou du climat.**

Ingénierie métabolique

Grâce à des outils de biologie moléculaire avancés, **nous optimisons les voies clés** afin d'augmenter la productivité et d'améliorer le rendement des composés cibles.

Design d'ingrédients

En nous appuyant sur des **processus en aval avancés et durables**, nous élaborons les meilleurs ingrédients qui révèlent tout le **potentiel des plantes sélectionnées**.

Production

Les lignées racinaires optimisées sont transférées dans des **bioréacteurs contrôlés**, ce qui permet une **transition fluide** entre les lots de recherche et la production industrielle.

Les biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques innovants

Culture de plantes en fermes verticales (Futura Gaïa)

- Production de plantes en chambres climatiques contrôlées, dans des cylindres rotatifs
- Etude des interactions sol-microbiote-plantes
- Optimisation des rendements et des teneurs en molécules d'intérêt
- Complémentaires aux systèmes de production en plein champ ou sous serres
- Production économique en eau (15 à 20 fois moins d'eau consommée qu'en plein champ), sans pesticide, 365 jours par an



Chambre climatique en cylinder rotatif de chez Futura Gaïa

Avantages des biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques

Avantages des biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques

Conditions de culture contrôlées et production continue



Rendement élevé



Temps de croissance contrôlé



Culture en conditions axéniques



Absence de métaux lourds ou autres composés bioaccumulés par les plantes



Rendement



Qualité



Uniformité



Offre



Durabilité

Avantages des biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques

Conditions de culture contrôlées et production continue



Conditions indépendantes des saisons et des aléas climatiques



Indépendant du lieu de production



Production en interne: pas de transport nécessaire



Rendement Qualité Uniformité Offre Durabilité

Avantages des biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques

Conditions de culture contrôlées et production continue



Besoin en eau réduit par rapport au plein champ



Limitation de l'espace occupé



Pas besoin d'engrais ou autres produits chimiques



Rendement



Qualité



Uniformité



Offre



Durabilité

Avantages des biotechnologies pour la production d'ingrédients cosmétiques

Innovation et efficacité



Utilisation de plantes rares prélevées seulement une fois dans la nature



Préservation: possibilité de restaurer la plante entière à partir des cellules souches



Amélioration de l'efficacité des ingrédients



Rendement



Qualité



Uniformité



Offre



Durabilité

Les biotechnologies et la filière des PAM

Les biotechnologies et la filière des PAM

Les biotechnologies comme outils pour la filière des PAM

- **Biopesticides** : Utilisation d'organismes vivants ou de molécules naturelles pour lutter contre les ravageurs. Ex: *Bacillus thuringiensis* contre les insectes
- **Plantes résistantes** : Développement de variétés plus résistantes aux maladies ou aux attaques d'insectes. Ex: Sélection de variétés de lavande résistantes au dépérissement bactérien
- **Traitements microbiens**: traitements contenant des microorganismes isolés de tissus végétaux pour améliorer les rendements en cas de sécheresse. Ex: Indigo Cotton, traitement des semences contenant des bactéries isolées à partir de plants de coton



Biopesticides



Variétés résistantes



Traitements microbiens
pour améliorer les
rendements

Les biotechnologies et la filière des PAM

Les biotechnologies comme outils pour la filière des PAM

- Optimisation de la nutrition des plantes et stimulation de leur croissance
- **Microorganismes bénéfiques** : Utilisation de bactéries et champignons pour améliorer l'absorption des nutriments par les racines. Ex: Mycorhizes augmentant l'accès des plantes aux minéraux du sol (phosphore, potassium)
- **Produits microbiens fixateurs d'azote:**
 - ✓ Identifications de microorganismes résistants et culture de ces microorganismes pour remplacer les engrains azotés
 - ✓ Développement du microorganisme dans la zone racinaire, continuant à transformer l'azote présent dans l'air en nutriments pour la plante
 - ✓ Permet de remplacer jusqu'à 10 % de l'azote dans les cultures en rangs et cultures maraîchères

Les biotechnologies et la filière des PAM

Complémentarité des biotechnologies et de la filière des PAM



Prise de recul

- Comparaison des biotechnologies et de l'agriculture intensive pas forcément pertinente
- Il existe des méthodes de culture respectueuses de l'environnement



Réflexion stratégique

- Investir dans la recherche pour intégrer les biotechnologies dans la filière des PAM



La filière des PAM est unique

- Naturalité, terroir, savoir-faire
- Soutien à la biodiversité

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Analyse du cycle de vie de différentes biotechnologies

- **L'analyse du cycle de vie (ACV)** = méthode d'évaluation quantifiant les impacts environnementaux potentiels d'un produit ou service sur l'ensemble de son existence, de l'extraction des matières premières à sa fin de vie. Encadrée par les normes ISO 14040 et 14044
- Objectifs: Mieux comprendre l'impact d'un produit sur l'environnement, pour potentiellement modifier le processus et améliorer son impact environnemental (éco-conception)
- Basée sur la mesure de 16 indicateurs d'impact:



Impact environnemental et limites des biotechnologies

Analyse du cycle de vie de différentes biotechnologies

ACV de culture de cellules souches [15]



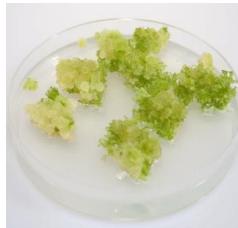
- Mesure des indicateurs à 3 étapes de production (cradle to gate):
 A1  A2  A3
- Suivi des indicateurs d'impact: potentiel de réchauffement global (PRG), acidification (PA), eutrophisation des eaux douces (FE), émission de particules (PMF) et épuisement de la couche d'ozone (ODP), indice de circularité des matériaux (MCI)
- Comparaison avec une approche de récolte sauvage pour l'extraction de tanin végétal à partir de l'écorce d'épicéa (*Picea abies*)

[15] Gbenga F. Oluyemi *et al.*, Environmental Impact Assessment of a Plant Cell-Based Bio-Manufacturing Process for Producing Plant Natural, 2024

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Analyse du cycle de vie de différentes biotechnologies

ACV de culture de cellules souches [15]



Résultats:

- ↓ de 23% du potentiel de réchauffement global, acidification, eutrophisation
- ↓ de 25% des émissions de particules et d'épuisement de la couche d'ozone
- Indice de circularité des matériaux bas

- L'étape de fabrication de l'extrait (A3) contribue de manière significative aux impacts négatifs sur l'environnement, avec des niveaux d'effets variables en fonction de la source d'énergie utilisée
- Faible circularité des matériaux

[15] Gbenga F. Oluyemi *et al.*, Environmental Impact Assessment of a Plant Cell-Based Bio-Manufacturing Process for Producing Plant Natural, 2024

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Analyse du cycle de vie de différentes biotechnologies

ACV de culture en ferme verticale [16]



ACV grande ferme verticale commerciale en Suède produisant de la laitue emballée
VS

ACV de la production de laitue conventionnelle importée puis emballée en Suède

- Mesure des indicateurs de la production à la distribution (cradle to grave)
- Mesure des 16 indicateurs d'impact

[16] M.Martin et al., Environmental life cycle assessment of a large-scale commercial vertical farm, *Sustainable Production and Consumption*, 2023 33

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Analyse du cycle de vie de différentes biotechnologies

ACV de culture en ferme verticale [16]



Résultats:

- La ferme verticale émet moins de GES que les variétés issues de sources conventionnelles
- Meilleure efficacité dans l'utilisation de l'eau, des émissions de GES et une meilleure efficacité énergétique
- La consommation d'électricité est un point déterminant dans ce procédé

[16] M.Martin et al., Environmental life cycle assessment of a large-scale commercial vertical farm, *Sustainable Production and Consumption*, 2023 34

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Analyse du cycle de vie de différentes biotechnologies

ACV de la production d'acide hyaluronique par fermentation (Givaudan) [17]



- Production d'acide hyaluronique de bas poids moléculaire
- Fermentation précise de micro-organismes + modèle d'économie circulaire dans le contexte d'une bioraffinerie
- Mesure de 16 indicateurs d'impact de la production à la sortie d'usine (cradle to gate)

➤ Résultats:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| ↓ de 92% des émissions de GES | ↓ de 95% de l'acidification et eutrophisation de l'eau |
| ↓ de 75% de la consommation d'eau | ↓ de 90% d'énergie non renouvelable |

[17] Givaudan.com, Givaudan Active Beauty unveils PrimalHyal™ 50 Life <https://www.givaudan.com/media/trade-media/2024/givaudan-active-beauty-unveils-primalhyal-50-life>, consulté en octobre 2025

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Analyse du cycle de vie de différentes biotechnologies

Conclusion sur l'utilisation de l'ACV pour les ingrédients biotechnologiques

- Facilite la comparaison des procédés de production entre des biotechnologies elles-mêmes ou avec des méthodes d'agriculture conventionnelle
- Aide à la prise de décision dans le développement de nouveaux produits
- Les résultats des ACV sont dépendants d'un grand nombre de facteurs et il faut toujours avoir un regard critique sur les résultats
- Défis : Manque de données, manque de méthodologies spécifiques ou de connaissances disponibles, difficulté de comparaison entre les entreprises

Impact environnemental et limites des biotechnologies

Limites des biotechnologies



Coûts

- Equipements
- Matériel de production
- Formation des équipes



Contraintes réglementaires



Impacts à long terme

- Impacts à long terme sur les écosystèmes encore méconnus



Contraintes environnementales

- Procédés dépendants de l'eau et des énergies



Naturalité?

- Grande importance des consommateurs à la naturalité des produits

Conclusion

Conclusion



Marché des PAM en
croissance



Confronté au
dérèglement climatique



Innovation essentielle



Ingrédients à partir
de biotechnologies



Conditions contrôlées,
production continue



ACV: mesurer l'impact
des ingrédients sur les
écosystèmes



Limites de coûts, impacts
à long terme inconnus,
dépendance aux
ressources

Conclusion



**Travailler main dans la main pour
poursuivre des objectifs communs et
réinventer le domaine des ingrédients
cosmétiques**

Address

Mibelle Biochemistry
Mibelle AG
Bolimattstrasse 1
5033 Buchs
Switzerland

Phone number: +41 62 836 17 31

Website: www.mibellebiochemistry.com

Mail: info@mibellebiochemistry.com



coralie.boutte@mibellegroup.com



The information contained in this publication is provided in good faith and is based on our current knowledge. No legally binding promise or warranty regarding the suitability of our products for any specific use is made. Any statements are offered solely for your consideration, investigation and verification and do not relieve you from your obligation to comply with all applicable laws and regulations and to observe all third party intellectual property rights. Mibelle AG Biochemistry will not assume any expressed or implied liability in connection with any use of this information and disclaims any and all liability in connection with your product or its use. No part of this publication may be reproduced in any manner without the prior written permission of Mibelle AG Biochemistry.

