



## **COSMÉTIQUE & BIOTECHNOLOGIES (2/4) – LES GREEN BIOTECHS (1<sup>ère</sup> Partie) : VERS UNE AUTRE AGRICULTURE**

**L'humanité pratique l'agriculture depuis environ 12 000 ans. L'adoption de l'agriculture a entraîné un changement sociétal majeur, balayant le mode de vie traditionnel des chasseurs-cueilleurs au profit d'établissements permanents.** On peut dire que les métropoles tentaculaires d'aujourd'hui doivent leur existence à la décision de nos ancêtres de s'enraciner, au sens propre comme au sens figuré.

Cependant, l'agriculture ne s'est jamais contentée de semer et de cultiver ; les conditions météorologiques imprévisibles, les ravageurs et les maladies ont historiquement provoqué des famines dévastatrices, et **des problèmes plus modernes tels que le changement climatique, l'érosion des sols et la perte de biodiversité créent leurs propres pressions.**

La croissance rapide de la population a engendré une augmentation de la demande de nourriture, d'énergie, de carburant, de médicaments et de divers matériaux. Aussi, lorsqu'il s'agit de cultiver les matières premières utilisées pour fabriquer des ingrédients destinés à l'industrie cosmétique, une pression éthique supplémentaire s'exerce, compte-tenu de la nécessité de soutenir une population en plein essor. Pour répondre à cette demande, l'agriculture revêt une importance fondamentale en fournissant une grande quantité de matières premières utilisées par les industries.

**La Biotechnologie Verte peut contribuer positivement à l'augmentation de l'offre en créant des matières premières de meilleure qualité, plus résistantes aux attaques des parasites avec une augmentation significative de la production, ainsi qu'une réduction du temps, des coûts de fonctionnement et des impacts sur l'environnement.**



### ***Voir toujours plus haut... Le Vertical Farming !***

**D'ici à 2050, la population humaine devrait atteindre 9,7 milliards de personnes, dont près de 70 % vivront dans des villes.** Non seulement cette augmentation de la population exerce une pression énorme sur les infrastructures fondamentales nécessaires au fonctionnement de la société contemporaine, mais **la montée de l'urbanisation rend difficile l'accès aux nutriments vitaux dont nous avons besoin pour vivre.**

L'Indoor Farming n'est pas un concept nouveau. L'ancienne serre en est un parfait exemple et reste l'un des moyens les plus efficaces et les plus rentables de cultiver des produits. Cependant, les technologies émergentes repoussent les limites de l'innovation en matière d'agriculture et nous avons récemment assisté à une innovation remarquable dans les méthodes d'agriculture qui permettent des rendements sans précédent au mètre carré.

**Bien que ces techniques soient toutes regroupées sous l'appellation d'hydroponie, il existe des différences essentielles entre les méthodes les plus populaires :**

- **L'hydroponie traditionnelle** remplace le sol par une solution aqueuse riche en nutriments, tandis que
- **L'aquaponie** remplace le sol par de l'eau provenant d'un aquarium. Dans ce cas, l'eau contenant des déchets de poissons, qui est naturellement riche en nutriments pour les plantes, circule à travers une plantation hydroponique. L'eau des déchets végétaux, désormais riche en nutriments pour les poissons, est réintroduite dans l'aquarium, ce qui complète le cycle.
- **L'aéroponie** est, quant à elle, une méthode moins courante de culture indoor, où les racines des plantes sont suspendues dans l'air et absorbent les nutriments grâce à une atmosphère semblable à un brouillard.

**Dans une ferme verticale, l'environnement est entièrement contrôlé : les cultures se font hors-sol, à l'aide de systèmes hydroponiques dans lesquels les plantes poussent sur des substrats et sont alimentées en nutriments via l'eau qui circule en circuit fermé. La température, la lumière, l'humidité et l'apport en eau sont maîtrisés et peuvent être ajustés, ce qui permet d'utiliser 90% moins d'eau par rapport à une culture traditionnelle. L'empreinte au sol elle aussi est réduite, car l'intérêt du Vertical Farming est bien de produire à la verticale, c'est-à-dire vers le haut !** Souvent, les plaques de culture sont placées les unes sur les autres, permettant pour une même surface au sol de cultiver beaucoup plus. Ainsi, une ferme verticale fonctionnant à pleine capacité peut atteindre un **rendement de 80 kg à 120 kg par mètre carré/an, alors qu'il est de 3 kg à 9 kg par mètre carré/an pour une culture traditionnelle.**

Le Vertical farming connaît une croissance constante au cours des dernières années. **La taille du marché mondial de l'agriculture verticale a été évaluée à 4,34 milliards USD en 2021 et devrait se développer à un taux de croissance annuel composé de 25,5% de 2022 à 2030.**

## Avantages & Inconvénients du Vertical Farming

Étant donné que l'agriculture verticale peut être une source sûre et durable d'aliments frais dans les zones urbaines, elle gagne du terrain et se développe dans le monde entier. Par rapport aux agrosystèmes conventionnels, le vertical farming a un faible impact sur l'environnement, ne génère pratiquement pas d'émissions de pesticides, et utilise peu d'eau et de terres.



Si l'agriculture verticale offre de nombreux avantages par rapport à l'agriculture conventionnelle, elle présente aussi des inconvénients. Elle a généralement un coût d'investissement comparable au coût d'acquisition de champs par un agriculteur pour démarrer ou augmenter sa production. Un autre inconvénient est le coût d'exploitation. Comme le système utilise la lumière artificielle et nécessite un contrôle de l'environnement (humidité, température), il consomme beaucoup d'énergie, ce qui augmente la facture d'électricité et la production de CO<sub>2</sub>. Pour que ce nouveau mode de production soit introduit dans le circuit de distribution des denrées alimentaires, il sera donc nécessaire d'en atténuer ces coûts.

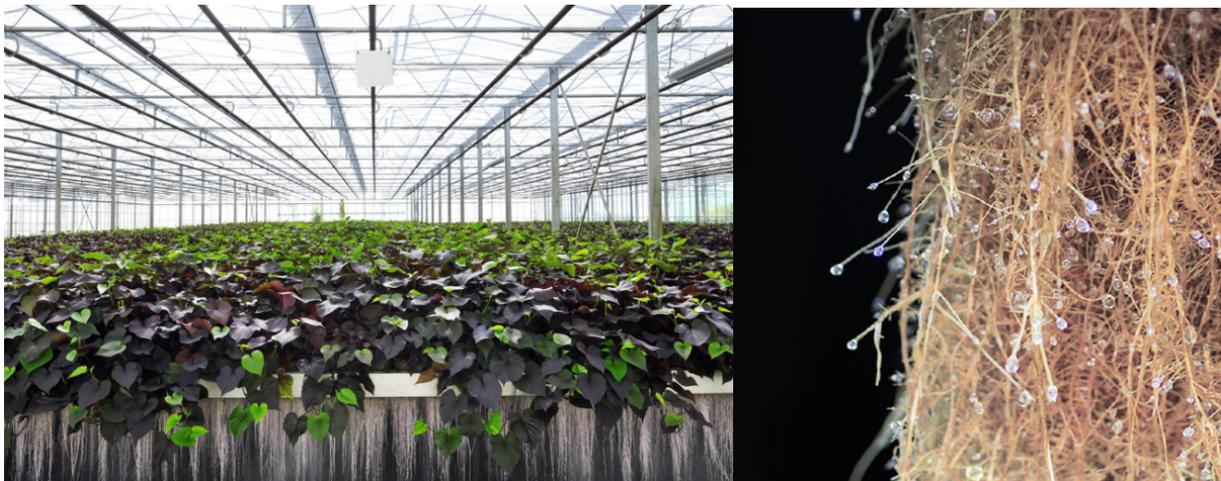
## Quelle place pour le Vertical Farming dans l'industrie de la Beauté ?

L'industrie cosmétique est elle aussi séduite par cette approche plus durable de l'agriculture et on commence à voir fleurir quelques marques qui sourcent leurs matières premières dans les fermes verticales.



Cette technologie intéresse également des fournisseurs d'ingrédients. C'est entre autres, le cas de **Firmenich**, entreprise leader de parfums et arômes qui, **en partenariat avec la start-up française Jungle a créé Muguet Firgood™**. Cet ingrédient s'appuie sur la technologie d'extraction naturelle de Firmenich, Firgood™, et les capacités uniques de Jungle en agriculture verticale. « **C'est la première fois dans l'histoire de la parfumerie qu'un extrait de cette fleur, pur et 100% naturel, est capturé grâce à un procédé durable et sûr, offrant ainsi un profil olfactif entièrement nouveau** avec des tonalités authentiques ».

Côté cosmétique, c'est la société **Capsum** et le spécialiste de l'agriculture verticale **iFarm** qui ont signé, en janvier dernier, un accord **pour créer une ferme-laboratoire indoor au service de la recherche en produits de beauté innovants**.



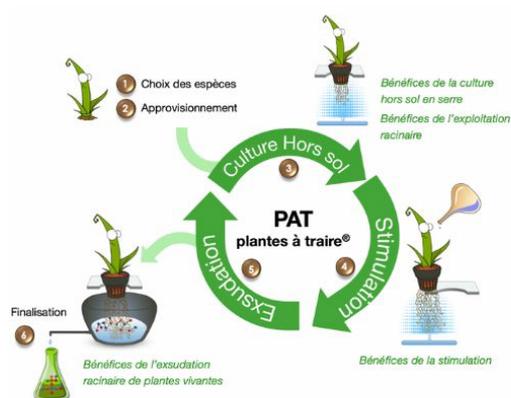
### ***Plantes à Traire®, l'aéroponie 2.0***

L'aéroponie est un concept qui s'inspire des systèmes hydroponiques où les racines de la plante sont en général contenues dans un substrat inerte comme les billes d'argiles. **En aéroponie, ces racines sont en suspension dans un espace rempli d'air et le substrat est remplacé par un milieu de culture liquide qui est régulièrement pulvérisé sur les racines par l'application d'un brouillard nutritif**. Cela a pour conséquence un développement spectaculaire des plantes et de leur système racinaire grâce à la bonne oxygénation rendue

possible par l'absence du substrat de culture. Ce type de culture indoor fera tout son possible pour créer les meilleures conditions de croissance pour les plantes ainsi cultivées. Cependant, en les modifiant pour créer des conditions de stress, il sera aussi possible de favoriser la production de métabolites secondaires et d'accroître leurs concentrations.

Dans la nature, le stress est principalement causé par les variations nutritionnelles, hydrométriques et ensoleillement ou une combinaison des trois. **Lorsque les plantes subissent des niveaux de stress élevés, elles peuvent entrer dans un "mode de survie" où la concentration en métabolites secondaires augmente dans les fleurs, les fruits, les feuilles ou les racines, en fonction de l'espèce, de la quantité et du type de stress, et du stade du cycle de vie de la plante.**

**La société Plant Advanced Technologies PAT s'est inspirée de ce mécanisme naturel pour l'appliquer à la culture aéroponique** (illustration ci-dessous). La première étape (d'une durée moyenne d'un premier cycle de culture) sera la sélection des plantes candidates. Il s'agira d'abord de comprendre la croissance de la plante lors d'une saison de végétation puis d'évaluer son comportement en culture aéroponique. Les paramètres de cultures - tels que le niveau d'arrosage, la nutrition, la réponse de la plante face aux stimuli de l'environnement - seront ainsi étudiés en fonction des molécules que PAT cherche à faire exprimer dans les racines. Selon Frédéric Bourgaud, CSO et co-fondateur de Plant Advanced Technologies, **« pour chaque plante, il faut réinventer l'histoire. C'est un peu comme en haute couture où il faut coudre le vêtement sur la personne »**. Une fois la plante candidate sélectionnée, la deuxième année va permettre d'optimiser tous les paramètres de mise en culture ainsi que les conditions d'extraction. Les plantes sont disposées dans des pots remplis de billes d'argile, nourries par brumisation et stimulées par des éliciteurs (molécules émises en réponse à des agresseurs à l'état naturel et qui stimulent les défenses des plantes) afin d'augmenter leur rendement. Vient ensuite le procédé d'exsudation c'est-à-dire l'extraction des molécules, en plongeant les racines dans un solvant biosourcé. Il en résulte alors un extrait représentatif sur lequel les études de biologie, d'évaluation de l'innocuité, de formulation, de stabilité... pourront être réalisées avant de passer à l'échelle industrielle.



	Méthode traditionnelle d'obtention des extraits de plantes	PAT Plant à Traire
<b>Méthode utilisée</b>	- Culture en champ - Hydrodistillation - Fluides supercritiques - Extraction solide/liquide...	- Culture en système hors-sol (aéroponie) - Traite des plantes
<b>Avantages</b>	Coût faible à modéré pour des molécules facilement accessibles	- Culture maîtrisée en serre (gestion des intrants, non utilisation de surfaces cultivables pour la filière alimentaire, maîtrise des aléas climatiques) - Consommation d'eau très faible - Possibilité de travailler sur des plantes/molécules rares - Stimulation des voies de biosynthèse pour augmenter la teneur en molécules d'intérêt <i>in planta</i> - Rendement en molécules supérieur - Non destruction des plantes car accès aux racines des plantes
<b>Inconvénients</b>	- Surface de production nécessaire importante - Destruction des plantes - Destruction de certaines molécules d'intérêt lors du procédé d'extraction	- Coût de la recherche associée à l'optimisation des conditions de culture - Temps de la recherche pour optimiser toutes les étapes du procédé - Stock de produits important pour répondre rapidement au besoin des clients

## Avantages & Inconvénients des Plantes à Traire®

Les avantages de cette technologie sont nombreux. Tout d'abord, **l'élicitation** induite en modifiant la composition du milieu de culture ou en utilisant des agents naturels, **va permettre de stimuler les voies de biosynthèse de la plante et sur-exprimer les métabolites d'intérêt**

**jusqu'à multiplier leur production par 50, conduisant ainsi à des extraits performants au profil phytochimique original.**

Un autre avantage est **de pouvoir remettre en production ces plantes qui peuvent réaliser plusieurs cycles de production par saison.** Ainsi, pour des plantes annuelles, il est possible de réaliser durant les 6 mois que dure la période de culture, 6 récoltes (ce chiffre pouvant monter jusqu'à 8 ou 10 lorsque la culture est réalisée chez PAT Zerbaz, la filiale réunionnaise de PAT). Dans le cas des plantes pérennes, où le développement racinaire est plus lent, il pourra être effectué jusqu'à 3 récoltes par saison. Cette récolte étant réalisée en utilisant des solvants agrosourcés, **l'indice de naturalité des extraits ainsi obtenue est très élevée.**

**Les plantes à traire sont une technologie durable où les plantes pérennes peuvent être gardées durant toute la durée de vie de l'ingrédient.** Dans ce cas, il sera possible de rejuveniliser les plants en taillant chaque année les parties aériennes et les racines. Les tissus racinaires ainsi régénérés sont des tissus jeunes, homogènes, d'une même physiologie ce qui assure la conservation du profil phytochimique recherché.

Même si la culture aéroponique n'est pas considérée comme une culture bio dans le référentiel français (ce qui n'est pas le cas pour les référentiels allemands ou encore américains), **la culture des plantes à traire respecte en tous points le cahier des charges du bio : zéro pesticide ; tous les intrants sont maîtrisés pour respecter la qualité intrinsèque des plantes ; la culture se faisant sous serre, il n'y a aucun risque de contamination de la qualité de l'air.** De la graine à l'extrait, la traçabilité est ainsi totale sur une chaîne d'approvisionnement courte où le « made in local » permet une grande réactivité de PAT face aux demandes de leurs clients.

En 2021, **PAT obtient le label « Haute Valeur Environnementale » niveau 3 (HVE 3, le plus élevé)** car l'entreprise a pu **répondre pleinement aux exigences fondées sur la biodiversité, la stratégie phytosanitaire, la gestion de la fertilisation et des ressources en eau pour ses activités horticoles et la culture en aéroponie.** D'après le communiqué de presse, le label « HVE 3 apporte à PAT un nouvel avantage concurrentiel grâce à la différenciation de ses actifs désormais fabriqués dans une serre certifiée. C'est également la reconnaissance des efforts entrepris par PAT dans sa démarche « de production de molécules rares exemplaires » et le renforcement de sa politique de développement durable répondant ainsi pleinement aux attentes du marché cosmétique. ».

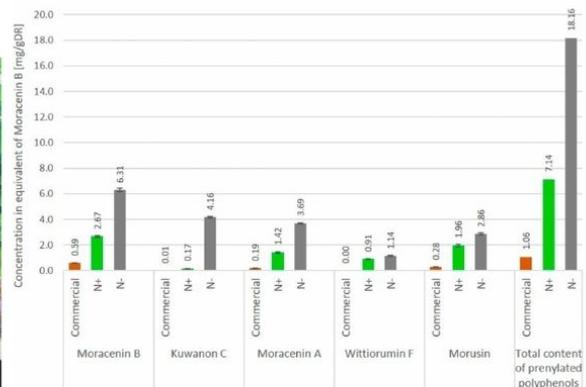


## De la serre à l'étagère de la salle de bain... Les plantes à traire® rentrent en cosmétique

En 2012, c'est Chanel qui fut la première entreprise à confier à PAT la production d'un ingrédient anti-oxydant extrait de l'Edulis, plante grasse d'Afrique du Sud, pour être utilisé dans la gamme anti-âge « Le Lift Crème Fine ».

D'autres partenariats vont suivre. En 2016, Neurovity®, extrait de *Vitex negundo* luttant contre le neuro-vieillessement cutané, est le résultat d'un développement exclusif avec les laboratoires Expanscience. En 2018, Seppic annonce le lancement d'Equibiome™ (INCI : Propylene Glycol - Aqua/Water - *Arctium Lappa* Root Extract), ingrédient co-développé avec PAT qui, par sa « composition unique avec une teneur élevée en métabolites racinaires rarement trouvés dans les extraits classiques de racines de Grande Bardane, permet de restaurer l'harmonie des peaux réactives en agissant sur l'équilibre du microbiote cutané ».

Enfin en 2019, Clariant devient partenaire stratégique et distributeur mondial exclusif de certains nouveaux produits et souscrit à environ 10% du capital de PAT. Ce partenariat a conduit au co-développement de Prenylium® (INCI : Propanediol (and) Water (and) *Morus Alba* Root Extract), un extrait anti-âge de murier blanc riche en composés prénylés protégeant le matrisome de la peau. **La culture aéronique, couplée à la stimulation de la biosynthèse des composés d'intérêt par modification de la composition minérale du milieu nutritif, a permis d'obtenir un extrait ayant une composition chimique unique comparée à celle obtenue à partir d'un extrait de racine d'arbres cultivés en plein champ** (figure ci-dessous). Ainsi, par rapport à un échantillon commercial de *Morus alba* L., la concentration en composés prénylés a été multipliée par 18. Pour son mécanisme d'action et ses résultats cliniques, ainsi que pour son sourcing durable, Prenylium® a remporté 3 prix prestigieux en 2020 : le « PCHi Fontain Award » catégorie « Anti-âge », le « BSB Innovation Award » catégorie « Environnement » et enfin le « in-Cosmetics Innovation Award » catégorie « Active Ingredients ».



Concentration de métabolites dans les racines de *Morus alba* L. cultivées dans des conditions hors-sol aéroniques avec et sans carence en azote (N-/N+ respectivement) et dans des racines disponibles dans le commerce. Les concentrations sont exprimées en quantité de marqueurs individuels par 1 g de poudre de racine sèche (mg/gDR, n = 3).

La même année, Clariant propose Rootness® Energize (INCI : Dicaprylyl Ether (and) *Luffa Cylindrica* Root Extract), un extrait racinaire de *Luffa cylindrica* également obtenu par la technologie des Plantes à Traire®. Dans ce cas, le procédé d'exsudation est réalisé grâce à l'utilisation d'un solvant vert lipophile, ce qui permet d'obtenir un extrait riche en acide bryonolique, 10 fois plus concentré en cette molécule active que ce que l'on peut trouver dans la plante cultivée dans le sol.

En 2022, la gamme s'agrandit avec Rootness® Awake (INCI : Propanediol (and) Water (and) Ipomoea Batatas Root Extract (and) Sodium Sulfate), un extrait riche en dicaffeoylquininate esters (DCQE) aux propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires. Ces molécules, déjà connues pour leurs propriétés remarquables, sont très difficile à extraire à partir de plantes cultivées de façon traditionnelle car très faiblement concentrées dans la plante. La technologie des plantes à traire® permet alors de concentrer ces composés dans les racines ce qui conduit, après extraction, à un extrait d'une composition phytochimique unique en DCQE.

### **Peut-on aller encore plus loin dans l'exploration des plantes grâce à la Biotechnologie Verte ?**

Que ce soit grâce au vertical farming ou encore par la technologie des plantes à traire®, cette agriculture 2.0 donne d'autres moyens d'accès à des plantes d'intérêt pour la cosmétique. Plantes d'autant plus intéressantes qu'à l'aide de la stimulation, elles vont sur-exprimer de manière orientée certains métabolites conférant ainsi aux extraits obtenus une composition originale et une performance inégalée par rapport aux extraits conventionnels.

Mais comment avoir accès aux plantes en voie d'extinction ou comment sur-exprimer des métabolites contenus dans d'autres réservoirs cellulaires que les racines ? Dans le prochain volet consacré à la Green Biotechnology, nous explorerons les autres biotechnologies qui exploitent les cultures cellulaires et nous verrons comment l'utilisation de ces biomasses végétales permettent de produire des ingrédients cosmétiques tout aussi intéressants et innovants.

Un grand merci à Benoit MIGNARD (CLARIANT) et Frédéric BOURGAUD (PLANT ADVANCED TECHNOLOGIES) pour avoir contribué à enrichir mon propos et alimenter ma réflexion sur ce sujet passionnant.

Merci également à Mathilde FRECHET (CLARIANT) pour avoir initié ces belles rencontres.

Références bibliographiques :

- [https://www.cosmeticsbusiness.com/news/article\\_page/Growing\\_underground\\_How\\_deep\\_farms\\_can\\_benefit\\_beauty/178713](https://www.cosmeticsbusiness.com/news/article_page/Growing_underground_How_deep_farms_can_benefit_beauty/178713)
- <https://brandgenetics.com/es/human-thinking/hydroponics-aquaponics-and-vertical-farming-systems-what-weve-been-reading-this-week-at-brand-genetics/>
- <https://academic.oup.com/femsle/article/365/21/fny239/5106815>
- <https://fr.voltz-maraichage.com/actualites/lagriculture-verticale-ou-vertical-farming-un-nouveau-mode-de-production-adapte-aux>

- <https://www.nature.com/articles/s43016-021-00402-w>
- <https://www.agritecture.com/blog/2021/6/28/vertical-farms-are-looking-beyond-food-and-into-perfumes>
- <https://cosmetotheque.com/2022/05/31/les-nouvelles-voies-du-faire-1/>
- <https://www.premiumbeautynews.com/en/firmenich-and-jungle-create-a-19648>
- [https://www.happi.com/issues/2020-06-01/view\\_features/vertical-farming/](https://www.happi.com/issues/2020-06-01/view_features/vertical-farming/)
- <https://www.industries-cosmetiques.fr/des-herbes-medicinales-pour-les-cosmetiques-biologiques-vont-pousser-sur-des-fermes-verticales-intelligentes-capsum-ouvre-une-ferme-laboratoire-dans-son-centre-de-recherche-en-utilisant-la-technologie/>
- <https://www.capital.fr/economie-politique/des-paysans-de-la-molecule-rare-travaillent-pour-chanel-et-basf-1056013>
- <https://www.industries-cosmetiques.fr/pat-expanscience-lancet-nouvel-actif/>
- <https://www.usinenouvelle.com/article/seppic-lance-un-actif-racinaire-fruit-d-un-partenariat-avec-pat.N1189772>
- <https://www.lesechos.fr/pme-regions/grand-est/traire-des-plantes-par-les-racines-pour-maquiller-soigner-etc-1225976>
- [https://www.plantadvanced.com/wp-content/uploads/2019/04/Communiqué\\_Spiraea\\_Exudactive\\_PAT.pdf](https://www.plantadvanced.com/wp-content/uploads/2019/04/Communiqué_Spiraea_Exudactive_PAT.pdf)
- <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32932881/>
- <https://www.clariant.com/en/Corporate/News/2022/05/Illuminate-eye-contours-with-new-Clariant-active-Rootnessreg-Awake-from-soilfree-cultivated-plant-po>
- <https://www.clariant.com/en/Solutions/Products/2020/01/06/14/42/Prenylium>
- <https://www.premiumbeautynews.com/fr/rootness-awake-un-actif-vegetal,20317>