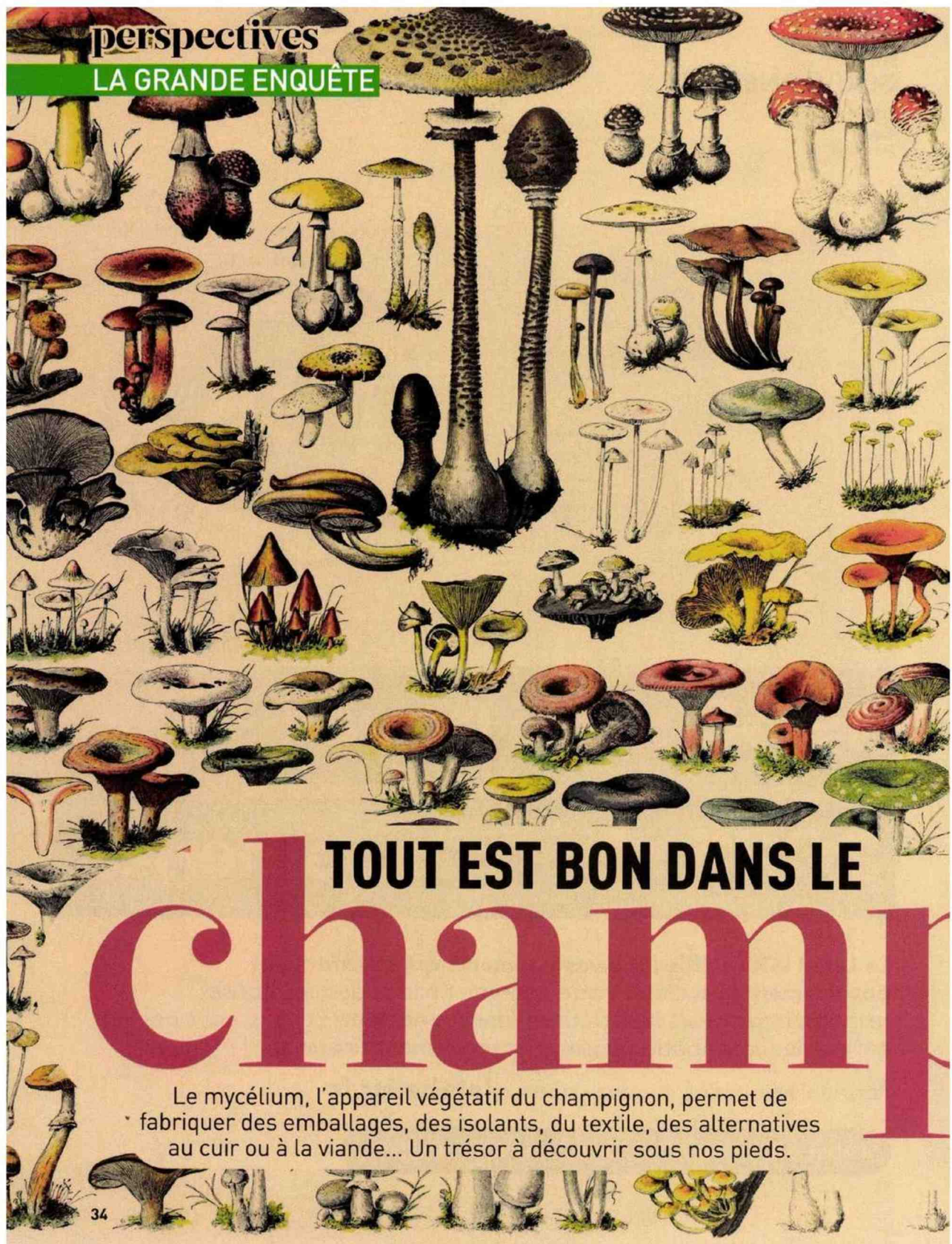






BASIC MOMENTS/STOCK.ADOBE.COM

35

LA GRANDE ENQUÊTE



Ils vivent depuis 2,4 milliards d'années sur notre planète où ils poussent comme des plantes, mais se nourrissent de constituants organiques tels les animaux. Les champignons, aussi appelés fonges (ou «fungi»), forment une catégorie d'organismes à part, dont l'intérêt ne se limite pas aux poêlées de cèpes ou de girolles dégustées après une cueillette en forêt.

Il faut plonger sous l'humus pour découvrir leur secret : un réseau de filaments (les hyphes), dense, solide, léger

et biodégradable à l'état naturel. Une motte de sol fertile de 10 centimètres cubes peut contenir jusqu'à 1 kilomètre de racelles.

Facile à cultiver sur des substrats de paille, de sciure, de chanvre ou de déchets alimentaires, le mycélium ne demande que peu de choses pour proliférer : de l'humidité, de l'oxygène et un peu de chaleur. «C'est d'une simplicité enfantine», s'amuse Rémi Laurant, fondateur d'Embelium, à Moncrabeau, dans le Lot-et-Garonne, qui fabrique des packagings sur mesure. Cet ingénieur de formation conçoit dans son atelier les moules des futurs emballages. Puis il laisse le mycélium «coloniser» la surface pendant quelques jours, avant de le «démouler comme un fromage!». Ces mycomatériaux offrent des applications variées. Une fois séchés, à l'état brut, teints ou même tannés, ils se transforment en panneaux isolants, revêtement pour canapés ou sièges automobile, vêtements, sacs en cuir végétal...

De quoi susciter l'attention des industriels en quête de solutions écologiques. Dans la construction, le design, le packaging et la mode, les nouvelles réglementations imposent en effet de recourir à des alternatives à la pétrochimie pour améliorer le bilan carbone. Sans oublier une opinion publique ultrasensible aux déchets plastiques, qui impactent à la fois l'environnement et les organismes. Résultat : l'institut Global Market Insights estime le marché mondial du mycélium à 2,9 milliards de dollars en 2024, avec une croissance annuelle de 6,1% attendue jusqu'en 2034.

Segment haut de gamme. Comme toute innovation, le parcours des hyphes commence par la recherche fondamentale et universitaire, avant d'atteindre le stade du prototype et des premières productions en série limitée, pour l'instant dans le haut de gamme. En Angleterre, l'université de Newcastle a mis au point BioKnit, une technologie à



Le manteau Balenciaga, une édition limitée vendue 10 000 euros, a été réalisé avec un biomatériau conçu par la start-up italienne Sqim.



Ligne Roset mise sur le champignon pour réaliser du mobilier durable

Fabriqués en mycélium, le cercueil Loop Living Cocoon pousse en sept jours et se décompose dans le sol en 45 jours après l'inhumation.



COVER IMAGES/ABACA



Dans la tiny house Samorost, le matériau utilisé pour l'isolation est en mycélium. Une innovation mise au point par des chercheurs tchèques.

base de moules en tricot sur lesquels se développe le mycélium. Les filaments prennent ainsi la forme que le designer souhaite. En l'occurrence, les chercheurs ont conçu un vaste dôme soutenu par des arches d'environ 2 mètres. Reste aux architectes et aux géants du BTP à s'emparer (ou non) de cette innovation.

Dans l'ameublement et le textile, les marques premium jouent déjà le rôle de pionnières. Ainsi, l'éditeur de mobilier design Ligne Roset collabore avec la start-up américaine Mycoworks pour élaborer un nouveau biomatériau à base de mycélium de reishi, champignon bien connu de la médecine chinoise. Antoine Roset, directeur général de Ligne Roset-Cinna, s'est impliqué personnellement dans cette révolution écolo. «Nous avons travaillé pendant plus de cinq ans pour élaborer un "cuir" sans odeur de cave, adapté aux coutures et résistant aux frottements», raconte-t-il. Le canapé Kobold signé Cinna arrivera en magasin en décembre prochain au prix de 4 632 euros. «Il est pour l'instant plus cher que le cuir de vache et de buffle. Mais nous ne sommes qu'au début de l'histoire. Il faut aller de l'avant : les matières durables sont l'avenir», estime Antoine Roset.

Moins d'émissions de CO₂. Le groupe de luxe Kering a carrément pris un ticket dans la biotech italienne Sqim, basée à Inarzo, en Lombardie. En janvier 2024, il a participé à la levée de fonds de 11 millions d'euros aux côtés de CDP Venture Capital, European Circular Bioeconomy Fund (ECBF VC) et Progress Tech Transfer Fund. Créé en 2015, Sqim possède une longueur d'avance dans les biomatériaux à base de mycélium transformés en panneaux isolants, revêtements... Sa marque Ephea signe des imitations de cuirs appréciés des stylistes en quête de substituts aux matières d'origine animale.

Ils dévorent nos déchets

Servez un savant cocktail d'hydrocarbures et d'ammoniaque sur un chantier, et champignons gloutons et bactéries voraces dépolluent 4 000 tonnes de terre en trois mois. Pour les stimuler, il suffit d'ajouter des couches de substrats de paille, une bâche, et de doser finement l'humidité en fonction de la pluviométrie et du vent. Les pros du BTP Colas et Eiffage assurent que cette technologie est certes encore marginale, mais viable et porteuse d'avenir. Elle est également moins énergivore que le transport par camions et l'enfouissement dans des déchetteries spéciales de tonnes de déblais contaminés au plomb ou au cadmium. Le groupe Colas a ainsi traité avec succès une première friche industrielle vieille d'un siècle, située au centre de Genève, avant la construction de logements et d'un centre omnisport, livrables en 2026. De son côté, Eiffage en a fait autant à l'occasion du projet urbain Smartseille Odyssée à Marseille, qui prévoit la transformation d'une ancienne usine à gaz en lieu de vie, avec école et crèche. Le constructeur a appliqué les recettes de la «mycorémédiation», en clair, la dépollution par des actifs fongiques, en partenariat avec Polypop. Cette start-up a installé des mycopiles sur le chantier, sorte de millefeuilles de plusieurs mètres de hauteur, composés de terres à traiter, de paille et de champignons. Même si l'ensemble de l'opération prend plusieurs mois alors que le temps d'un chantier est compté, Hervé Gatineau, directeur immobilier pour Eiffage Immobilier Sud-Est, dresse un bilan positif de cette alternative bas carbone à la dépollution de site. Toutefois, l'expert reconnaît que, «en fin d'opération, il faut évacuer en déchetterie les champignons avec le substrat. Un transport toutefois moins contaminé, volumineux et pondéreux que des tonnes de terre».

Enthousiaste, Marie-Claire Daveu, directrice du développement durable et des affaires institutionnelles de Kering, croit en l'avenir du champignon : «Investir dans Sqim nous permet d'être à la pointe de l'innovation disruptive. Kering s'attache à être en capacité de trouver les matériaux alternatifs pour les accessoires ou le prêt-à-porter, qui réduisent l'empreinte carbone et répondent aux standards exigeants de qualité. Le client final doit apprécier, au toucher, la texture, la résistance...»

Le groupe présidé par François-Henri Pinault n'a pas d'exclusivité sur la production de Sqim, mais il bénéficie en priorité des innovations. Résultat : un long manteau noir Balenciaga, une édition limitée baptisée Maxi Hooded Wrap Coat et commercialisée 10 000 euros en 2022 dans les flagships de Londres, Paris, Pékin, New York ou Beverly Hills... C'est, pour le moment, le prix à payer pour un dressing plus écolo. Selon Kering, la matière Ephea du vêtement affiche une réduction en tonne équivalent carbone de 82% par rapport au cuir bovin. Et la consommation d'eau a été réduite de 90%.

Sursaut européen. Dans cette course aux biomatériaux, la concurrence est rude entre les États-Unis, en position de leader mondial, et l'Europe. D'un côté, deux entreprises pionnières et déjà dominantes, les américaines MycoWorks et Ecovative. Face à elles, la britannique Magical Mushroom Company et la belge PermaFungi.

Pour Christine Goulay, spécialiste de l'innovation durable et fondatrice du cabinet Sustainable, cette situation peut encore évoluer : «La vigueur du capital-risque et les valorisations plus élevées expliquent l'avancée des start-up d'outre-Atlantique en matière de levées de fonds et de passage au déploiement commercial. Ces sociétés se sont

positionnées à la fois sur la construction et les alternatives alimentaires. Pour autant, l'Europe dispose d'une recherche académique solide et d'un écosystème favorable à l'épanouissement de la filière.»

L'entreprise belge Permafungi, qui vient d'investir 2,5 millions d'euros dans une usine spécialisée dans les alternatives au polystyrène expansé et au carton, symbolise ce sursaut européen. Inauguré mi-octobre, à Forest, près de Bruxelles, le site de 1 400 mètres carrés façonne des emballages à base de mycélium, cultivé dans une atmosphère stérile pour favoriser la croissance.

L'Union européenne a participé au financement global à hauteur de 60% via son programme Life, qui soutient des entreprises innovantes en matière d'environnement et de climat. Le tour de table comprend également Après-Demain SA, une société familiale suisse, et Finance & Invest Brussels, un organisme de développement régional.

Dotée de panneaux solaires et d'un système de récupération d'eau de pluie, l'usine Permafungi ambitionne de fabriquer 100 mètres cubes de mycomatériaux par mois d'ici à 2028. Le tout avec un bilan carbone avantageux. «Notre production émet dix fois moins de dioxyde de carbone et consomme huit fois moins d'énergie que la production de mousse de polystyrène», assure Julien Jacquet, président de Permafungi.

Packaging durable.

Quel pas de géant ! En 2013, Permafungi est née de l'idée un brin utopique d'harmoniser la vie urbaine et la nature. «Nous avons décidé de cultiver des pleurotes comestibles sur du marc de café récupéré à Bruxelles, se souvient Julien Jacquet. Chaque



SP. ECOTATIVE

Le groupe américain Ecovative utilise le mycélium pour fabriquer des textiles, des alternatives au cuir animal destinées à la maroquinerie, des packagings et des éléments de construction.

Dense, solide et léger, ce réseau de filaments qui nourrit le champignon offre un énorme potentiel en terme d'innovation dans les matériaux.



PHILIPPE LEBEAUX / NATURIMAGES

2,9

milliards de dollars en 2024, c'est la taille du marché mondial du mycélium

6,1%

de croissance annuelle attendue jusqu'en 2034

726,1

millions de dollars, c'est le chiffre d'affaires des industriels du mycélium aux États-Unis en 2023

Source : Global Market Insights

année, les Bruxellois jettent 15 000 tonnes de marc, c'est considérable. Et nous avons réussi à relocaliser les champignonnières dans la ville.»

Sans abandonner la culture de pleurotes fraîches, Permafungi passe désormais au stade industriel avec ses packagings made in Belgium. Certes, au tarif de 2 000 euros le mètre cube, ils ne rivalisent pas encore avec le polystyrène. «Mais d'autres critères que le prix sont à prendre en compte, justifie Julien Jacquet. Le mycomatériau est durable, biodégradable, et il crée de l'emploi local.»

Les boîtes Permafungi emballeront-elles L'Oréal ? Un jour peut-être... Pour l'instant, le leader mondial de la beauté

assure «saisir le plein potentiel du mycélium, et l'utiliser dans les coffrets de cosmétiques Maison Margiela». Les chercheurs maison travaillent à l'adaptation de la structure filamenteuse, blanche et cotonneuse, aux masques pour le visage ou aux pinceaux de maquillage nouvelle génération.

Cosmétique. Peu à peu, le mycélium gagne notre intimité. On le retrouve dans certaines crèmes pour le corps, sous le nom de Laricyl, issu de «fomes officinalis», un champignon qui ne se récolte pas dans les bois, mais en laboratoire. L'allemand BASF Personal Care assure que son ingrédient permet de protéger la peau tout en réduisant l'excès de sébum, sans l'assécher.

Ce sont surtout les végétariens qui disent merci aux champis. Les nutritionnistes soulignent les taux élevés de protéines, zinc, vitamines B et potassium des

Le principal frein au développement de la filière, c'est le prix

«fungi». Dans un contexte de végétalisation de l'alimentation, start-up et industriels de l'agroalimentaire intègrent également les champignons dans les recettes de plats végétariens, pour compenser l'absence de viande et de poisson. Dans la région de Hambourg, en Allemagne, Kyndatech propose même des substituts à la viande à base de mycélium.

Plus près de nous, le français Mycelium Technologies conçoit, au sein de son laboratoire du Génomus d'Evry dans l'Essonne, les Mynions, des aliments à base de mycélium, qui se présentent en filets de 100 grammes, à déguster snackés, hachés, en émincés et même en carpaccio. La foodtech commercialise son innovation auprès de la restauration collective, des traiteurs, des chefs, des industriels... Mycelium Technologies est labellisée DeepTech par Bpifrance et InnoTech par AgroParisTech, l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement et l'Institut Agro Montpellier. «Nous avons été soutenus durant le démarrage de l'activité, précise Laetitia Pierazzi, présidente de l'entreprise. Et c'est important car le mycélium européen doit rattraper son retard par rapport aux Etats-Unis.»

La tentation du greenwashing.

Alors, est-ce que le champignon nous sortira de l'impasse climatique ? Pas forcément, car le mycomiracle doit encore faire ses preuves. Et même, la preuve par trois : des prix plus bas, une massification des volumes et des données fiables sur le bilan carbone. Le prix reste sans doute le frein le plus important. C'est le cas pour Ikea. En 2019, le géant suédois

du mobilier a annoncé qu'il remplacerait le polystyrène expansé par un mycomatériau. Cette

année, le groupe a rétrogradé, évoquant le manque de volume disponible.

Enfin, de nombreux acteurs restent très discrets sur le véritable bilan carbone des produits fabriqués à base d'hyphes. A priori, la matière brute paraît vertueuse, mais pas forcément les ajouts de couleurs, les vernis, les doublures. Ni le mode de production. Le greenwashing n'est jamais loin...

Christine Goulay en convient : «Pour mesurer l'impact d'un matériau, il faut adopter une vision à 360 degrés. On peut alors identifier les conséquences imprévues et les "hot spots", c'est-à-dire les zones critiques. Par exemple, la culture du mycélium exige une température et une humidité contrôlées, ce qui consomme de l'énergie. Si l'électricité provient de sources renouvelables, l'empreinte carbone de la production sera probablement beaucoup plus faible que si elle est issue de combustibles fossiles.» De la forêt aux défilés de mode, le long chemin du champignon ne fait que commencer.

Marie Nicot

Ils protègent notre santé

Vous manquez de tonus et votre concentration tourne au ralenti ? Pour y remédier, la start-up tricolore French Mush propose une large gamme de compléments alimentaires, dont Boost, une boisson à base de champignons lion's mane et cordyceps, dont les médecins chinois connaissent bien les principes actifs. En Europe, il faut encore convaincre. «Nos champignons labellisés bio sont cultivés dans des laboratoires européens et bien mieux tracés que la production asiatique», assure Antoine Alibert, cofondateur de French Mush, qui vient d'investir 1,5 million d'euros en recherche et développement. L'entrepreneur espère fédérer cette jeune filière

des compléments alimentaires à base de champignons. De son côté, le laboratoire espagnol Hifas da Terra, pionnier depuis vingt-trois ans de la mycothérapie, ainsi que le finlandais KÄÄPÄ Mushrooms, fondé en 2018, développent des produits vendus en ligne, en pharmacie ou en magasins spécialisés. Les néophytes qui redoutent d'acheter de la poudre de perlimpinpin peuvent consulter le site Compl'Alim pour vérifier l'étiquetage et l'autorisation européenne Novel Food. Enfin, en médecine, plusieurs molécules issues des fonges sont déjà connues, mais une étude pilote du CHU de Nîmes intitulée «PAD» (Psilocybin in Alcohol Dependence) va plus loin. Elle a révélé en juillet dernier le potentiel des champignons hallucinogènes. En complément d'une psychothérapie, ils peuvent traiter la dépression et certaines addictions à l'alcool chez les patients récemment sevrés. La psilocybine, substance active, agirait comme un «reset» du cerveau, pour prévenir les rechutes.



SP FRENCH MUSH

Remplacer le café par des champignons pour retrouver du tonus, voilà le concept de cette boisson élaborée par la start-up French Mush.