



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité

inpi
FRANCE



VERS UNE ALIMENTATION DURABLE :
LA PLACE DE LA « *FOOD SCIENCE* »
FRANÇAISE DANS LA
COMPÉTITION MONDIALE

Ce document est réalisé par l'INPI. Il est protégé par le droit d'auteur. Sa reproduction et son utilisation sont autorisées à des fins non commerciales, à condition de citer la source comme suit : « Vers une alimentation durable : la place de la « food science » française dans la compétition mondiale », INPI, Juin 2025.

SOMMAIRE

PRÉFACE	3
RÉSUMÉ EXÉCUTIF	5
INTRODUCTION	6
OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE	7
▶ Objectifs	7
▶ Indicateurs de recherche et d'innovation	7
▶ Définition des concepts entrant dans le champ de l'étude	8
▶ Période d'analyse	9
▶ Méthodologie de collecte et de traitement des données	9
PANORAMA INTERNATIONAL	10
▶ Évolution des dépôts de brevets dans le secteur de l'alimentation générale (2000-2022)	10
▶ Chiffres clés en matière de brevets et de publication scientifiques dans les sous-domaines de l'alimentation durable	11
DYNAMIQUES DE PROTECTION ET SIGNAUX D'INNOVATION SUR LE TERRITOIRE FRANÇAIS	22
▶ Nouveaux aliments durables intégrant des protéines d'origine végétale	22
SWAP : interview de Tristan Maurel, cofondateur et président	34
▶ Procédés alimentaires et produits issus des algues	35
▶ Nouveaux aliments durables issus de la fermentation	47
Ferments du Futur : interview de Damien Paineau, Directeur Exécutif	57
CONCLUSION	62
GLOSSAIRE	63
REQUÊTES DE RECHERCHE	64
BIBLIOGRAPHIE ET REMERCIEMENTS	72

L'innovation dans le secteur alimentaire occupe une place centrale dans la stratégie française pour une alimentation saine, durable et favorable à la santé. Pilotée par le secrétariat général pour l'investissement (SGPI) dans le cadre du plan d'investissement France 2030 pour le compte du Premier ministre, cette stratégie en lien étroit avec la stratégie dédiée à l'amont agricole bénéficie d'une enveloppe de 400 millions d'euros sur cinq ans pour accélérer l'émergence de produits alimentaires sains et durables tout en répondant aux enjeux de souveraineté alimentaire.

Ses axes prioritaires sont :

- Mieux comprendre les liens entre santé et alimentation, notamment grâce à des programmes de recherche financés par France 2030 comme SAMS (Systèmes alimentaires, Microbiome et Santé) qui ambitionnent de développer des aliments plus favorables à la santé et adaptés aux besoins nutritionnels.
- Développer des aliments sains, durables, accessibles au plus grand nombre en accompagnant les transitions des acteurs agroalimentaires.
- Répondre aux besoins et attentes des consommateurs en matière de qualité, de traçabilité et de durabilité des aliments.

Ces priorités s'inscrivent dans le cadre plus large de la Stratégie nationale pour l'alimentation, la nutrition et le climat, qui vise à conjuguer santé publique, transition écologique, justice sociale et souveraineté alimentaire.

Face aux défis démographiques, environnementaux et sanitaires, il est nécessaire de soutenir les innovations alimentaires qu'il s'agisse de nouvelles sources de protéines (végétales, algues, insectes), de procédés de fermentation ou de la mise au point d'ingrédients plus sains et naturels.

Dans ce contexte, l'État déploie un accompagnement sans précédent à toutes les étapes de maturation des projets, depuis la recherche fondamentale jusqu'à l'industrialisation. A titre d'exemple, le dispositif ASTRAGAL, soutenu par France 2030, illustre cette volonté d'aider des projets à sortir des laboratoires pour atteindre un premier niveau de preuve de concept, étape

cruciale pour le développement de solutions innovantes et leur accès au marché. Des mesures emblématiques, comme le Grand défi « Ferments du Futur », visent à valoriser le potentiel des aliments fermentés et à stimuler la création de leaders technologiques dans la *foodtech*.

Depuis 2021, cet engagement de l'État à travers France 2030 porte ses fruits avec le soutien financier de plus de 500 projets qui permettent l'accélération des collaborations entre laboratoires de recherche, start-up et industriels. Toutefois, la valorisation et la protection de l'innovation restent des enjeux majeurs. Les brevets constituent à ce titre un indicateur de la dynamique d'innovation dans le domaine des nouveaux aliments. Ils témoignent non seulement de la vitalité de la recherche et du développement, mais aussi de la capacité des acteurs à se positionner sur les marchés nationaux, européens et mondiaux.

L'analyse des dépôts de brevets dans les technologies émergentes de la « *food science* » permet de mieux comprendre les tendances, les forces et les faiblesses de notre écosystème. Cette veille offre des perspectives pour orienter et ajuster les politiques publiques. Les évolutions récentes montrent une dynamique croissante, tant en France qu'à l'international, qu'il sera essentiel de suivre dans les mois et années à venir afin de renforcer la compétitivité de nos entreprises.

L'étude présentée ici apporte un éclairage inédit sur les potentiels de l'innovation brevetée au service de la transition alimentaire. Elle constitue une base précieuse pour poursuivre et amplifier nos efforts collectifs, au bénéfice d'une alimentation plus saine, durable et innovante.

Virginie BERNOIS

*Conseillère Agriculture, Alimentation, Forêts
au secrétariat général pour l'investissement,
en charge de France 2030*



ETI	Entreprise de taille intermédiaire
INPI	Institut national de la propriété industrielle
OEB	Office européen des brevets
OGM	Organisme génétiquement modifié
OMPI	Organisation mondiale de la propriété intellectuelle
PCT	Traité de coopération en matière de brevets
PME	Petite ou moyenne entreprise
SATT	Société d'accélération du transfert de technologies

Liste des juridictions

AU	Australie	JP	Japon
BD	Bangladesh	KE	Kenya
BE	Belgique	KR	Corée du Sud
BR	Brésil	MX	Mexique
CA	Canada	MY	Malaisie
CH	Suisse	NG	Nigéria
CN	Chine	NL	Pays-Bas
DE	Allemagne	NO	Norvège
DK	Danemark	PK	Pakistan
EG	Égypte	PL	Pologne
EP	Brevet européen	PT	Portugal
ES	Espagne	RU	Russie
ET	Éthiopie	SA	Arabie Saoudite
FI	Finlande	SE	Suède
FR	France	TH	Thaïlande
GB	Royaume-Uni	TR	Turquie
ID	Indonésie	TW	Taiwan
IE	Irlande	UA	Ukraine
IN	Inde	US	États-Unis d'Amérique
IR	Iran	WO	Demande de brevet internationale à l'OMPI
IT	Italie	ZA	Afrique du Sud

Face à l'urgence de transformer nos systèmes alimentaires pour répondre aux défis de santé publique, de durabilité environnementale et de sécurité alimentaire, l'innovation en « food science » (sciences des aliments) occupe une place stratégique. Cette étude sectorielle examine l'innovation brevetée dans le domaine des nouveaux aliments durables pour l'alimentation humaine et animale, en s'appuyant sur l'analyse des familles de brevets multi-pays à l'échelle internationale, puis en se concentrant sur les dynamiques de protection concernant la France et l'Europe. L'objectif est de mieux comprendre le rôle des brevets dans la structuration des filières innovantes, dans un contexte de transition alimentaire vers des systèmes plus sains et durables.

1. Analyse internationale des familles de brevets multi-pays dans cinq domaines clés

L'étude porte d'abord sur la dynamique mondiale des familles de brevets multi-pays, qui reflètent les innovations à fort potentiel international. Après une croissance soutenue jusqu'en 2017, le volume global des dépôts de brevets alimentaires marque un recul, principalement lié à la baisse des dépôts en Chine. Hors Chine, la tendance reste stable depuis dix ans. En revanche, le nombre de familles multi-pays a progressé de 116 % entre 2000 et 2022, traduisant une volonté accrue de protéger les innovations stratégiques à l'international.

Cinq domaines sont particulièrement analysés : les protéines végétales, les algues, la fermentation, les insectes et la viande cellulaire. Dans ces domaines, la croissance annuelle des familles multi-pays varie de 6 % à 20 % depuis 2013. Les principaux déposants sont de grands groupes agroalimentaires et biotechnologiques (Nestlé, DSM-Firmenich, Novonosis, Roquette Frères), mais aussi des organismes publics et des start-up innovantes. La part importante de co-dépôts et de collaborations internationales témoignent de l'importance des partenariats pour accélérer l'innovation.

Les stratégies de protection diffèrent selon les régions : les acteurs européens et américains étendent massivement leurs brevets à l'international (plus de 75 % des familles), tandis que les déposants asiatiques privilégient une protection nationale.

2. Focus sur les familles de brevets couvrant la France et l'Europe

La seconde partie de l'étude recentre l'analyse sur les familles de brevets visant la France et l'Europe, afin de refléter l'écosystème local. Dans l'alimentation, près de 85 % des brevets européens sont validés en France, ce qui traduit une protection renforcée dans ce secteur. Les familles sous priorité française sont très largement étendues à l'international, quel que soit le sous-domaine étudié.

Trois domaines sont particulièrement analysés : les protéines végétales, les algues et la fermentation.

Entre 2013 et 2023, la France et l'Europe ont été concernées par 4,1 % des familles de brevets mondiales sur les algues, 8,6 % sur la fermentation et 9,2 % sur les substituts végétaux aux protéines animales.

Les déposants français représentent 6 à 8 % des déposants de brevets couvrant la France et l'Europe dans les principaux domaines. Les grands groupes mondiaux (Nestlé, DSM-Firmenich, Roquette Frères) figurent parmi les principaux déposants en France et à l'OEB, aux côtés de start-up et d'organismes publics (CNRS, INRAE).

Les brevets visant la France et l'Europe portent majoritairement sur des innovations à forte valeur ajoutée : micro-algues, fermentation de précision, procédés d'extraction, agents fonctionnels, protéines alternatives. Les taux de maintien des brevets délivrés sont élevés, illustrant l'intérêt stratégique du marché français et européen.

3. Perspectives

On observe un fort dynamisme de l'innovation dans les domaines des nouveaux aliments durables, porté par une compétition internationale accrue et une structuration progressive des filières.

Tout d'abord, la croissance soutenue des familles de brevets multi-pays dans les secteurs des protéines végétales, des algues, de la fermentation, des insectes et de la viande cellulaire témoigne d'un intérêt croissant pour les innovations à fort potentiel de marché et d'impact environnemental. Cette tendance devrait se poursuivre, stimulée par les besoins liés à la transition alimentaire, la pression réglementaire et l'évolution des attentes des consommateurs en matière de santé et de durabilité.

La France et l'Europe disposent d'atouts solides : une forte capacité de recherche, une spécialisation sur des segments à haute valeur ajoutée et un écosystème riche associant grands groupes, start-up et organismes publics. La stratégie de protection internationale des brevets, particulièrement marquée sur ces marchés, favorise la sécurisation des investissements et l'accès aux marchés mondiaux.

Le développement des collaborations, illustré par des taux élevés de co-dépôts et de publications en co-auteurs, constitue un levier important pour accélérer l'innovation et structurer des filières compétitives. L'accompagnement des porteurs de projets, la mobilisation des dispositifs de soutien (tels que France 2030) et la coordination entre acteurs industriels, académiques et institutionnels seront essentiels pour transformer ce potentiel en retombées concrètes.

L'alimentation représente un pilier central de l'économie mondiale. En 2024, l'économie alimentaire globale était estimée à plus de 10 000 milliards de dollars¹, englobant l'ensemble de la chaîne agroalimentaire : de la production agricole à la consommation, en passant par la logistique, la transformation, la distribution et la restauration. Au cœur de cette chaîne, la transformation alimentaire est un secteur en forte expansion, au carrefour des enjeux économiques, environnementaux et sociaux.

Les nations vont devoir faire face à des enjeux complexes. La population mondiale, estimée à près de 10 milliards de personnes d'ici 2050², nécessitera une augmentation de la production agricole d'environ 70 % selon les projections de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture³, dans un contexte de contraintes croissantes : dérèglement climatique, raréfaction des ressources (eau, énergie, terres arables) et instabilité des marchés. Parallèlement, les attentes sociétales évoluent vers une alimentation plus saine, respectueuse de l'environnement, économiquement accessible et traçable. Face à ces défis interdépendants, le développement de solutions innovantes apparaît comme un levier incontournable.

D'après la Commission sur l'économie du système alimentaire (FSEC), une transformation vers des systèmes alimentaires durables pourrait générer entre 5 000 et 10 000 milliards de dollars de bénéfices économiques annuels, en intégrant les gains pour la santé publique, la biodiversité ou encore la lutte contre les gaz à effet de serre⁴.

Dans ce contexte, la « *food science* » joue un rôle déterminant. Elle couvre notamment les recherches scientifiques et technologiques appliquées à l'ensemble des processus de transformation, de conservation, d'amélioration nutritionnelle et de sécurité des aliments.

La France, dotée d'un fort potentiel agricole et d'un tissu de recherche reconnu, est pleinement engagée dans cette transition. Son secteur agroalimentaire, premier secteur industriel du pays avec près de 180 milliards d'euros de chiffre d'affaires, est au cœur de la stratégie nationale pour une alimentation plus durable. Le plan France 2030, initié en 2021, mobilise plus de 2 milliards d'euros pour transformer les filières agricoles et alimentaires. Son pilier ADFS (Alimentation Durable, Favorable à la Santé) soutient le développement de protéines alternatives, la valorisation des co-produits, l'amélioration de la traçabilité et la création d'aliments fonctionnels, en favorisant l'émergence d'un écosystème d'innovation associant start-up, PME, centres de recherche et grands groupes.

C'est dans cette dynamique que l'Institut national de la propriété industrielle (INPI) a initié, en janvier 2025, une étude visant à décrypter les grandes tendances d'innovation en « *food science* », en croisant l'analyse des brevets déposés et des publications scientifiques. Cette analyse dresse un état des lieux des brevets et publications et identifie les tendances marquantes du secteur.

Cette étude s'inscrit dans la démarche de l'INPI d'accompagnement de l'écosystème français de l'innovation. Elle vise à fournir aux décideurs, chercheurs et industriels un éclairage sur les tendances émergentes dans le domaine des nouveaux aliments issus de la « *food science* », afin de renforcer la position de la France dans la compétition mondiale pour l'innovation alimentaire.

¹ Source : Business Research Insight. 24 mars 2025. *Food Market Size, Share, Growth, and Industry Analysis, By Type (Pet food, Baby Food and Meat Stuff), By Application (Supermarkets and Hypermarkets, Convenience Stores and Online Retailers), and Regional Forecast to 2032*

² Source : ONU : la population mondiale devrait atteindre 9,6 milliards en 2050

³ Source : FAO / Mterre, *Comment nourrir 9 milliards d'êtres humains en 2050 ?*

⁴ Source : Food System Economics Commission, Global Policy Report (2024). *The Economics of the Food System Transformation*

1 - OBJECTIFS

Cette étude a pour objectif d'analyser les dynamiques d'innovation dans l'industrie agroalimentaire en s'appuyant sur des données issues des brevets et des publications scientifiques.

L'industrie agroalimentaire couvre un champ très vaste, englobant des étapes allant de l'agriculture à la consommation finale, en passant par la transformation, la logistique, la distribution et la restauration. Compte tenu de cette diversité et de l'existence des études récentes publiées par des organismes tels que l'OMPI ou d'autres offices (voir bibliographie), nous avons choisi de concentrer notre analyse sur un périmètre plus ciblé de l'innovation.

Les domaines analysés dans cette étude portent principalement sur les nouveaux aliments, avec un accent particulier sur les ingrédients alimentaires innovants, les procédés de transformation et les produits finis, qu'ils soient intermédiaires ou destinés directement à la consommation. À l'inverse, les aspects relatifs à l'alimentation traditionnelle - c'est-à-dire les aliments et méthodes issus de pratiques culinaires historiques et régionales telles que la choucroute, le pain, le vin, la bière ou encore la fermentation alcoolique -, ainsi que ceux concernant la logistique, la distribution, les emballages et la restauration, ont été exclus du périmètre de l'analyse.

Cette étude a été réalisée suivant deux niveaux d'analyse.

- Dans un premier niveau, l'étendue et l'intensité de l'activité de dépôt de brevets ont été examinées à l'échelle mondiale, sans restriction géographique. Seuls les brevets présentant une portée internationale présumée, c'est-à-dire déposés dans plusieurs pays ou par l'intermédiaire des procédures internationales européennes (EP) et internationales (selon le traité de coopération en matière de brevets PCT), ont été retenus pour cette première phase.
- Dans un second niveau, l'analyse s'est recentrée sur la France. Elle inclut les brevets déposés localement ainsi que les extensions de brevets étrangers sur le territoire français. Au-delà du simple recensement, cette phase évalue également la qualité des brevets, notamment à travers leur statut juridique, leur degré de diffusion géographique, ou encore le niveau de collaboration entre acteurs. Une attention particulière a été portée à l'identification des partenariats dans le processus d'innovation.

2 - INDICATEURS DE RECHERCHE ET D'INNOVATION

Les publications scientifiques et les brevets constituent deux sources complémentaires d'information pour l'analyse de la production et de la diffusion des connaissances. Ils traduisent des dynamiques différentes au sein des activités de recherche et d'innovation.

Les publications scientifiques constituent un canal essentiel de formalisation et de diffusion des résultats de la recherche. Elles sont soumises à des processus d'évaluation par les pairs garantissant la rigueur scientifique, et permettent de partager les connaissances au sein de la communauté académique et plus largement.

Les données bibliographiques associées aux publications (auteurs, affiliations, disciplines, citations, revues) offrent un matériau d'analyse riche pour étudier les thématiques de recherche, les collaborations, la spécialisation des acteurs ou encore la visibilité et l'impact des travaux à différentes échelles (individus, organismes de recherche, territoires, disciplines).

Les brevets, pour leur part, sont des actifs immatériels permettant de protéger des inventions (dispositif, produit ou procédé) ré-

pondant aux critères de nouveauté, d'inventivité et d'application industrielle. Leur délivrance, soumise au dépôt d'une demande auprès d'un office national ou supranational de propriété industrielle, confère des droits exclusifs d'exploitation pour une durée limitée. Le cadre juridique impose la publication, par les offices, des demandes, qui détaillent l'invention et fournissent des informations relatives aux inventeurs, aux demandeurs et aux domaines technologiques concernés.

L'analyse des données issues des brevets permet d'évaluer divers aspects de l'activité de production d'inventions, en termes d'intensité, de répartition géographique ou sectorielle et de collaboration, à différentes échelles d'analyse (individus, organisations, territoires, secteurs).

Les brevets constituent ainsi un indicateur de la capacité d'innovation et de production technologique, notamment dans les entreprises. Ils témoignent d'un potentiel commercial même si leur valorisation requiert généralement des phases supplémentaires de développement et de mise sur le marché.

3 - DÉFINITION DES CONCEPTS ENTRANT DANS LE CHAMP DE L'ÉTUDE

Concepts spécifiques aux brevets :

- **Brevets** : dans le cadre de cette étude, le terme « brevets » est utilisé par convention pour désigner les familles de brevets incluant les demandes de brevet et/ou de certificat ou modèle d'utilité publiées en cours d'examen et les brevets et/ou certificat ou modèle d'utilité délivrés, quelles que soient les juridictions.
- **Famille de brevets** : une famille de brevets regroupe toutes les publications relatives à une même invention, sur un ou plusieurs territoires. Chaque famille est identifiée grâce à la demande de brevet publiée la plus ancienne, appelée « priorité ». L'année de la priorité permet de dater l'invention et le code de l'office de priorité d'identifier la voie de dépôt initiale qui, lorsqu'elle est nationale, permet d'identifier l'origine géographique de l'invention.
- **Familles multi-pays** : la notion de « familles de brevets multi-pays », notamment utilisée dans le chapitre « Panorama international », est utilisée par convention pour désigner les familles de brevets composées d'au moins deux publications dans des juridictions nationales distinctes ainsi que les publications européennes (EP) et les demandes internationales PCT (WO) car ces dernières permettent de cibler plusieurs pays via une seule procédure.
- **Sélection des familles de brevets pour l'écosystème français** : pour dresser un panorama représentatif de l'innovation protégée en France, dans le chapitre « Dynamiques de protection et signaux d'innovation sur le territoire français », l'analyse porte sur les familles de brevets comportant au moins une publication soit en France (FR), soit auprès de l'Office européen des brevets (EP). Cette approche inclut :
 - Les dépôts directs auprès de l'INPI (FR) ou de l'OEB (EP),
 - Les extensions de familles de brevets étrangères à l'un de ces deux offices.

Définition des concepts techniques et délimitation des périmètres liés aux brevets (l'ensemble des requêtes détaillées est présenté en annexe à la fin du document) :

- **Alimentation générale** : ce domaine technique est couvert par la section **A23** de la classification internationale des brevets (CIB)⁵, qui regroupe l'ensemble des brevets relatifs aux aliments, produits alimentaires ou boissons non alcoolisées, ainsi qu'à leurs méthodes de préparation, de traitement ou de conservation. Ce périmètre sert de base pour analyser les dynamiques de dépôts de brevets dans l'ensemble du secteur alimentaire. Il permet également de positionner les sous-domaines spécifiques étudiés par la suite en rapportant, pour chacun, la part des familles de brevets multi-pays à l'ensemble des brevets relevant du secteur de l'alimentation générale.

Les requêtes utilisées dans le cadre de cette étude combinent systématiquement le code A23 de la classification internationale

des brevets avec une sélection de mots-clés (voir les requêtes en annexe).

- **Algues** : ce concept regroupe les brevets portant sur les procédés agroalimentaires concernant les algues ainsi que les produits alimentaires destinés à l'humain ou à l'animal qui en sont issus.

L'analyse porte notamment sur les types d'algues considérées (micro-algues et macro-algues), les procédés de modification des algues pour obtenir de nouvelles variétés végétales ou des algues génétiquement modifiées ainsi que les procédés de transformation des algues. Les différents produits alimentaires issus des algues sont également pris en compte en examinant, le type de nutriments considéré, et les brevets concernant les agents fonctionnels ou ayant un impact organoleptique.

- **Fermentation** : ce concept regroupe les brevets portant sur les procédés agroalimentaires de fermentation ainsi que les produits alimentaires destinés à l'humain ou à l'animal qui en sont issus. Seuls sont retenus les brevets relatifs à de nouveaux aliments présentant un bénéfice en matière de durabilité ou d'amélioration nutritionnelle. **Sont exclus** de ce périmètre les brevets concernant la production d'alcool, les boissons alcoolisées et les produits issus de ces procédés, les produits et procédés de boulangerie traditionnels, les produits pharmaceutiques, les variétés végétales, la pasteurisation, les biocides, les emballages ainsi que la production de combustibles.

L'analyse porte sur les brevets faisant apparaître des applications de la fermentation mettant en œuvre différentes catégories de micro-organismes, notamment les levures, les bactéries lactiques, d'autres types de bactéries et les champignons. Elle prend également en compte l'origine de la matière première utilisée, notamment la biomasse (valorisation de ressources ou de déchets organiques), ainsi que les différentes formes de fermentation mises en œuvre (fermentation de biomasse, fermentation de précision, fermentation traditionnelle et fermentation en milieu solide). Les brevets considérés couvrent également les produits obtenus par ces procédés, qu'il s'agisse d'agents fonctionnels ou ayant un impact organoleptique (saveur, texture, etc.), de succédanés ou de nutriments spécifiques (protéines, saccharides et leurs dérivés, lipides).

- **Protéines végétales** : ce concept regroupe les brevets portant sur l'extraction, le traitement et l'utilisation de protéines provenant de sources végétales comme les légumineuses, les céréales ou les oléagineux. **Sont exclus** les brevets concernant les protéines d'origine animale (issues du sang, des œufs, de la viande, etc.), ainsi que ceux portant sur les biocides ou le traitement de protéines animales. Les procédés d'obtention et de transformation des protéines végétales (texturation, l'extrusion, ou d'autres techniques physiques et chimiques),

⁵ La classification internationale des brevets (CIB) est un système utilisé par les offices de propriété industrielle pour organiser les demandes de brevets en fonction de leur contenu technique. Chaque invention est ainsi classée selon un ou plusieurs codes CIB correspondants à des catégories précises de technologies. <https://www.wipo.int/fr/web/classification-ipc>

les traitements modifiant les protéines végétales, tels que l'hydrolyse, sont inclus ainsi que les produits dérivés (agents fonctionnels ou à impact organoleptique) et les succédanés destinés à remplacer certains produits d'origine animale.

- **Insectes** : ce concept regroupe les brevets relatifs à l'élevage d'insectes, à leur transformation, ainsi qu'aux produits alimentaires destinés à la consommation humaine ou animale qui en sont issus. L'analyse porte sur les brevets mettant en œuvre différentes espèces d'insectes comestibles, telles que les diptères, les coléoptères ou les criquets. Les brevets étudiés concernent aussi les procédés d'obtention et de traitement des nutriments issus d'insectes, ainsi que sur les composés dérivés, tels que les agents fonctionnels ou organoleptiques.

L'analyse inclut également les nutriments extraits des insectes, en particulier les protéines et les lipides.

- **Viande issue de la culture cellulaire** : ce concept recouvre les brevets relatifs à la production de viande à partir de cellules animales cultivées en laboratoire. Notre analyse porte sur les types de lignées cellulaires issues des tissus musculo-squelettiques et conjonctifs (adipeux, musculaires, fibroblastes). Les aspects liés à l'architecture cellulaire, les agents de croissance employés pour favoriser le développement des tissus, et les agents fonctionnels ou à impact organoleptique ont également été examinés. Les brevets considérés couvrent également le type de viande visé par ces procédés, notamment la volaille ou la viande bovine.

4 - PÉRIODE D'ANALYSE

L'analyse s'appuie sur la date de dépôt de la priorité la plus ancienne de chaque famille de brevets, considérée comme le meilleur indicateur du moment de l'invention.

En raison du délai standard de 18 mois entre la date de priorité la plus ancienne et la publication, et du délai supplémentaire pour la formation d'une famille multi-pays, l'ensemble de données construit en mars 2025 est donc incomplet pour les années 2023 à 2025. Par conséquent les années 2023 à 2025 sont exclues des calculs d'évolution globale des familles.

Par ailleurs, les entrées en phase nationale issues du système PCT ne sont généralement visibles dans les bases de données qu'environ 30 mois après la date de priorité. En conséquence, les années 2022 à 2025 sont exclues des calculs concernant les familles de brevets ayant un effet en France, car les brevets européens issus du PCT ne sont pris en compte qu'après cette phase.

Enfin, les taux de croissance annuel moyen (TCAM) sont calculés uniquement pour les sous-domaines disposant d'au moins trois années consécutives avec un minimum de 25 familles par an, afin d'assurer la robustesse des tendances observées.

5 - MÉTHODOLOGIE DE COLLECTE ET DE TRAITEMENT DES DONNÉES

Bases de données utilisées :

- **Publications scientifiques** : l'analyse bibliographique repose sur la base OpenAlex⁶ qui offre une couverture étendue de la littérature académique internationale. La sélection cible spécifiquement les articles, livres, chapitres de livres, paratextes, rapports et dissertations publiés.
- **Données brevets** : les données brevets proviennent de la base FamPat (Questel Orbit Intelligence), qui offre une couverture mondiale et permet le regroupement par familles de brevets.

Processus d'extraction et de sélection des données :

1. Identification des domaines pertinents

- Les classifications internationale (CIB) et coopérative (CPC) des brevets, ainsi que des mots-clés, sont utilisés pour cibler les brevets relatifs à l'industrie alimentaire, sur la période du 1^{er} janvier 2000 à mars 2025.
- Pour les publications scientifiques, la recherche repose exclusivement sur des mots-clés adaptés à chaque catégorie de nouveaux aliments.

2. Post-traitement des données

- **Filtrage thématique** : dans Open Alex, pour chaque théma-

tique, seuls certains sous-domaines sont conservés afin de garantir la pertinence des résultats (voir la section « corpus publications scientifiques » page 69).

- **Exclusion de sujets non pertinents** : des listes de mots-clés indésirables sont appliquées pour éliminer les publications scientifiques hors sujet, notamment celles liées à la santé humaine (vaccins, maladies, médicaments), à l'énergie (biofuel, biogas), à l'environnement non alimentaire, ou à des aspects réglementaires, sociaux ou marketing non directement liés à l'innovation alimentaire (voir la section « corpus publications scientifiques » page 69).
- **Harmonisation des noms** : les noms des auteurs, inventeurs, organismes de recherche affiliés et entités déposantes sont harmonisés pour éviter les doublons et faciliter l'analyse. Les déposants sont regroupés sous leur société mère selon la méthode de consolidation utilisée par Questel Orbit Intelligence (« parent company »).

3. Analyse des données et visualisation

Après extraction et filtrage, les données sont analysées quantitativement et qualitativement. Les résultats sont ensuite présentés sous forme d'infographies pour une lecture synthétique des tendances et dynamiques d'innovation.

⁶ OpenAlex est une plateforme gratuite qui analyse les publications scientifiques en se basant sur des sources ouvertes. Lancée en 2022, cette base couvre environ 250 millions de travaux de recherche, provenant de 90 millions d'auteurs et de 100 000 institutions, offrant ainsi une large représentation des publications scientifiques.

1 - ÉVOLUTION DES DÉPÔTS DE BREVETS DANS LE SECTEUR DE L'ALIMENTATION GÉNÉRALE (2000–2022)

L'analyse ci-dessous couvre la période de 2000 à 2022. Durant cette période, l'activité de dépôt de brevets dans le domaine de l'alimentation a connu une forte croissance jusqu'en 2017.

- ▶ De 2010 à 2017, le nombre de familles de brevets a plus que triplé, affichant une hausse globale de 200 % et une croissance annuelle moyenne de 15 %.
- ▶ Cependant, depuis 2017, cette tendance s'est inversée. Les dépôts de brevets dans ce secteur diminuent en moyenne de 6 % chaque année, ce qui correspond à une baisse globale de 30 % entre 2017 et 2022. Cette évolution suit de près celle des dépôts de brevets d'origine chinoise. En effet, depuis 2017, les dépôts de brevets dans le domaine de l'alimentation, lorsqu'ils sont effectués sous priorité chinoise, reculent de 8 % par an en moyenne.

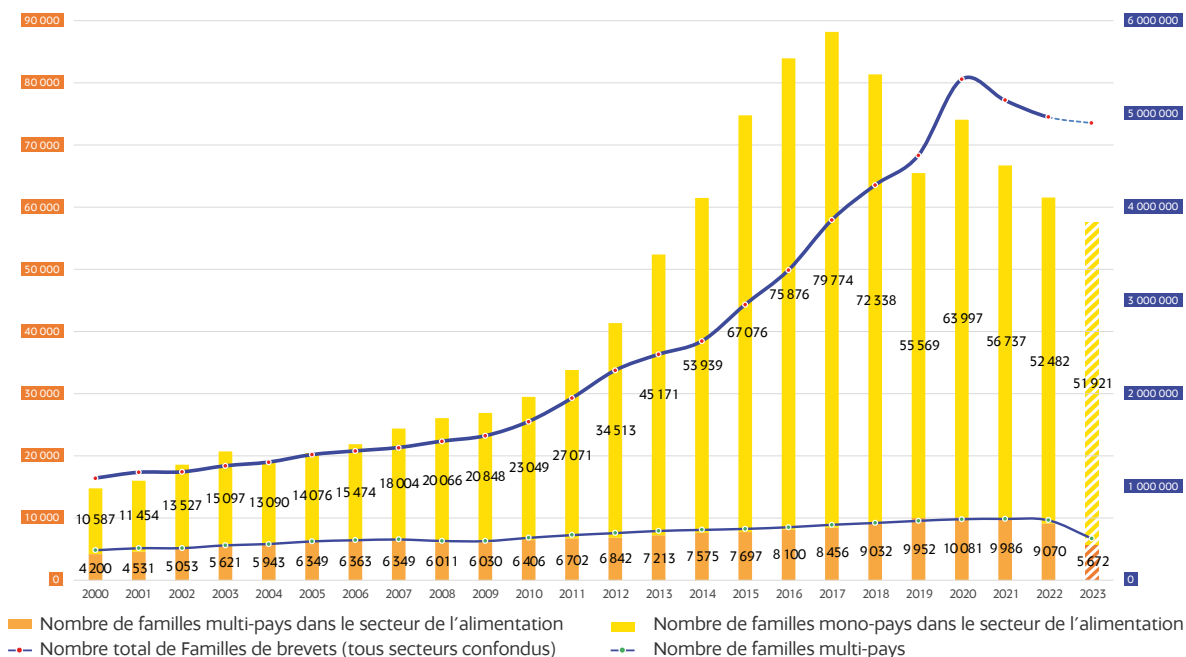
En revanche, les familles de brevets multi-pays suivent une autre dynamique. Entre 2000 et 2022, leur nombre dans le secteur alimentaire a augmenté de 116 %, soit une croissance moyenne

de 3 % par an. À titre de comparaison, tous secteurs confondus, les dépôts multi-pays ont progressé de 101 % sur la même période.

L'écart constaté entre le nombre total de familles de brevets dans le secteur alimentaire et celui des familles multi-pays du secteur s'explique en grande partie par la prédominance des dépôts sous priorité chinoise. Depuis 2017, environ 70 % des familles de brevets du secteur proviennent de dépôts prioritaires en Chine ; or, la quasi-totalité de ces brevets restent limités au territoire chinois, moins de 1 % étant étendus à l'international.

En résumé, le nombre d'inventions protégées dans plusieurs pays dans le secteur alimentaire progresse à un rythme relativement comparable à la tendance observée tous secteurs confondus. En revanche, le recul des dépôts de brevets d'origine chinoise a fortement contribué à la baisse du nombre de familles ne comportant qu'une seule publication dans ce secteur.

Évolution du nombre de familles de brevets par année de priorité dans le secteur de l'alimentation



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

2 - CHIFFRES CLÉS EN MATIÈRE DE BREVETS ET DE PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DANS LES SOUS-DOMAINES DE L'ALIMENTATION DURABLE DEPUIS 2013

Dans ce chapitre, nous allons analyser la dynamique des brevets et des publications scientifiques dans cinq grands domaines liés aux nouvelles sources d'alimentation. Ces domaines constituent des axes majeurs d'innovation dans le secteur alimentaire, à savoir :

- ▶ nouveaux aliments durables intégrant des protéines d'origine végétales ;
- ▶ procédés alimentaires et produits issus des algues ;
- ▶ nouveaux aliments durables issus de la fermentation ;
- ▶ nouveaux nutriments issus des insectes ;
- ▶ production de viande issue de la culture cellulaire.

Cette étude s'appuie :

- ▶ d'une part, sur le nombre total de familles de brevets déposées dans le monde, indépendamment de la juridiction de priorité, afin de mesurer l'effort global d'innovation.
- ▶ d'autre part, sur le nombre et l'évolution des familles de brevets multi-pays, c'est-à-dire celles bénéficiant d'une protection étendue au-delà des frontières d'origine, ce qui permet d'identifier les innovations à portée internationale.

Parallèlement, l'analyse intègre le nombre de publications scientifiques recensées dans le corpus ainsi que leur évolution entre 2013 et aujourd'hui. Ces données fournissent des indicateurs sur la recherche au sein de la communauté académique notamment.

En outre, ce chapitre présente des informations sur l'origine géographique des inventions et la représentation des pays au niveau mondial, en fonction de l'extension des brevets d'un territoire d'origine vers d'autres juridictions. Il analyse également l'évolution du nombre de familles de brevets entre 2013 et 2023 selon la juridiction d'origine.

Enfin, les principaux déposants se distinguant par leurs familles de brevets multi-pays sont identifiés, en distinguant les acteurs privés (entreprises) et les acteurs issus du monde de la recherche académique.

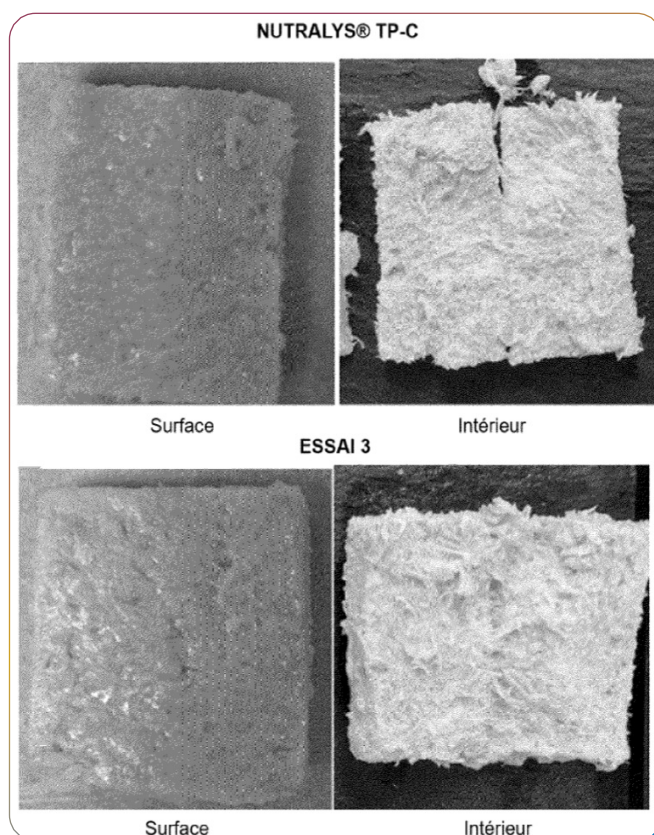
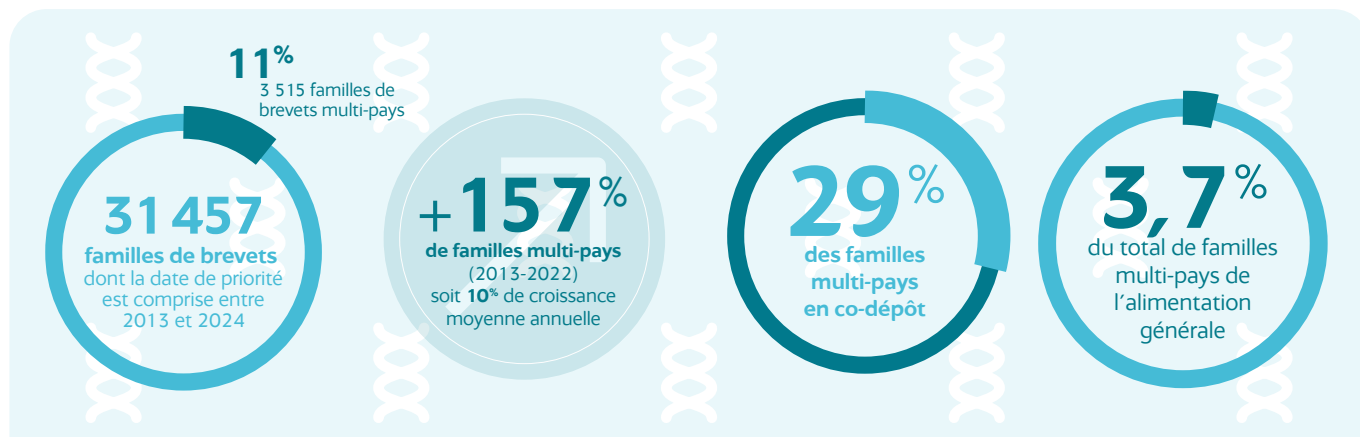


Figure 3 de la demande FR3151182 « Protéines de blé texturées » déposée le 17.07.2023 par ROQUETTE FRERES



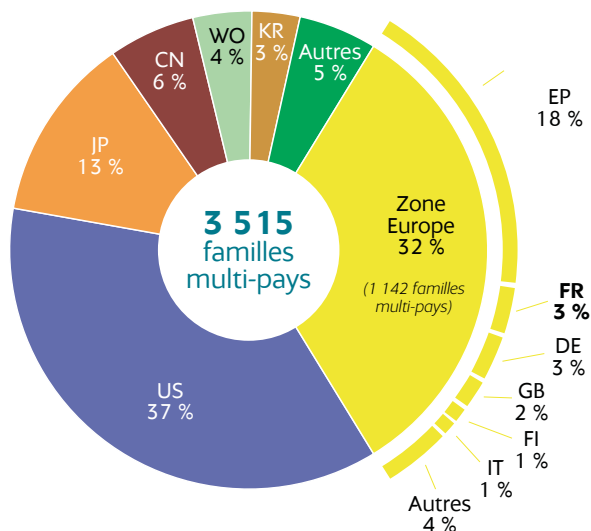
1 - NOUVEAUX ALIMENTS DURABLES INTÉGRANT DES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE



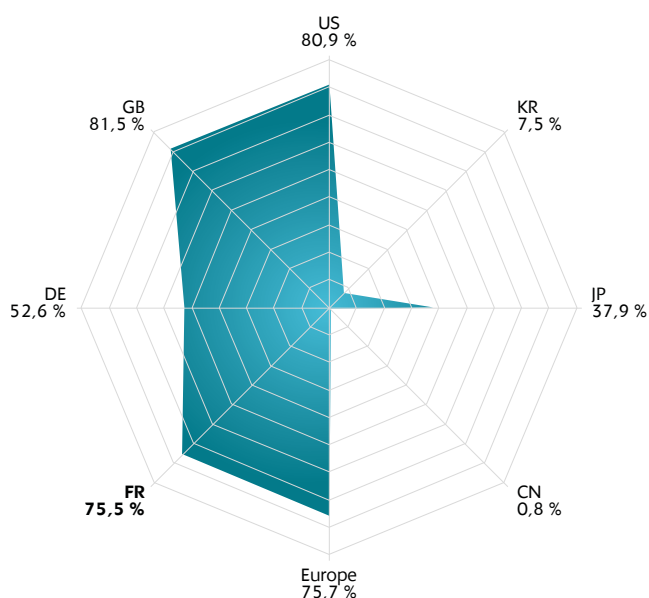
La croissance soutenue des brevets (+10 % par an) et des publications scientifiques (+9 % par an) dans le domaine des protéines végétales reflète un secteur en plein essor, porté à la fois par l'innovation industrielle et l'avancée des connaissances scientifiques.

Les acteurs américains sont les premiers à déposer des familles de brevets multi-pays, représentant 37 % du total, suivis par les déposants européens (32 %). En Europe, parmi ces familles multi-pays, celles dont le premier dépôt a été fait en France ou en Allemagne occupent la deuxième place, juste après celles déposées initialement auprès de l'OEB.

Origine géographique selon la priorité des familles multi-pays dans le domaine des substituts alimentaires aux protéines animales, issues de plantes et des champignons depuis 2013



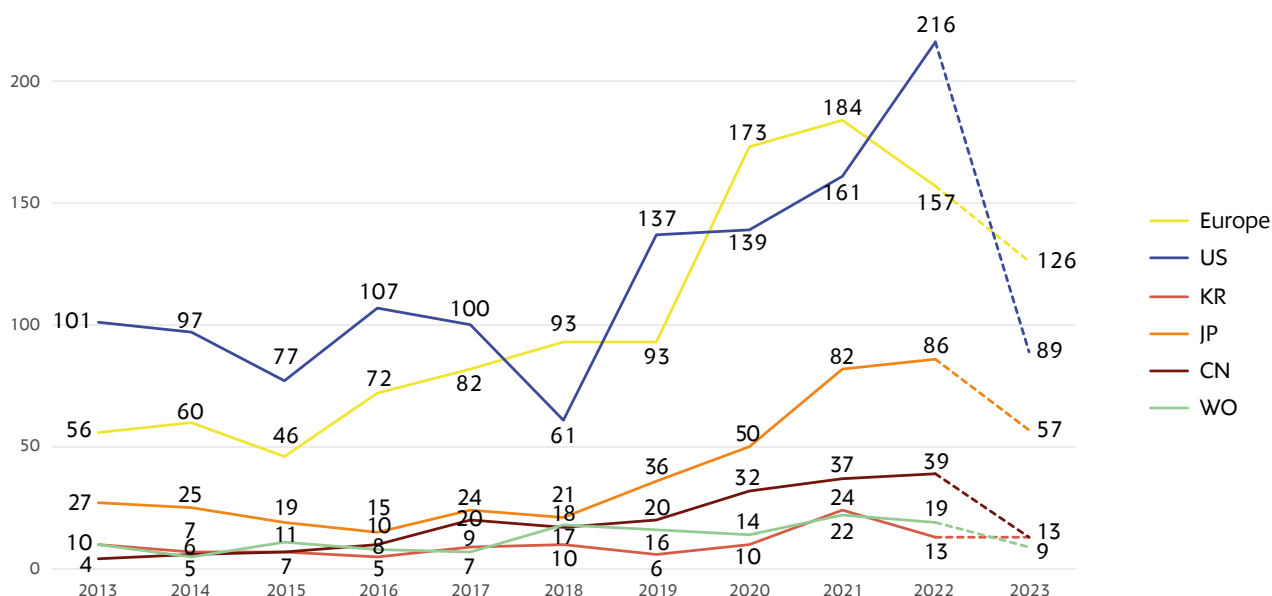
Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Les déposants européens et américains cherchent souvent à protéger leurs inventions à l'international : 75,7 % des familles européennes et 80,9 % des familles américaines sont étendues à plusieurs pays, avec des taux particulièrement élevés pour les brevets déposés d'abord au Royaume-Uni et en France. Les déposants japonais étendent aussi fréquemment leurs brevets (37,9 %). En revanche, les déposants chinois privilégient une protection nationale : seuls 0,8 % de leurs familles de brevets sont étendues à l'international.

Évolution des dépôts de famille multi-pays par pays ou juridiction de priorité











Sources et traitement INPI 2025

Le graphique ci-dessus montre une forte hausse des dépôts de brevets par les acteurs nord-américains depuis 2018, tandis qu'une baisse est observée chez les déposants européens en 2021.

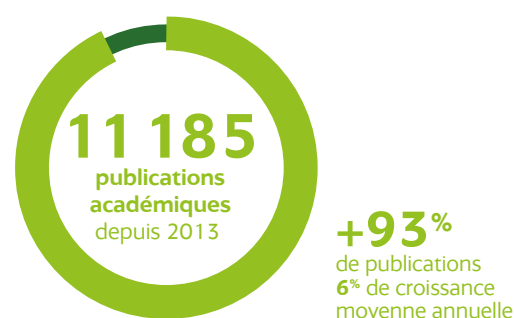
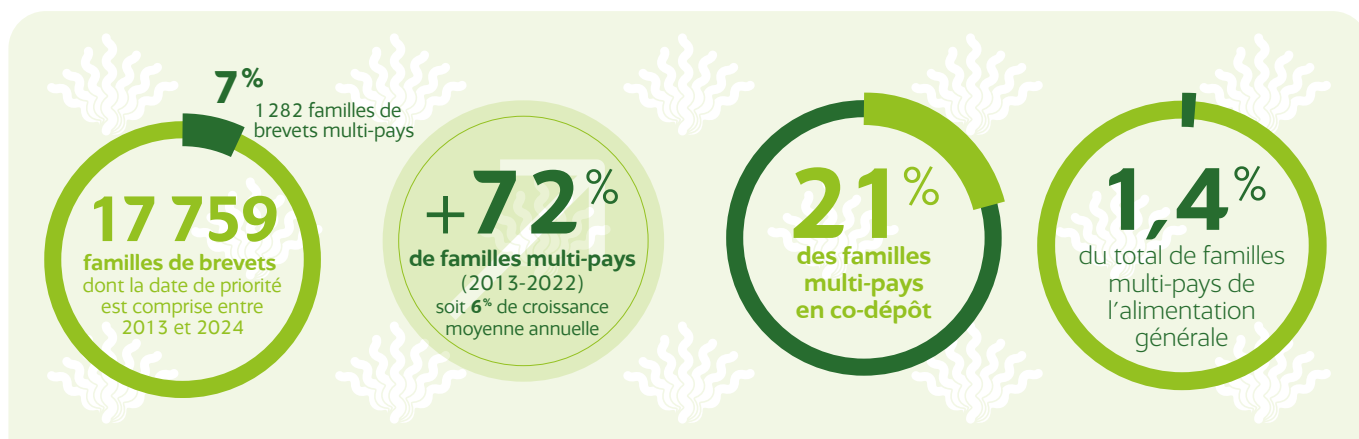
Depuis 2013, près d'un quart (23,7 %) des brevets déposés dans le domaine des alternatives végétales aux protéines animales proviennent d'organismes publics, tels que des universités, des centres de recherche ou des institutions publiques, seuls ou en partenariat. Cependant, aucun de ces brevets déposés par des organismes publics n'a été étendu à l'international.

Les principaux titulaires de brevets multi-pays sont :

10 PRINCIPAUX TITULAIRES (ou maison mère détentrices pour les unités légales organisées en groupe d'entreprises)		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
NESTLE		176
PIONEER HI-BRED INTERNATIONAL		142
DSM-FIRMENICH		124
FUJI OIL		111
SINOCHEM		97
CARGILL		87
ROQUETTE FRÈRES		72
UNILEVER		69



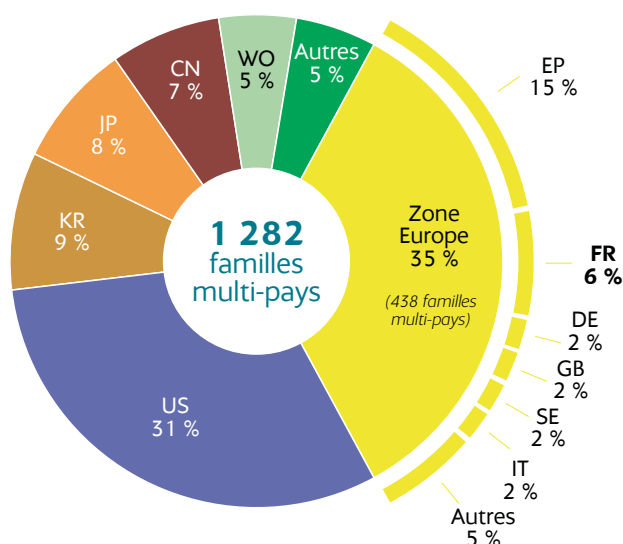
2 - PROCÉDÉS ALIMENTAIRES ET PRODUITS ISSUS DES ALGUES



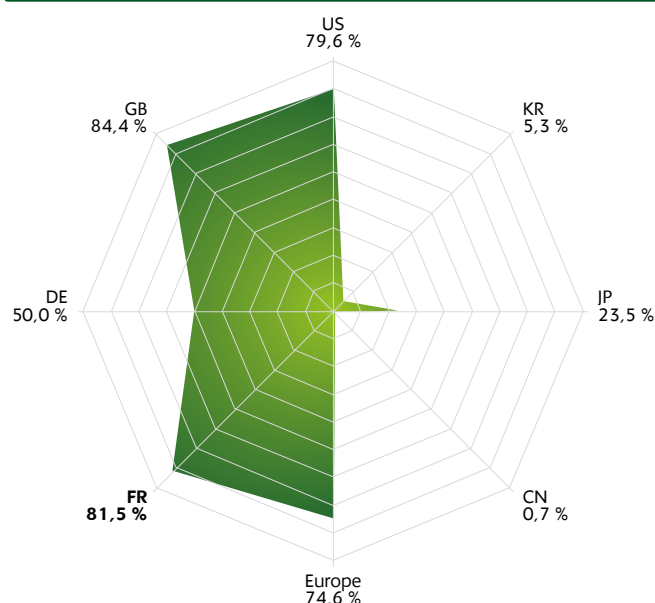
La croissance annuelle parallèle des brevets et des publications scientifiques sur les algues (+6 % par an) témoigne d'un intérêt constant du secteur, à la fois pour la recherche et pour les applications industrielles.

Les acteurs européens sont les premiers déposants de familles de brevets protégées dans plusieurs pays (« familles de brevets multi-pays »), représentant 34 % du total, suivis par les acteurs américains avec 32 %. En Europe, parmi ces familles multi-pays, celles dont la priorité a été déposée en France occupent la deuxième place, juste après celles déposées initialement auprès de l'Office européen des brevets (OEB).

Origine géographique selon la priorité des familles multi-pays dans le domaine de l'alimentation à base d'algues depuis 2013



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

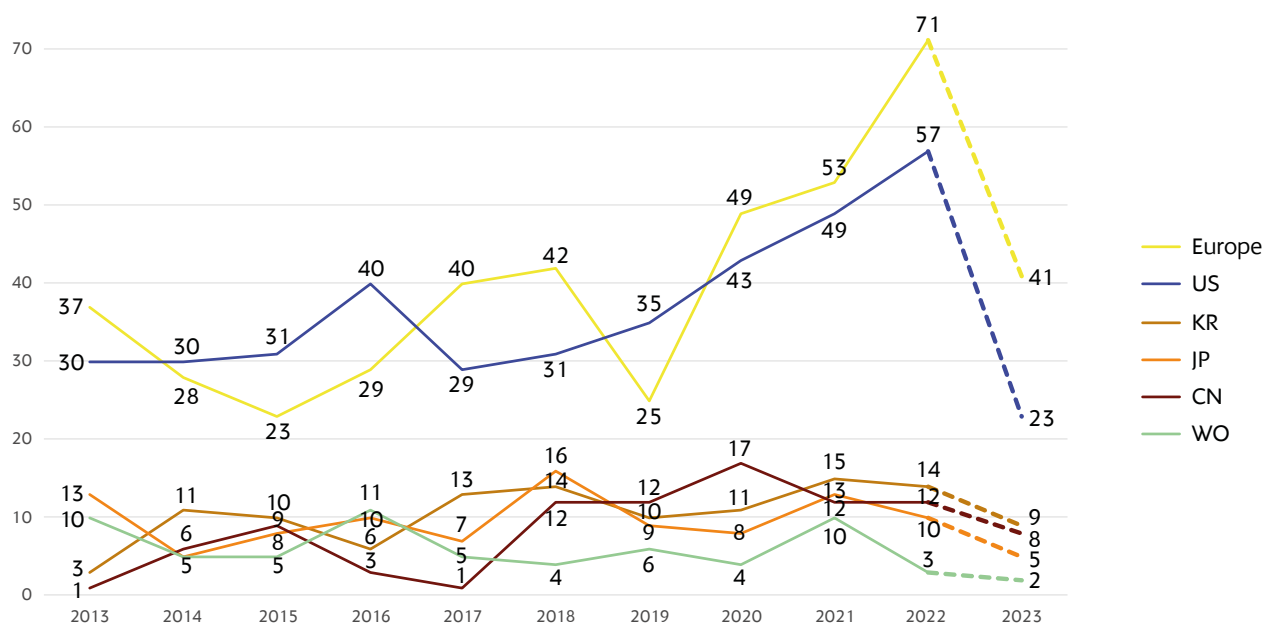


Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

La figure ci-contre montre la part de familles de brevets multi-pays selon leur pays de dépôt initial. Les déposants européens et américains cherchent fréquemment à protéger leurs inventions à l'international : 74,6 % des familles d'origine européenne et 79,6 % des familles d'origine des USA sont étendues à plusieurs pays, avec un taux particulièrement élevé pour les brevets déposés d'abord au Royaume-Uni et en France.

À l'inverse, les déposants asiatiques, notamment chinois, privilégient la protection nationale : seuls 0,7 % des familles de brevets d'origine chinoise sont étendues à l'international.

Évolution des dépôts de famille multi-pays par pays ou juridiction de priorité













Sources et traitement INPI 2025






Le graphique ci-dessus montre l'évolution du nombre de familles de brevets multi-pays selon le pays de dépôt initial. Il met en avant la forte progression de ces dépôts par les acteurs européens et nord-américains.

Depuis 2013, 19,4 % des brevets dans le domaine de l'alimentation issue des algues ont été réalisés, seuls ou en partenariat, par des organismes publics (comme des universités, centres de recherche ou institutions publiques). Cette part diminue légèrement, à 17,4 %, lorsqu'il s'agit de familles de brevets multi-pays.

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur privé (hors académiques) sont :

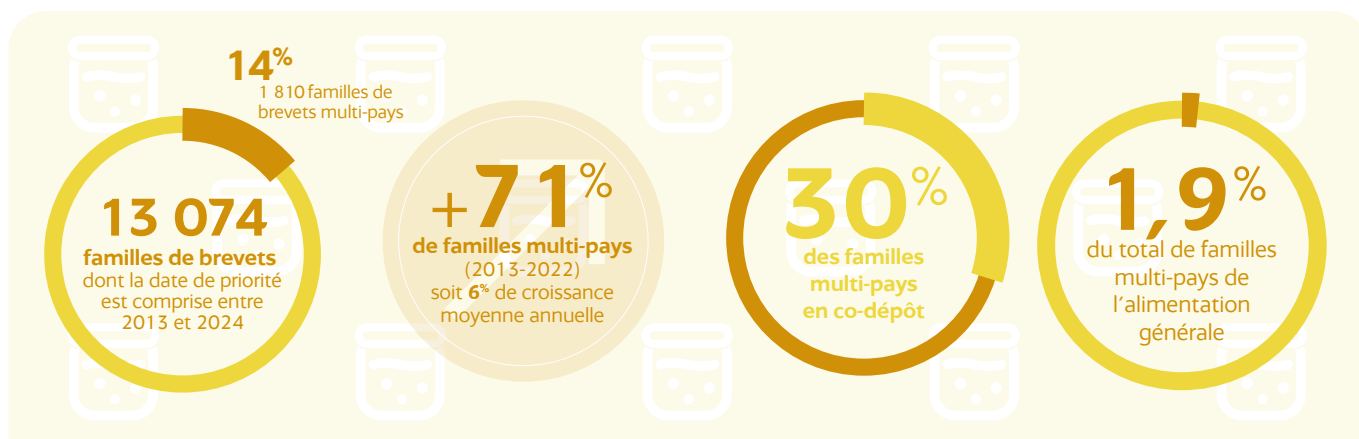
10 PRINCIPAUX TITULAIRES (ou maison mère détentrices pour les unités légales organisées en groupe d'entreprises)		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
DSM-FIRMENICH		61
NESTLE		45
CORBION		27
ROQUETTE FRERES		26
CJ CHEIL JEDANG		25
UNILEVER		24
AAK (Aarhus United et Karlshamns AB)		21
MIZKAN		15
ABBOTT LABORATORIES		14
EVONIK INDUSTRIES		13

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur académique sont :

5 PREMIERS ACTEURS ACADÉMIQUES		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
JIANGNAN UNIVERSITY		8
KOREA UNIVERSITY		5
KOBE UNIVERSITY		4
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS)		4
UNIVERSITY OF CALIFORNIA		4



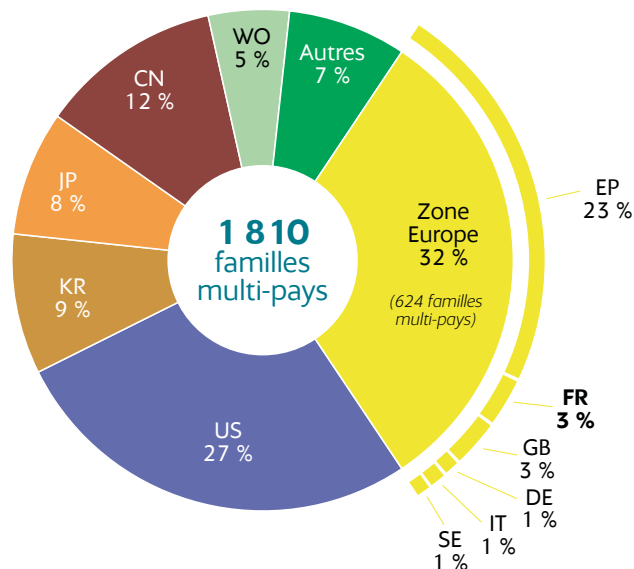
3 - PROCÉDÉS ALIMENTAIRES ET PRODUITS ISSUS DE LA FERMENTATION



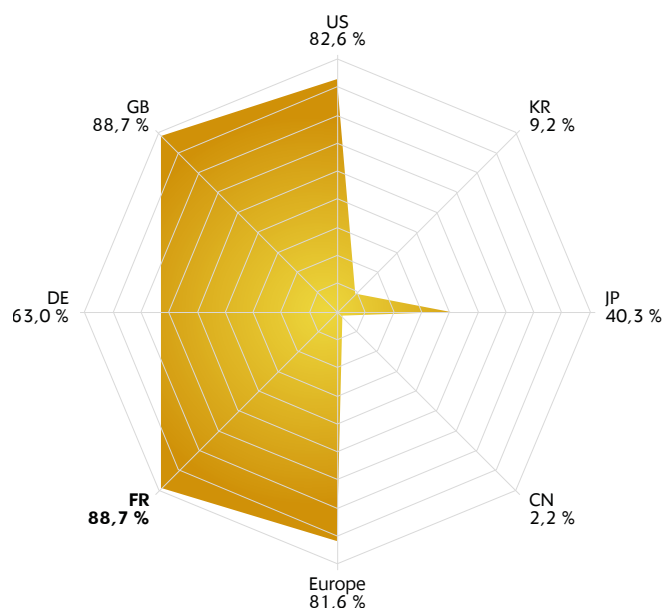
La croissance rapide des publications scientifiques (9 % par an) et la progression régulière des brevets (6 % par an) témoignent d'un secteur dynamique, où la recherche fondamentale stimule l'innovation et où le potentiel industriel de la fermentation continue de se développer.

Les acteurs américains sont les premiers à déposer des familles de brevets multi-pays (27 %), suivis par les déposants européens (32 %). En Europe, les familles multi-pays déposées d'abord en France ou au Royaume-Uni arrivent juste après celles dont la priorité est à l'OEB.

Origine géographique selon la priorité des familles multi-pays dans le domaine de la fermentation pour produire des aliments ou ingrédients depuis 2013



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

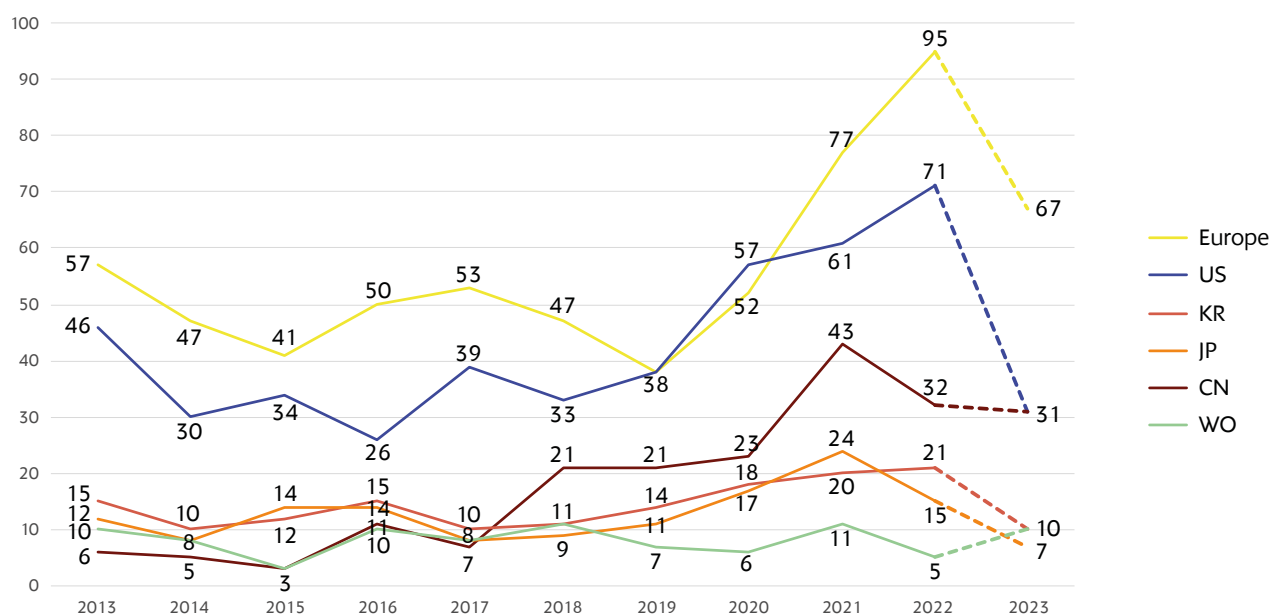


Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Près de 90 % des inventions qui sont d'abord protégées par un brevet en France ou au Royaume-Uni le sont ensuite aussi dans d'autres pays, un taux d'extension supérieur à la moyenne en Europe, qui est de 81,6 %.

Les inventions dans ce domaine sont aussi plus souvent protégées à l'international pour les priorités japonaises (40,3 %), coréennes (9,2 %) et chinoises (2,2 %), comparé aux sous-domaines des algues et des protéines végétales.

Évolution des dépôts de famille multi-pays par pays ou juridiction de priorité














Sources et traitement INPI 2025






Le graphique ci-dessus montre l'évolution du nombre de familles de brevets multi-pays selon le pays de dépôt initial. Depuis 2018-2019, on observe une forte progression de ces dépôts par les acteurs européens et nord-américains.

Depuis 2013, 43,6 % des brevets sur les procédés et produits issus de la fermentation pour l'alimentation proviennent d'acteurs académiques (universités, centres de recherche, organismes publics), seuls ou en partenariat. En revanche, seulement 18 % des familles de brevets couvrant plusieurs pays sont attribuées à ces acteurs académiques.

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur privé (hors académiques) sont :

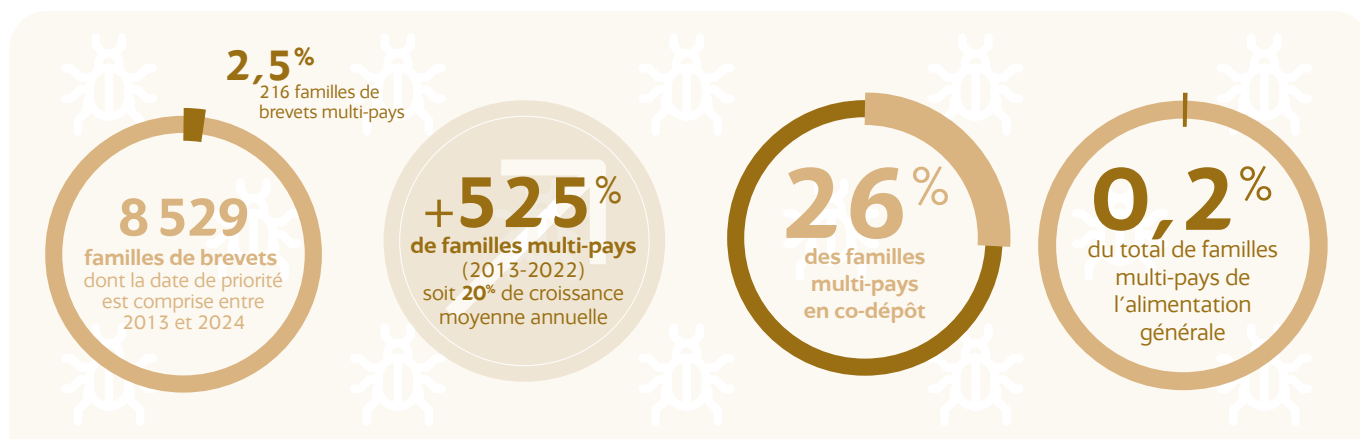
11 PRINCIPAUX TITULAIRES (ou maison mère détentrices pour les unités légales organisées en groupe d'entreprises)		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
NOVONESIS		132
DSM-FIRMENICH		114
INTERNATIONAL FLAVORS & FRAGRANCES		63
NESTLE		29
MEIJI		25
CORBION		23
EVONIK INDUSTRIES		23
ROQUETTE FRÈRES		23
LALLEMAND		17
AMANO ENZYME		16
MONDE NISSIN		16

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur académique sont :

5 PREMIERS ACTEURS ACADÉMIQUES		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
JIANGNAN UNIVERSITY		20
CHINESE ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES (CAAS)		13
CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY (CAU)		9
TUFTS COLLEGE TRUSTEES		6
JIANGSU UNIVERSITY		5



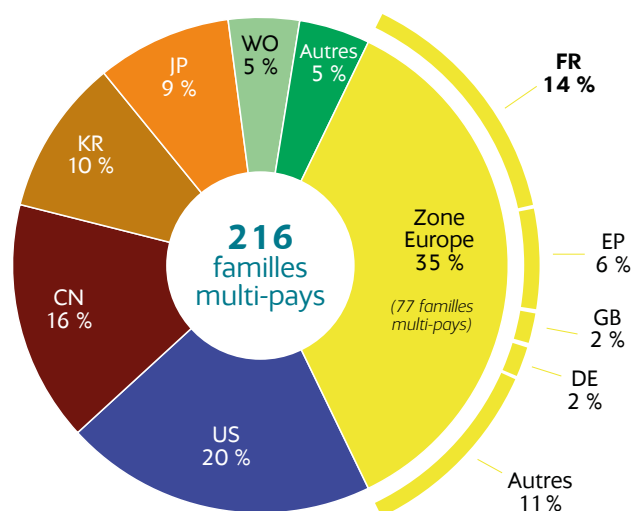
4 - NOUVEAUX NUTRIMENTS ISSUS DES INSECTES



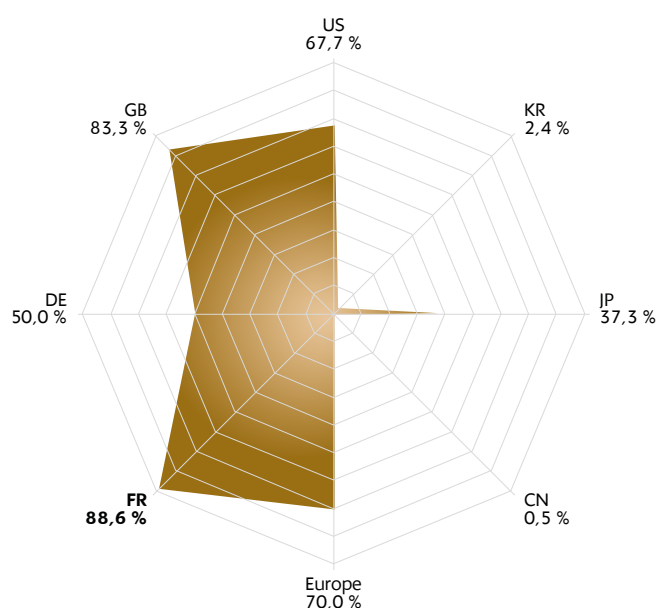
La progression rapide des brevets (+20 % par an) et des publications scientifiques (+15 % par an) sur les insectes reflète un secteur en pleine expansion, stimulé à la fois par l'innovation industrielle et par un fort intérêt de la recherche.

Les acteurs européens sont les premiers à déposer des brevets protégés dans plusieurs pays, représentant 35 % du total, devant les acteurs américains (20 %). Au sein de l'Europe, les brevets déposés en premier en France sont plus nombreux que ceux déposés d'abord via l'Office européen des brevets (EP).

Origine géographique selon la priorité des familles multi-pays dans le domaine de la fermentation pour produire des aliments ou ingrédients depuis 2013



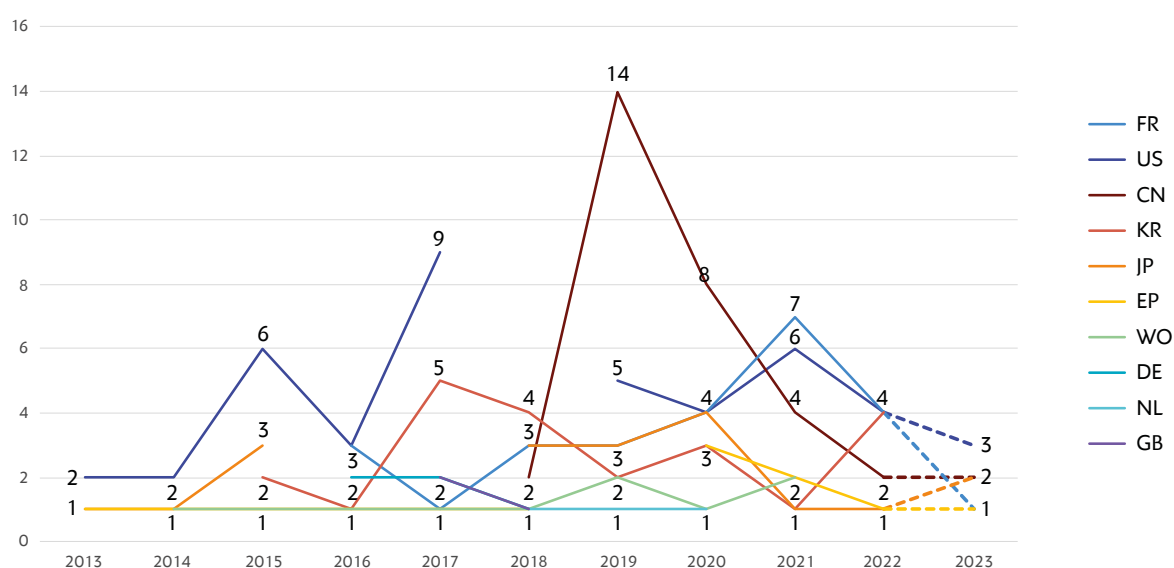
Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Une grande majorité des brevets déposés en premier en France (88,6 %) et au Royaume-Uni (83,3 %) sont ensuite étendus à d'autres pays, ce qui est plus élevé que la moyenne des autres pays européens (70,0 %). Les déposants japonais cherchent aussi souvent une protection internationale (37,3 %). En revanche, les déposants chinois continuent de privilégier une protection uniquement nationale, avec seulement 0,5 % de leurs brevets étendus à l'étranger.

Évolution des dépôts de famille multi-pays par pays ou juridiction de priorité









Sources et traitement INPI 2025

Le graphique ci-dessus montre l'évolution des familles de brevets multi-pays à l'échelle mondiale. Après un pic en 2019, les dépôts sous priorité chinoise ont fortement diminué. En Europe, les brevets déposés en premier en France restent les plus nombreux, bien que leur dynamique soit irrégulière.






Depuis 2013, près d'un brevet sur cinq (19,4 %) concernant l'utilisation des insectes comme source de nutriments provient d'acteurs académiques, qu'ils agissent seuls ou en partenariat. Cette proportion est légèrement inférieure pour les familles de brevets multi-pays, où les établissements académiques représentent 18,5 % des dépôts.

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur privé (hors académiques) sont :

6 PRINCIPAUX TITULAIRES (ou maison mère détentrices pour les unités légales organisées en groupe d'entreprises)		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
YNSECT		8
CJ CHEIL JEDANG		6
INNOVAFEED		6
MIZKAN		5
NUTRI EARTH		4
PROTIX		3

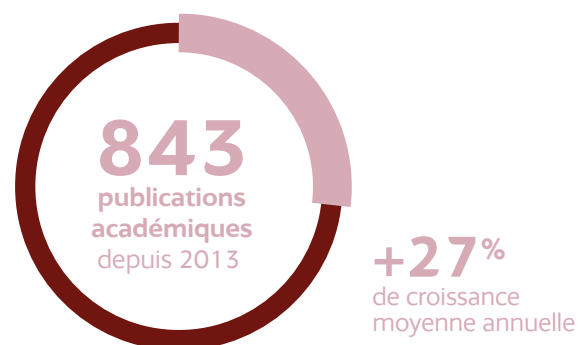
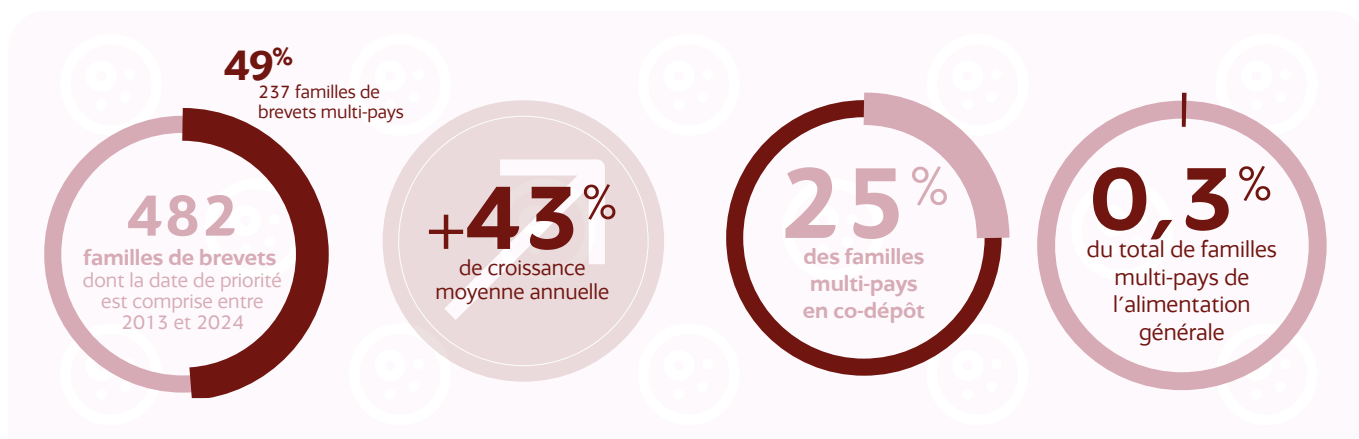
Trois acteurs français apparaissent parmi les 6 principaux titulaires privés.

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur académique sont :

5 PREMIERS ACTEURS PUBLICS		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
SOOCHOW UNIVERSITY		4
RUTGERS STATE UNIVERSITY OF NEW JERSEY		2
SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY		2
JIANGNAN UNIVERSITY		2
YANCHENG TEACHERS UNIVERSITY		2



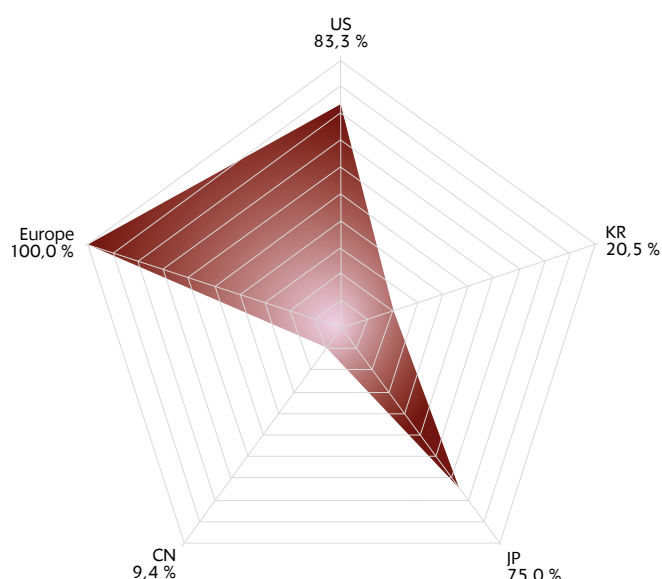
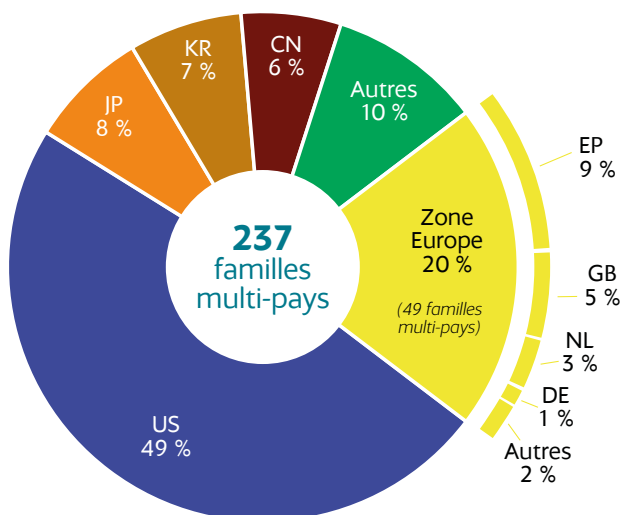
5 - PRODUCTION DE VIANDE ISSUE DE LA CULTURE CELLULAIRE



La croissance exceptionnelle des brevets (+43 % par an) et des publications scientifiques (+27 % par an) sur la viande issue de la culture cellulaire traduit un engouement marqué pour ce secteur émergent, même si ces taux élevés s'expliquent en partie par le fait que la filière démarre à peine et part de volumes initiaux très faibles.

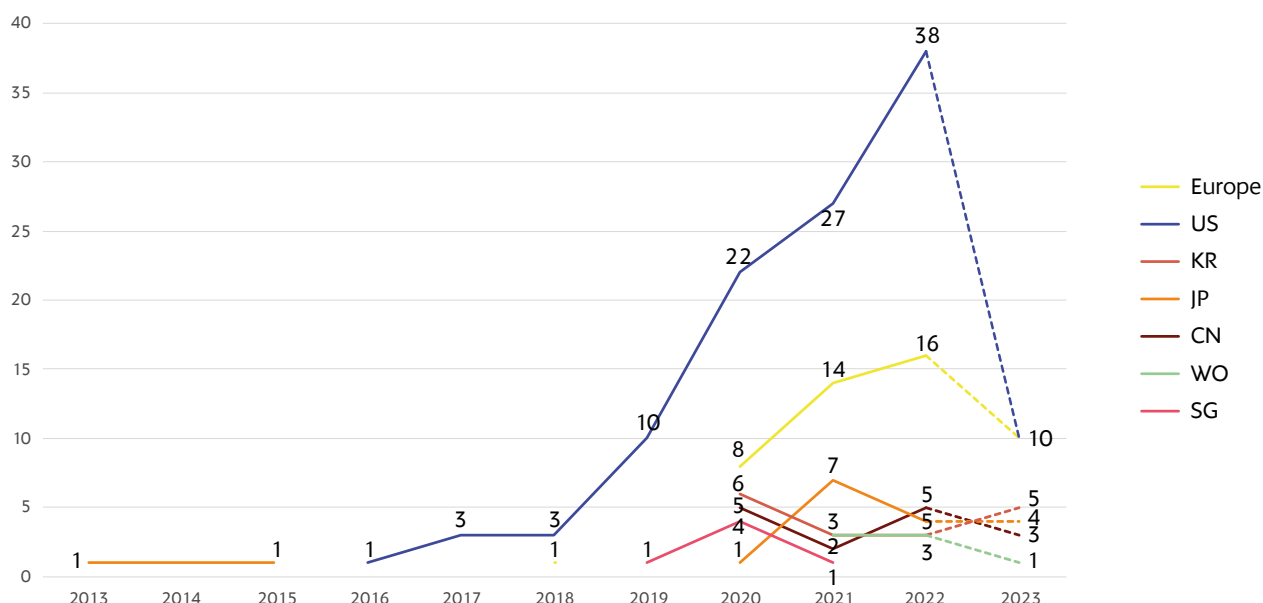
Les acteurs américains sont les premiers déposants de familles de brevets multi-pays dans ce domaine : ils représentent près de la moitié (49%) de ces demandes. Au sein de l'Europe, les brevets déposés en premier à l'OEB sont les plus nombreux parmi ces familles brevets multi-pays, suivis de ceux déposés sous priorité britannique.

Origine géographique selon la priorité des familles multi-pays dans le domaine de la fermentation pour produire des aliments ou ingrédients depuis 2013



Toutes les inventions protégées par un brevet dans un pays européen le sont aussi dans au moins un autre pays. Une seule famille de brevets multi-pays a été identifiée sous priorité française. Les brevets déposés sous priorité aux États-Unis ou au Japon sont eux aussi souvent étendus à l'international. Même si les brevets déposés en premier en Corée du Sud ou en Chine sont moins souvent étendus à d'autres pays, ils le sont davantage dans ce domaine que dans d'autres domaines de l'agroalimentaire étudiés.

Évolution des dépôts de famille multi-pays par pays ou juridiction de priorité



Sources et traitement INPI 2025

Le graphique ci-dessus illustre l'évolution des dépôts de familles de brevets multi-pays à l'échelle mondiale. Les familles sous priorité américaine ont connu une augmentation constante depuis 2018 et représentent une part largement majoritaire. Elles représentent plus du double des brevets provenant de la zone Europe.

Depuis 2013, 41,2 % des brevets dans le domaine de la viande cellulaire ont été déposés par des acteurs académiques, comme des universités, des centres de recherche ou des organismes publics, seuls ou en collaboration. Parmi les brevets protégés dans plusieurs pays, environ un quart (24,8 %) proviennent également de ce type d'acteurs.

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur privé (hors académiques) sont :

10 PRINCIPAUX TITULAIRES (ou maison mère détentrices pour les unités légales organisées en groupe d'entreprises)		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
UPSIDE FOODS		23
ALEPH FARMS		10
MOSA MEAT		7
GOURMEY (SUPREME)		5
NANJING ZHONGKE BIO MEDICAL TECHNOLOGY		5
GLOBAL BIOTECH		4
HATCHLESS		4
IVY FARM TECHNOLOGIES		4
MEATABLE		4
NITTO DENKO		4

Les principaux titulaires de brevets multi-pays du secteur public sont :

5 PREMIERS ACTEURS ACADÉMIQUES		FAMILLES DE BREVETS MULTI-PAYS
TUFTS UNIVERSITY		11
HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM		8
INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION YONSEI UNIVERSITY		4
JIANGNAN UNIVERSITY		3
UNIVERSITY OF TOKYO		3

Après avoir examiné les tendances mondiales de l'innovation à travers les familles de brevets multi-pays, ce chapitre recentre l'attention sur les droits de propriété industrielle qui produisent des effets juridiques en France.

Dans le secteur de l'alimentation, la proportion des brevets européens validés en France⁷ est particulièrement élevée : près de 85 %, contre 73 % en moyenne dans les autres domaines techniques. Ce taux élevé de validation souligne l'importance de la France comme marché cible pour la protection des innovations alimentaires. Par conséquent, afin de dresser un panorama fidèle de l'innovation protégée sur le territoire national, l'analyse porte sur les familles de brevets comportant au moins une publication soit en France (FR), soit auprès de l'Office européen des brevets (EP) car ces brevets représentent une part importante des innovations protégées sur le territoire français.

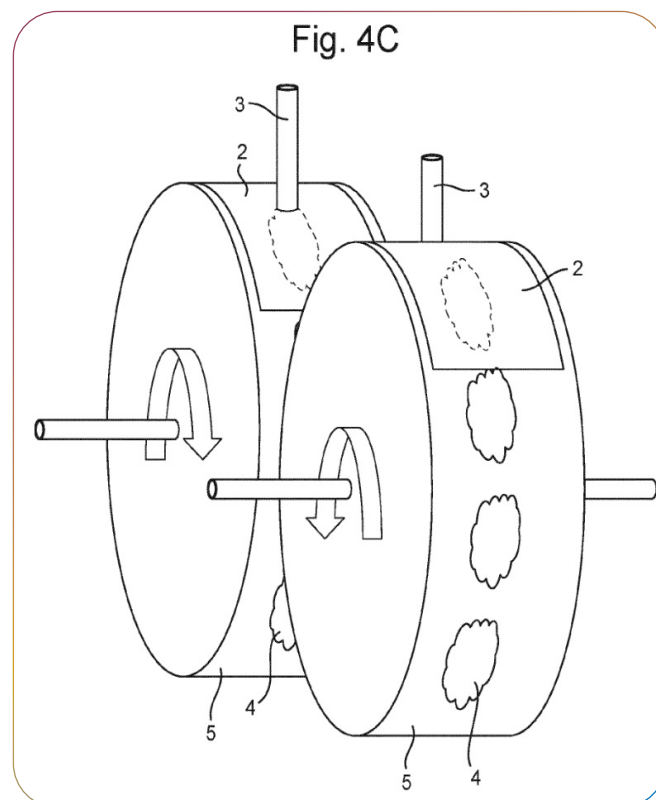
La part des familles de brevets multi-pays associées aux sous-domaines des protéines d'origine végétale (3,7 %), des algues (1,4 %) et de la fermentation (1,9 %) par rapport au total des familles de brevets multi-pays du secteur alimentaire est très proche de la part des familles couvrant la France pour ces mêmes sous-domaines (respectivement 3,2 %, 1,2 % et 1,8 %). Cette proximité suggère que la spécialisation du marché français en matière de protection de l'innovation dans ces domaines reflète globalement la dynamique internationale du secteur alimentaire, sans décalage notable sur ces thématiques spécifiques.

Enfin, les données relatives aux publications scientifiques sont également mobilisées pour enrichir la compréhension des dynamiques d'innovation, en apportant un éclairage complémentaire, plus en amont des dépôts de brevets.

1 - NOUVEAUX ALIMENTS DURABLES INTÉGRANT DES PROTÉINES D'ORIGINE VÉGÉTALE

Face aux enjeux de durabilité environnementale et de santé publique, la question des sources de protéines occupe une place centrale. Les protéines végétales apparaissent aujourd'hui comme une alternative prometteuse aux protéines animales, dont la production est associée à des impacts environnementaux importants et à des préoccupations sanitaires croissantes. Au cours des années 2010, ce segment a connu une croissance rapide, stimulée par la prise de conscience de l'impact environnemental des filières animales et l'évolution des habitudes alimentaires⁸. Aujourd'hui, les protéines végétales représentent l'un des secteurs les plus dynamiques et matures de la « food science », avec un chiffre d'affaires mondial estimé à plus de 15 milliards de dollars en 2024⁹ et des investissements majeurs de la part des industriels¹⁰.

Figure 4c de la demande WO2023/186977
« Procédé de production d'un produit protéique structuré »
codéposée le 29.03.2023 par UNILEVER et CONOPCO



⁷ Brevets délivrés par l'OEB validés en France et maintenus au moins deux ans à compter de la délivrance.

⁸ Source : Poore et Nemecek, 2018 ; Hannah Ritchie et Max Roser, 2020 ; Les Echos : "L'enjeu écologique de notre alimentation".

⁹ Source : imarc, Plant Based Protein Market Report by Source (Soy, Wheat, Pea, and Others), Type (Concentrates, Isolates, Textured), Nature (Conventional, Organic), Application (Food, Feed), and Region 2025-2033.

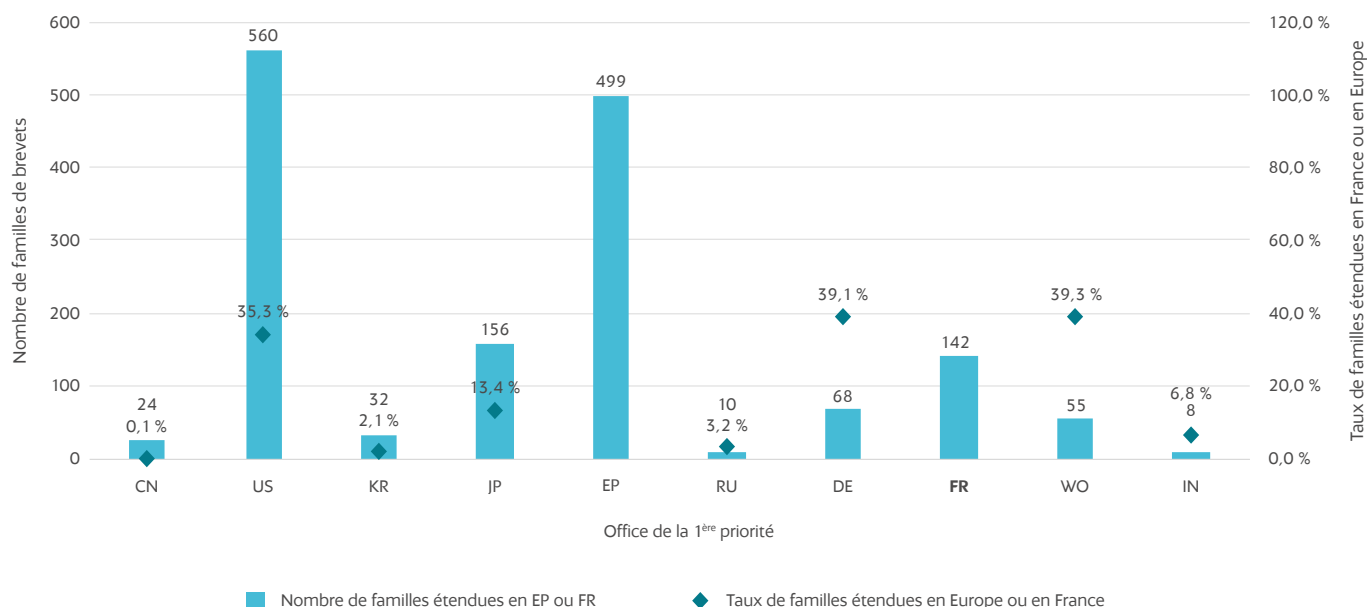
¹⁰ Source : Forbes, Backed By Oprah And Blackstone, Oatly's \$10 Billion IPO Hits The Market.

1.1 ANALYSE GÉNÉRALE EN FRANCE ET EN EUROPE

De 2013 à 2023¹¹, le corpus étudié regroupe 1 817 familles de brevets liées aux substituts végétaux aux protéines animales comptant une publication en France ou à l'OEB. Cela représente 9,2 % de l'ensemble des familles de brevets déposées dans le domaine des substituts protéiques d'origine végétale à l'échelle mondiale.

La figure ci-dessous présente le nombre de familles de brevets comportant une publication française (FR) ou européenne (EP) en fonction de la juridiction de priorité, ainsi que la part que ces familles représentent par rapport au volume total de brevets déposés depuis ces juridictions d'origine.

Office de priorité des familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les protéines végétales (2013-2023)



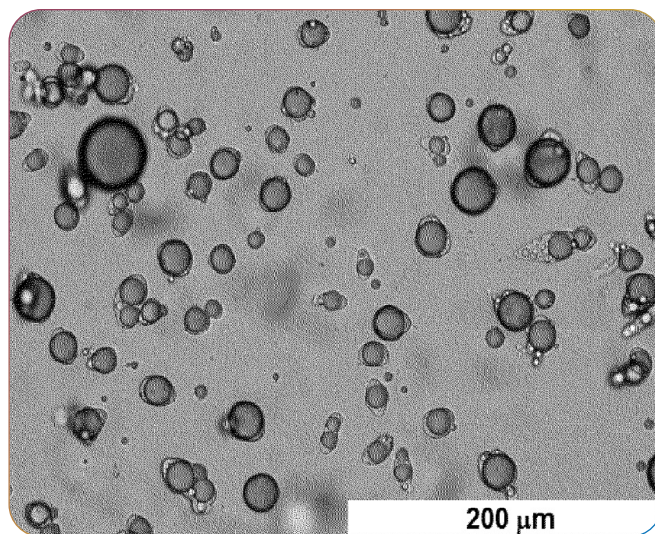
Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Près d'un tiers des familles de brevets sur les aliments intégrant des protéines végétales étendues en France ou en Europe, soit 560 familles, sont d'origine américaine. Plus globalement, le corpus de brevets étudié est composé à 58 % de familles déposées en priorité soit aux États-Unis, soit à l'OEB.

À l'échelle mondiale, on observe de fortes différences dans le volume de brevets déposés selon les pays. La Chine domine largement ce secteur, avec 77 % des familles de brevets portant sur les protéines végétales. Cependant, seul 0,1 % de ces brevets chinois est étendu au marché français ou européen. De façon similaire, la Corée du Sud et la Russie, respectivement troisième et sixième au niveau mondial en nombre de dépôts, étendent également aussi très peu leurs brevets en France ou en Europe.

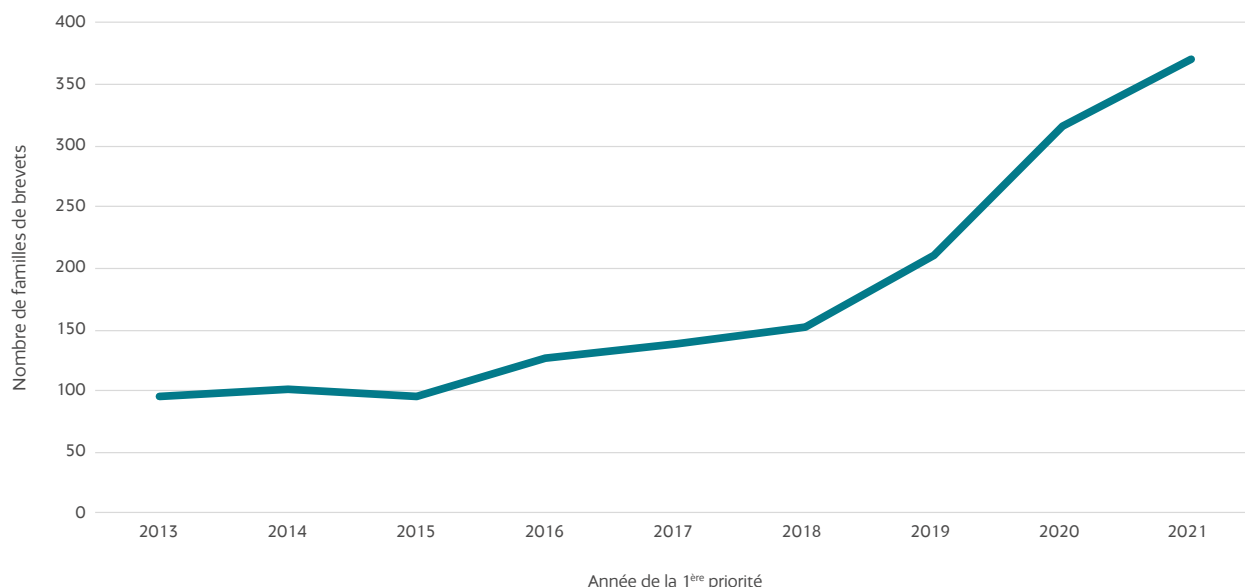
Les familles de brevets déposées sous priorité française placent la France au huitième rang mondial pour les brevets sur les protéines végétales (avec 147 familles recensées entre 2013 et 2023). Par ailleurs, si l'on considère l'ensemble des pays dont les brevets sont effectivement protégés en France ou en Europe, la France se situe au quatrième rang.

Figure 1 de la demande WO2021/191290
« Microcapsules cœur-coquille à base de coacervat végétal »
déposée le 24.03.2021 par FIRMENICH



¹¹ L'analyse se base sur l'année de dépôt de la priorité la plus ancienne dans chaque famille de brevets.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les protéines végétales



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Comme le montre le graphique ci-dessus, le nombre de familles de brevets visant la France ou l'Europe a augmenté en moyenne de 16 % par an entre 2013 et 2021. Cette croissance a été renforcée à partir de 2018, atteignant un taux moyen de 25 % par an sur la période 2018-2021.

À l'inverse, au niveau mondial, le nombre total de familles de brevets portant sur les protéines végétales diminue depuis 2016, principalement en raison d'une baisse de l'activité en Chine. Entre 2017 et 2021, le taux de croissance annuel moyen est ainsi de -4 %. Il est important de noter que cette tendance mondiale est largement influencée par la Chine, dont la forte diminution masque la croissance observée dans d'autres pays, notamment en Corée du Sud, au Japon et à l'échelle de l'Europe, où l'activité de dépôt de brevets continue de progresser.

À la date de notre analyse, 47 % des familles de brevets examinées désignant la France ou l'Europe sont en vigueur : 26 % correspondent à des brevets délivrés, tandis que 21 % sont des demandes en cours d'examen.

1.2 SEGMENTATION DES INVENTIONS DANS LE DOMAINE

Dans le domaine d'innovation portant sur les protéines d'origine végétales, la chaîne de valeur se divise en trois étapes principales : les matières premières, la transformation et les produits finaux. Pour analyser l'activité de dépôt de brevets, chaque étape a été étudiée séparément à l'aide de requêtes ciblées. Une même invention peut concerner plusieurs étapes à la fois, selon l'étendue de l'invention.

Entre 2013 et 2021, tous les segments de cette chaîne ont connu une progression régulière du nombre de brevets déposés, ce qui montre un intérêt croissant et simultané pour l'ensemble des étapes du processus.

Matières premières

Parmi l'ensemble du corpus, 71 % des familles de brevets précisent la matière première utilisée dans l'invention, c'est-à-dire le type de plante à l'origine des protéines, comme les légumineuses, les céréales ou les oléagineux. Certaines innovations concernent également l'utilisation de plantes génétiquement modifiées, notamment dans le cadre du *molecular farming*, une technique qui consiste à produire des protéines d'intérêt à partir de plantes modifiées (voir encadré).

Lorsque l'on se concentre sur les brevets ayant un effet en France ou en Europe, la proportion de familles mentionnant explicitement la matière première est plus faible, inférieure de 11 points à la moyenne mondiale.

En termes de volume, les brevets citant les légumineuses et les céréales sont nettement plus nombreux que ceux portant sur les oléagineux : respectivement 3 fois et 2,3 fois plus. Toutefois, les brevets liés aux oléagineux sont proportionnellement plus souvent étendus à la France ou à l'Europe : 10 % d'entre eux bénéficient d'une protection juridique sur ces territoires, contre 6 % pour les céréales et 5 % pour les légumineuses.



FOCUS SUR LES OGM ET LE MOLECULAR FARMING

Les avancées récentes dans le domaine des nouveaux aliments durables s'appuient souvent sur des technologies de pointe, parmi lesquelles figurent les OGM et le « molecular farming ».

Que sont les OGM ?

Un OGM, ou Organisme Génétiquement Modifié, est un organisme vivant (plante, animal ou micro-organisme) dont le patrimoine génétique a été modifié de façon intentionnelle par l'homme. Cette modification se fait grâce à des techniques de génie génétique, comme l'ajout, la suppression ou l'altération de certains gènes, afin de conférer à l'organisme de nouvelles propriétés. Par exemple, il est possible de rendre une plante résistante à un insecte ou tolérante à une maladie, ou encore de lui permettre de produire davantage de protéines. Un cas emblématique, seul OGM autorisé à la culture dans l'Union européenne, est le maïs MON810, qui produit une protéine insecticide d'origine bactérienne, lui permettant de se défendre contre la pyrale du maïs¹.

Les OGM ne se limitent pas aux plantes agricoles. Ils sont aussi utilisés dans la production alimentaire (par exemple, des levures modifiées pour fabriquer des arômes ou des vitamines), et dans la recherche médicale (par exemple, la production d'insuline humaine par des bactéries OGM).

Contrairement à la sélection traditionnelle, qui repose sur des croisements naturels, la modification génétique permet d'introduire des caractères qui n'auraient pas pu être obtenus autrement.

Qu'est-ce que le molecular farming ?

Le « molecular farming », ou « agriculture moléculaire »², désigne l'utilisation de plantes (ou parfois d'animaux) génétiquement modifiées comme des « usines vivantes » pour produire des molécules d'intérêt. Ces molécules peuvent être des protéines alimentaires (par exemple, la caséine du lait ou l'ovalbumine du blanc d'œuf, produites à partir de plantes comme le soja ou le pois), des vaccins ou des arômes naturels.

Cette technologie initialement développée dans l'industrie pharmaceutique pour la production de vaccins et d'anticorps, connaît aujourd'hui un essor remarquable dans le domaine alimentaire. Des start-up innovantes principalement basées en Amérique et en Europe, utilisent désormais cette approche pour fabriquer des protéines végétales qui reproduisent celles du lait ou de la viande, ainsi que des ingrédients fonctionnels destinés à enrichir la valeur nutritionnelle des aliments (3). Cette technologie offre des perspectives prometteuses pour la création de nouveaux aliments durables et pour répondre aux défis de la transition alimentaire.

La brevetabilité des OGM et du molecular farming ?

La question de la brevetabilité des OGM et des procédés de molecular farming est complexe et varie selon les régions du monde.

En France et en Europe, il est possible de breveter un OGM ou un procédé de molecular farming si la modification génétique est le résultat d'une intervention technique précise (par exemple, l'introduction d'un gène par transgénèse ou par édition génomique)⁴. En revanche, les variétés végétales obtenues par des méthodes naturelles (croisements classiques, mutagenèse aléatoire) ne sont pas brevetables⁵. Cette règle vise à éviter la privatisation du vivant et à garantir l'accès aux ressources génétiques pour les agriculteurs et les sélectionneurs.

L'Union européenne débat actuellement de la brevetabilité des « nouveaux OGM » issus des techniques récentes d'édition du génome, certains parlementaires souhaitant interdire leur brevetage pour protéger la diversité agricole et éviter la concentration des droits entre quelques grandes entreprises.

Aux États-Unis et au Canada, la législation est plus permissive : il est possible de breveter les OGM, les plantes issues de modifications génétiques, ainsi que les procédés de molecular farming. Cela a permis à de grandes entreprises (comme Bayer-Monsanto, Corteva, Syngenta) de détenir des portefeuilles de brevets très importants sur des cultures majeures comme le maïs, le soja ou le coton.

Selon l'organisation AgbioInvestor, en 2022, plus de 202 millions d'hectares de cultures OGM étaient cultivés dans le monde, dont près de 40 % aux États-Unis⁶.

Certains pays (comme l'Inde ou la Chine) autorisent la brevetabilité des OGM sous conditions, tandis que d'autres (comme la plupart des pays africains) sont plus restrictifs.

Le molecular farming, en tant que procédé innovant, peut aussi être protégé par des brevets portant sur la méthode de production, les gènes utilisés, ou les molécules produites. Les experts estiment que le marché pourrait atteindre 1,4 milliards de dollars d'ici 2034⁷.

OGM et molecular farming sont des technologies clés pour la transition alimentaire, mais leur encadrement juridique et éthique reste un enjeu majeur pour garantir l'innovation tout en protégeant la diversité et l'accès aux ressources pour tous.

1 Ministère de l'Aménagement du territoire et de la Décentralisation, *Les organismes génétiquement modifiés (OGM)*

2 Wikipédia, *Agriculture moléculaire*

3 *Veolution, 17 Molecular Farming Companies Harnessing Plants to Create Animal Proteins*

4 Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, *OGM : le cadre réglementaire*

5 INPI, *Cas particulier : non brevetabilité des plantes et des animaux obtenus par croisement*

6 AgbioInvestor, *Global GM Crop Area Increased by 3.3% in 2022*

7 *Prophecy Market Insights, Molecular Farming Market Overview*

Les brevets concernant les plantes génétiquement modifiées et le molecular farming au niveau de la France (FR) et de l'office européen (EP) restent rares. La majorité de ces dépôts sont réalisés aux États-Unis. Entre 2013 et 2023, sur les 522 brevets déposés dans ce domaine à l'échelle mondiale, 83 % ont été déposés en priorité aux États-Unis. Cette proportion atteint 63 % pour les brevets ayant un effet juridique en France ou en Europe.

Enfin, sur la période 2017-2021, tous les sous-domaines progressent. Les brevets sur les oléagineux affichent la plus forte croissance annuelle moyenne (+30 %), suivis par ceux sur les légumineuses (+25 %) et les céréales (+17 %). Globalement, la répartition des dépôts entre ces trois grandes matières premières reste similaire, quel que soit le bureau de dépôt considéré.

Familles de brevets comptant une publication FR ou EP, relatives aux matières premières, selon l'office d'origine de la priorité (2013-2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Transformation

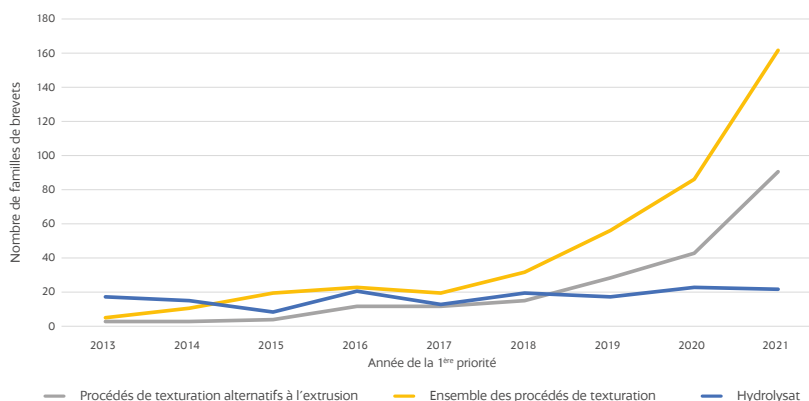
Parmi les 1 817 brevets recensés dans le corpus, 634 concernent les procédés de transformation des protéines végétales (voir encadré).

Les procédés de transformation affichent la plus forte dynamique de croissance récente. Entre 2017 et 2021, ce domaine a enregistré un taux de croissance annuel moyen de 42 %, soit la progression la plus rapide parmi les segments étudiés.

De plus, les brevets relatifs aux procédés de transformation sont proportionnellement les plus souvent étendus à la France ou à l'Europe : 19 % d'entre eux comptent une publication sur ces territoires, contre 9 % pour les produits finis et 5 % pour les matières premières.

Les dépôts de brevets mentionnant des procédés de transformation sont restés stables en début de période (2013-2017), puis ont connu une croissance exponentielle à partir de 2017. Cette accélération est particulièrement marquée pour l'extrusion et la texturation, avec une croissance moyenne annuelle de 51 %.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP relatives aux procédés de transformation des protéines végétales



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

À l'inverse, les hydrolysats, c'est-à-dire les protéines fragmentées, ne suscitent pas d'intérêt particulier en matière de dépôts de brevets en Europe ou en France. Leur nombre de dépôts est resté stable au fil du temps, et seuls 9 % de ces brevets ont un effet juridique sur ces territoires, contre 63 % en moyenne pour les autres procédés. Les brevets relatifs aux hydrolysats figurent parmi les moins étendus sur le marché européen ou français.



FOCUS SUR LES PROCÉDÉS INDUSTRIELS DE TRANSFORMATION ET D'EXTRACTION DES PROTÉINES VÉGÉTALES

La transformation industrielle des protéines végétales, des algues ou des aliments issus de la fermentation repose sur une combinaison de procédés mécaniques, thermiques et biologiques. Ces procédés visent à extraire, purifier, texturer ou stabiliser les protéines, tout en influençant leurs qualités nutritionnelles et fonctionnelles.

L'extrusion, procédé clé des substituts protéiques

L'extrusion est un procédé mécanique central dans la fabrication de nombreux produits à base de protéines végétales. Elle consiste à faire passer un mélange d'ingrédients (protéines végétales, farines, fibres) dans une vis sans fin, sous pression, avec ou sans élévation de température. Selon les paramètres, la pâte obtenue acquiert des textures variées, allant du moelleux au croustillant, utilisées pour les céréales, snacks ou protéines végétales texturées. Ce procédé modifie profondément la structure des protéines par un éclatement de la matrice d'origine, ce qui peut rendre les nutriments parfois moins disponibles¹. L'extrusion s'accompagne souvent de l'ajout d'additifs (émulsifiants, exhausteurs de goût, colorants) pour compenser la perte de goût ou de texture naturelle², ce qui explique son association fréquente avec les aliments dits « ultra-transformés ».

Il existe toutefois des innovations qui permettent de texturer les protéines végétales sans recourir à l'extrusion conventionnelle ni à une longue liste d'additifs. C'est le cas de la technologie « umisation » développée par SWAP (voir encadré page 34), qui utilise une succession d'étapes mécaniques et thermiques douces pour obtenir des alternatives végétales à la viande à la composition simple, sans texturants ni agents de texture artificiels. Ce type de produit ne répond donc pas

à la définition d'aliment ultra-transformé telle que proposée par l'INSERM³ qui insiste sur la recombinaison d'ingrédients industriels et l'ajout d'additifs.

Ultra-transformation, perte de nutriments et enjeux de santé

Les aliments ultra-transformés (AUT) regroupent des produits issus de procédés industriels complexes, contenant des ingrédients isolés ou recombinés et souvent des additifs³. L'ultra-transformation, caractérisée par la recombinaison d'ingrédients industriels et l'ajout d'additifs, s'accompagne souvent d'une perte de vitamines, d'une modification des protéines et de l'apparition de composés indésirables. Ces aliments sont associés à des risques accrus pour la santé (obésité, diabète, maladies cardiovasculaires).

En Europe, la régulation des additifs et l'étiquetage Nutri-Score tentent de limiter les dérives. Les AUT représentent néanmoins encore 30 % des apports caloriques en France. Dans les pays émergents, l'expansion des AUT répond à une demande croissante de praticité, malgré des inquiétudes sanitaires croissantes.

Des alternatives plus douces et durables⁴

Face à ces enjeux, l'industrie développe des alternatives plus vertueuses. La fermentation, utilisée pour produire des protéines à partir de micro-organismes ou d'algues, permet d'obtenir des aliments riches en protéines et en composés bénéfiques, tout en améliorant la digestibilité. Elle s'inscrit dans une dynamique d'innovation plus respectueuse de la matrice alimentaire.

Parallèlement, l'industrie explore des technologies « douces » (haute pression, pasteurisation non thermique) pour limiter la dégradation des nutriments et préserver la qualité sensorielle des produits.

¹ ActFoodBretagne, *Les protéines. De l'impact des procédés industriels sur leurs propriétés*

² Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), *Aliments dits ultratransformés : mieux comprendre leurs effets potentiels sur la santé ; AVIS relatif à la caractérisation et évaluation des impacts sur la santé de la consommation d'aliments dits ultratransformés*, 2024

³ INSERM, *Pas si super – C'est quoi un aliment ultra-transformé ?*

⁴ Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques (STOA), *Parlement Européen. Options de transformation durable des produits alimentaires*

Produits issus de plantes

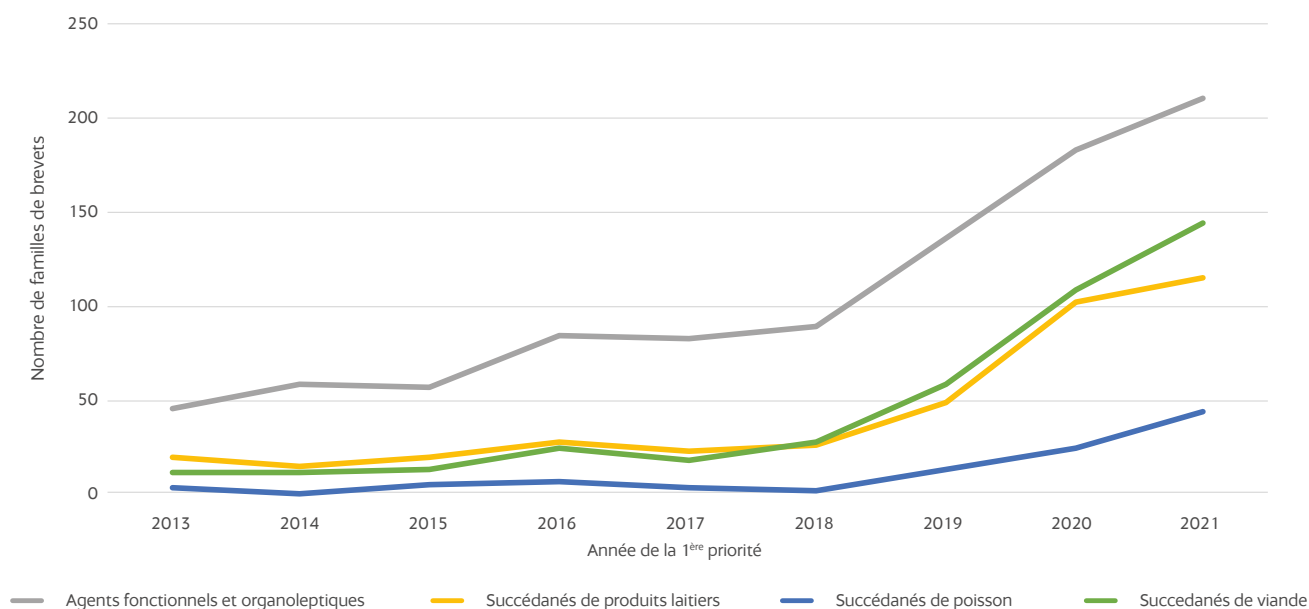
Enfin, 75 % des brevets étudiés concernent des produits finis, soit une part nettement supérieure à la moyenne mondiale (+26 points). Ces produits finis à base de végétaux regroupent principalement des substituts de viande, de poisson et de lait, ainsi que des agents fonctionnels (qui améliorent la texture, la conservation, etc.) et organoleptiques (qui agissent sur le goût, l'odeur ou la couleur).

Entre 2013 et 2021, le nombre de brevets déposés pour ces différents types de produits a augmenté, avec une accélération marquée à partir de 2017-2018. Cette tendance est particulièrement forte pour les substituts de viande, dont le nombre de brevets a progressé en moyenne de 53 % par an.

De façon générale, les substituts de viande concentrent la plus forte dynamique d'innovation. A l'échelle mondiale, entre 2017 et 2021, le nombre de brevets dans ce domaine a augmenté de 34 % par an, contre 14 % pour les substituts de poisson et 6 % pour les substituts de produits laitiers. Cette tendance se retrouve également dans les brevets français et européens, où la proportion visant les substituts de viande est plus élevée que pour les autres catégories de substituts.

La répartition des brevets selon les différents types de produits est comparable, quelle que soit la juridiction de priorité. Dans les dix principales juridictions, la majorité des brevets concernent des agents fonctionnels et organoleptiques. Les brevets concernant les substituts de viande et de lait arrivent ensuite, dans des proportions similaires, tandis que ceux portant sur les substituts de poisson sont moins nombreux.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP relatives aux produits issus de protéines végétales

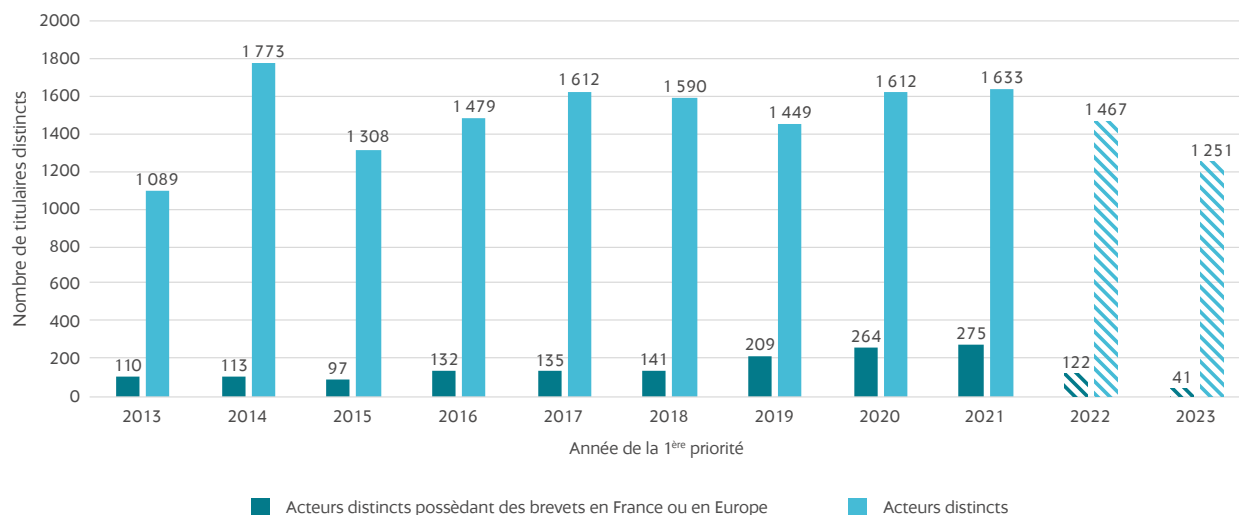


Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

1.3 INFORMATIONS RELATIVES AUX DÉPOSANTS

Entre 2013 et 2023, plus de 9 500 entités – entreprises, groupes ou organismes de recherche – ont déposé des brevets liés aux technologies des protéines végétales dans le monde, directement ou via leurs filiales. Sur cette même période, plus d'un millier d'entre elles ont protégé des inventions en France ou en Europe, dont près de 7 % sont d'origine française.

Nombre de titulaires de familles de brevets dans les protéines végétales, dans le monde et pour les familles comptant une publication FR ou EP

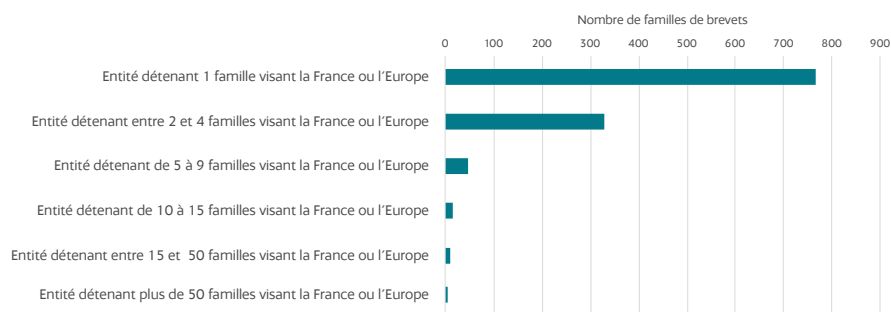


Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Le graphique ci-contre illustre la croissance du nombre de déposants détenant des brevets avec un effet en France ou en Europe, entre 2013 et 2021. Leur nombre a été multiplié par 2,5.

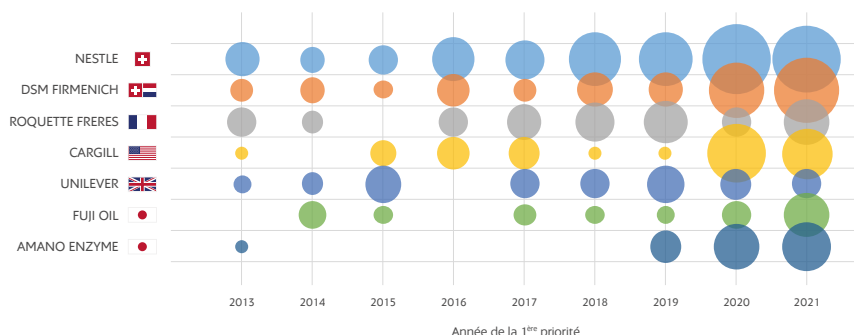
L'analyse des déposants révèle que la grande majorité d'entre eux (70 %) ne détiennent qu'une seule famille de brevets protégée en France ou en Europe. À l'inverse, seuls 28 déposants (près de 2,5 %) possèdent des portefeuilles de brevets comprenant au moins dix familles. Parmi ces acteurs majeurs, la plupart sont européens (16), suivis de groupes nord-américains (8), souvent présents en Europe par l'intermédiaire de leurs filiales, et d'entreprises asiatiques (4), dont trois sont japonaises.

Répartition des déposants selon le nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP (2013-2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Évolution des portefeuilles des principaux déposants de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les protéines végétales



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

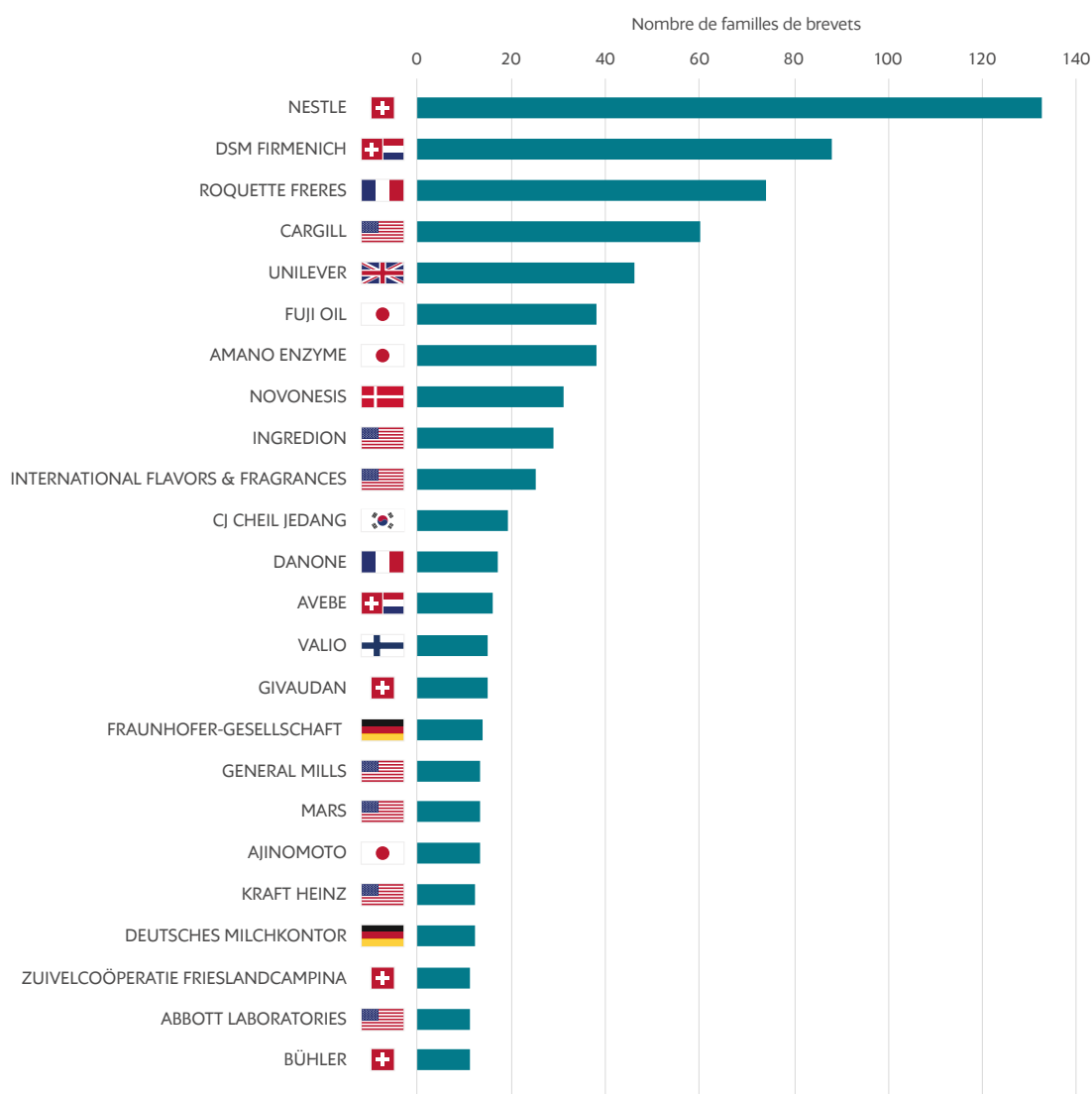
Le graphique ci-contre présente l'évolution des portefeuilles de brevets d'invention dans le domaine des protéines végétales détenus par les principaux déposants visant un effet juridique en France ou en Europe. Parmi eux, Amano Enzyme, entreprise japonaise spécialisée dans les enzymes alimentaires, se distingue par une arrivée plus récente dans le paysage des brevets liés aux protéines végétales.

Sur la période 2020-2021, des groupes comme Nestlé, DSM-Firmenich, Cargill, Fuji Oil et Amano Enzyme ont intensifié leurs dépôts de brevets visant la France et l'Europe, signe d'intérêt de ces acteurs pour le développement et la protection de leurs innovations sur ces marchés clés.

Le classement ci-dessous des principaux déposants de brevets ayant un effet juridique en France ou en Europe met en évidence de grands groupes industriels de l'agroalimentaire et des biotechnologies. Ces entreprises interviennent généralement sur plusieurs segments de l'industrie agroalimentaire et figurent parmi les principaux déposants dans l'ensemble des sous-domaines de la « food science » analysés dans ce rapport (voir les parties spécifiques dédiées aux algues et à la fermentation).

L'étude des déposants dans le domaine des protéines végétales révèle une grande diversité d'acteurs. On y retrouve, d'une part, des entreprises spécialisées dans la commercialisation de produits et boissons alimentaires finis, telles que les groupes européens Nestlé, Unilever et Danone, ainsi que des sociétés américaines comme General Mills, Cargill, Mars et Kraft Heinz.

Classement des principaux déposants en nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les protéines végétales (2013 - 2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

D'autre part, le secteur compte également des entreprises spécialisées dans la production d'ingrédients alimentaires, d'arômes ou d'enzymes. Parmi ces acteurs figurent plusieurs grands groupes industriels, présents dans les autres sous-domaines de cette étude, tels que DSM-Firmenich, IFF et Novonosis.



Dans le secteur des protéines végétales, plusieurs entreprises européennes se distinguent par leur expertise et leurs innovations brevetées :

- ▶ **Avebe** est une coopérative germano-néerlandaise spécialisée dans la transformation de la pomme de terre en ingrédients végétaux. Elle produit notamment des amidons, des protéines végétales et d'autres ingrédients fonctionnels utilisés dans l'industrie agroalimentaire, y compris pour la fabrication de substituts de viande et de fromage.
- ▶ **Valio**, entreprise finlandaise historiquement centrée sur les produits laitiers, a amorcé depuis 2018 une diversification vers les protéines alternatives. Elle propose des produits à base de protéines végétales, notamment sous la marque Oddlygood et a renforcé cette stratégie par l'acquisition de sociétés spécialisées, comme Gold&Green en 2022 et Raisio en 2025¹.

¹ *The Plant Base, Valio acquires Raisio's plant protein business in €7m deal*

Les grands groupes de l'industrie agroalimentaire mondiale jouent un rôle moteur dans le développement du marché des protéines végétales. Pour répondre à la demande croissante de produits plus sains et durables, ces entreprises multiplient les innovations, que ce soit en lançant de nouvelles gammes végétales ou en élargissant leur portefeuille via des acquisitions. Par exemple, Nestlé propose désormais des alternatives végétales à ses produits emblématiques et investit dans la recherche pour accélérer l'innovation dans ce domaine¹³. De son côté, Danone a renforcé sa présence sur ce marché en rachetant en 2016 l'entreprise belge Alpro, spécialiste des produits et boissons végétales¹⁴.

En France, des acteurs majeurs comme Roquette Frères et Avril Industrie, respectivement 3^e et 19^e déposants de brevets dans le corpus étudié, se distinguent par la production de protéines issues de légumineuses ou d'oléo-protéagineux. Roquette Frères a, par exemple, inauguré en 2023 un centre d'innovation dédié à l'alimentation, afin de soutenir le développement de nouvelles recettes et procédés intégrant des protéines végétales¹⁵.

L'essor du secteur s'appuie aussi sur de nombreux partenariats entre grands groupes, PME, ETI et start-up, qui dynamisent l'écosystème de l'innovation. Parmi les exemples récents figurent :

- ▶ la création en 2022 de la coentreprise « The Kraft Heinz Not Company », issue d'une collaboration entre Kraft Heinz et la start-up The Not Company,
- ▶ des accords de partenariat entre l'entreprise japonaise Daiz et Roquette Frères¹⁶, ou encore entre le géant américain Cargill et la start-up espagnole Cubiq Foods¹⁷.

La recherche publique contribue également à cette dynamique. L'institut Fraunhofer en Allemagne, par exemple, figure parmi les principaux déposants de brevets et mène des travaux sur l'amélioration des qualités sensorielles des alternatives végétales à la viande et au poisson, telles que la saveur, la texture ou la jutosité¹⁸.

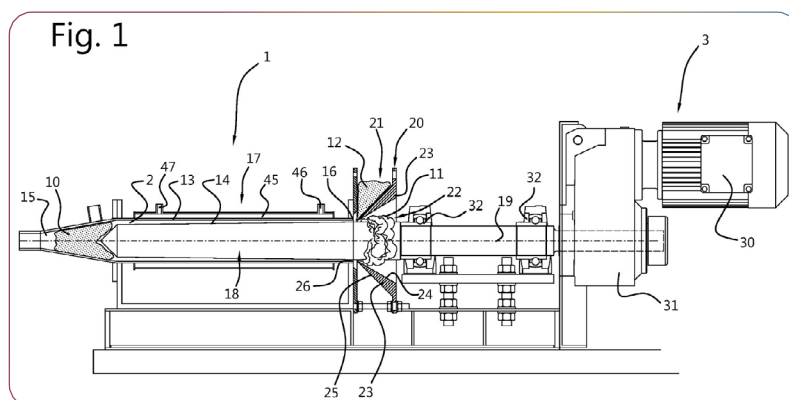


Figure 1 de la demande EP4388880 « Système et procédé pour séparer une pâte préparée à partir de farine de blé en une fraction enrichie en gluten et une fraction enrichie en amidon » déposée le 23.12.2022 par CARGILL

¹² Source : ESM, *Nestlé Launches 'Maggi Veg' Vegan Shelf-Stable Products*

¹³ Source : LSA, *Nestlé parie sur une boisson végétale inédite au pois*

¹⁴ Source : L'Echo, *Danone reprend Alpro, entre autres: un deal à 1,1 milliards*

¹⁵ Source : site officiel de Roquette, *Roquette inaugure son nouveau Centre d'Innovation dédié à l'Alimentation à Lestrem (Hauts-de-France)*

¹⁶ Source : Vegconomist, *Japan's Daiz to Expand its "Miracle Meat" Internationally Through Roquette Deal*

¹⁷ Source : Food Dive, *Cargill enters alternative fats partnership with Cubiq Foods*

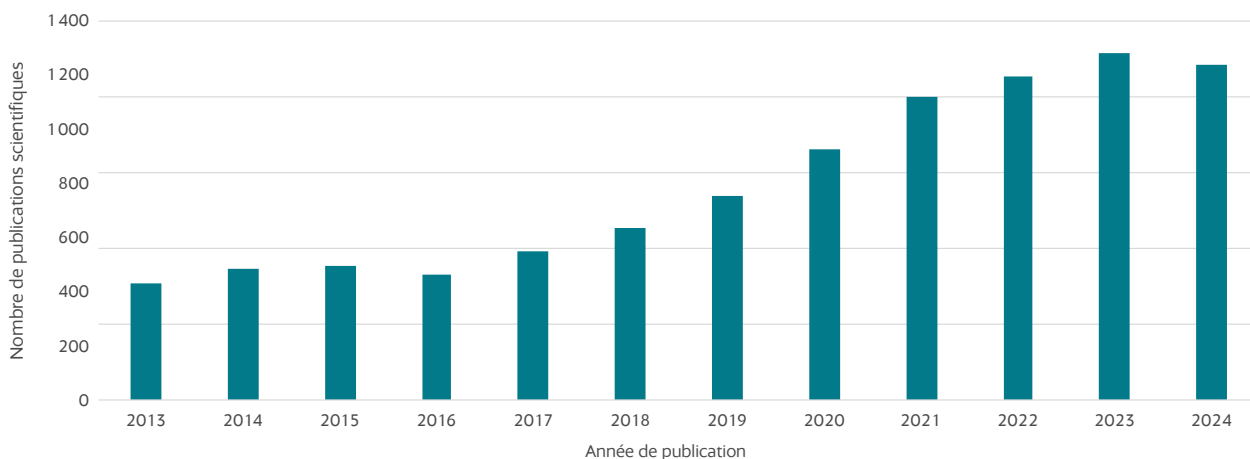
¹⁸ Source : Fraunhofer, *Plant-based meat alternatives*

1.4 INFORMATIONS RELATIVES AUX PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Entre 2013 et 2024, 16 973 publications scientifiques ont été recensées sur ce sujet. Sur l'ensemble de cette période, le nombre de publications a connu une croissance moyenne de 9% par an.

Cette croissance s'est accélérée entre 2017 et 2023, avec un taux de croissance annuel moyen atteignant 13%. Cependant, une légère baisse du nombre de publications a été observée en 2024, une première depuis 2016.

Nombre de publications scientifiques dans les protéines végétales selon l'année de publication

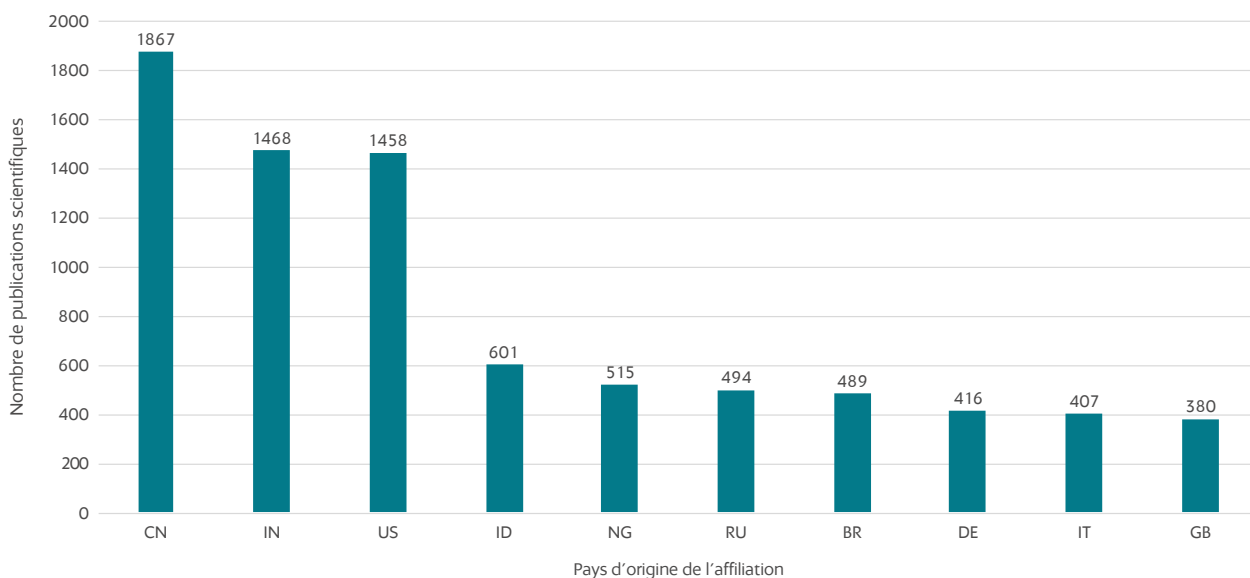


Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Les recherches sur les protéines végétales sont menées dans 157 pays différents, ce qui témoigne d'un intérêt scientifique mondial. La Chine, l'Inde et les États-Unis occupent les premières places, représentant à eux seuls environ 28 % des publications recensées. Toutefois, seuls 36 pays ont produit au moins 100 publications sur ce sujet entre 2013 et 2024.

La France se situe à la 16^e position, avec 293 publications, une place similaire à celle observée dans d'autres domaines comme les algues (16^e) ou la fermentation (17^e).

Classement des pays d'affiliation selon le nombre de publications scientifiques dans les protéines végétales (2013-2024)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

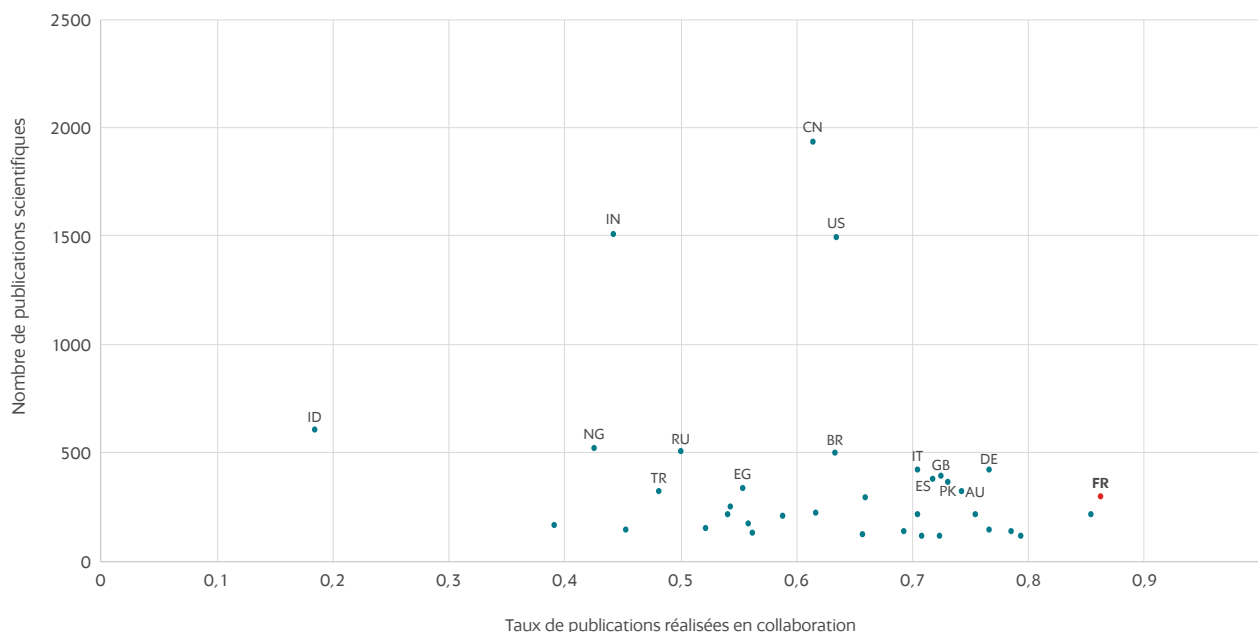
Le graphique ci-dessous présente le positionnement des pays selon deux critères :

- d'une part, le nombre de publications scientifiques associées aux institutions de chaque pays, et
- d'autre part, la proportion de ces publications réalisées en collaboration.

Cette proportion correspond au rapport entre le nombre de publications impliquant au moins deux institutions différentes et le nombre total de publications du pays.

Seuls les pays ayant publié au moins 100 articles entre 2013 et 2025 figurent sur ce graphique.

Positionnement des pays (ayant au moins 100 publications) selon le nombre de publications scientifiques et la part de ces publications réalisées en collaboration (2013-2025)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Le profil de collaboration scientifique entre pays dans le domaine des protéines végétales présente des caractéristiques proches de celles observées dans les autres domaines étudiés.

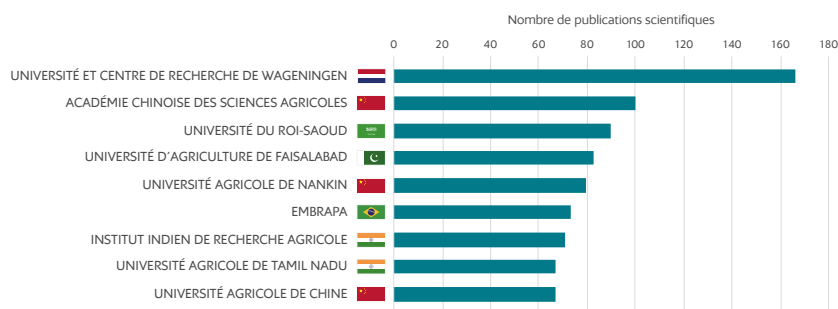
L'Inde et l'Indonésie, respectivement troisième et quatrième en nombre de publications, se distinguent par un taux de collaboration internationale particulièrement faible. Cela reflète une dynamique de recherche largement centrée sur des équipes nationales.

Les États-Unis et la Chine, qui figurent parmi les principaux contributeurs en volume de publications, affichent des taux de collaboration proches de la moyenne mondiale (près de 60 %). Toutefois ces collaborations impliquent majoritairement leurs propres insti-

tutions, avec une ouverture modérée vers des partenaires étrangers (40 % pour les États-Unis et 24 % pour la Chine).

La France se distingue par un engagement marqué dans la coopération scientifique : 86 % des publications françaises sur les protéines végétales sont réalisées en collaboration entre au moins deux institutions. Près de la moitié de ces travaux associés (45 %) impliquent des partenaires européens. Si les États-Unis restent un partenaire privilégié, avec 37 collaborations, la majorité des échanges se fait avec des pays européens, notamment l'Espagne (20 co-publications) et l'Allemagne (17 co-publications). Cette dynamique souligne l'ouverture internationale de la recherche française et l'importance des réseaux scientifiques européens dans ce domaine.

Classement des principaux organisme de recherche selon le nombre de publications scientifiques affiliées (2013- 2024)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Parmi les vingt premières institutions en nombre de publications dans le domaine, huit sont d'origine chinoise. Seules deux institutions européennes et deux américaines figurent dans ce groupe de tête.

On observe également une présence notable de pays comme l'Inde, le Pakistan, le Nigéria, l'Égypte et l'Arabie Saoudite, qui contribuent à la production scientifique dans ce secteur.

INNOVER ET PROTÉGER L'INNOVATION DANS L'ALIMENTATION VÉGÉTALE

SWAP (anciennement Umiامي) s'impose comme une pionnière française dans la production d'alternatives végétales à la viande et au poisson. Dès sa création en 2020, l'entreprise a fait le choix stratégique d'investir massivement dans la recherche et développement afin de surmonter la principale barrière du secteur : reproduire la fibre et la jutosité de la viande tout en limitant les additifs et ingrédients ultra-transformés.

Le fruit de cet effort est la technologie propriétaire baptisée « umisation » : un procédé unique de structuration des protéines végétales à basse température. Cette innovation permet d'obtenir des filets végétaux à la texture et au goût remarquablement proches de la viande ou du poisson, tout en garantissant une liste d'ingrédients très courte (sept ingrédients naturels), sans arômes artificiels, colorants ni texturants.

Le procédé d'umisation et les produits qui en résultent font l'objet d'une famille de brevets, déposés initialement en France, puis étendus via la procédure internationale PCT, avec des procédures en cours pour couvrir l'ensemble du continent européen ainsi que onze autres pays en Amérique et en Asie. Cette couverture internationale vise à sécuriser l'exploitation exclusive de la technologie sur les principaux marchés mondiaux et à préserver l'avantage compétitif de SWAP face à la concurrence croissante dans le secteur des alternatives végétales. Le brevet déposé ne se limite pas au procédé technique (structuration à basse température des protéines), mais inclut également les produits finis obtenus, renforçant ainsi la protection contre d'éventuelles copies ou détournements.

SWAP a pu bénéficier du soutien d'un écosystème français dynamique, associant établissements académiques (AgroParisTech), industriels (Air Liquide) et structures d'accompagnement à l'innovation (Agoranov). Ces collaborations ont permis à l'entreprise d'accéder à des infrastructures de pointe, de recruter des talents spécialisés et de mobiliser des financements publics et privés. Selon Tristan Maurel, la répartition de la propriété intellectuelle dans ces partenariats est aujourd'hui favorable aux start-up, ce qui encourage l'innovation et la valorisation des résultats de la recherche.

Après une phase de prototypage et de tests, SWAP a franchi un cap décisif en 2022 avec l'ouverture d'une usine à Strasbourg, dotée d'une ligne de production à grande échelle capable d'exporter en Europe de l'Ouest, aux États-Unis et au Canada. En France, les produits SWAP sont désormais commercialisés dans la grande distribution (Carrefour, Leclerc, Intermarché, Super U) ainsi qu'en restauration collective. À l'international, la marque s'est implantée à Chicago et a noué des partenariats avec des chaînes de restauration et des universités, notamment pour remplacer le poulet par son alternative végétale. Les produits sont déjà référencés dans plusieurs enseignes, telles que Popotte et Land&Monkey.

Aujourd'hui, le principal défi de SWAP consiste à accélérer la commercialisation de ses produits. La technologie, désormais éprouvée, permet à l'entreprise de se concentrer sur la montée en puissance des ventes et l'expansion vers de nouveaux marchés. L'enjeu est désormais d'amplifier la présence de SWAP, en France comme à l'international.

Propos recueillis auprès de Tristan Maurel, cofondateur et président de SWAP

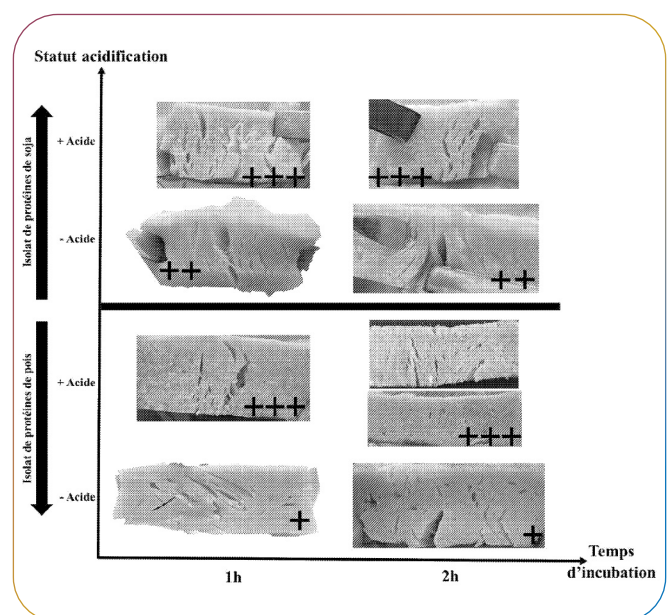


Figure 4 de la demande FR3125681 « Nouveau produit alimentaire fibreux et texture, et son procédé de production » déposée le 30.07.2021 par UMIAMI SAS (désormais SWAP)

2 - PROCÉDÉS ALIMENTAIRES ET PRODUITS ISSUS DES ALGUES

Dans le contexte actuel de transition vers des systèmes alimentaires plus durables et plus sains, l'intérêt pour les ressources émergentes ne cesse de croître. Les algues se distinguent particulièrement par leurs qualités nutritionnelles exceptionnelles : certaines espèces, comme la spiruline, peuvent contenir jusqu'à 70 % de protéines, en plus d'être riches en fibres, minéraux et vitamines. Ces caractéristiques en font des « super-aliments » de choix, capables de diversifier l'apport protéique et nutritionnel des populations. Le marché mondial des algues commerciales reflète cet engouement, avec une croissance rapide : il a dépassé 17 milliards de dollars en 2023 et pourrait franchir les 34 milliards d'ici 2032¹⁹, porté par la demande alimentaire mais aussi par des applications en agriculture, cosmétique et énergie. À l'échelle européenne, la demande en algues marines pourrait atteindre 9 milliards d'euros à l'horizon 2030, témoignant du potentiel croissant de ce secteur dans la transition alimentaire²⁰. Sur le plan environnemental, les algues présentent de nombreux atouts : leur culture absorbe le carbone, contribue à la désacidification des océans, nécessite peu d'intrants et favorise des synergies écologiques, notamment avec la pisciculture²¹.

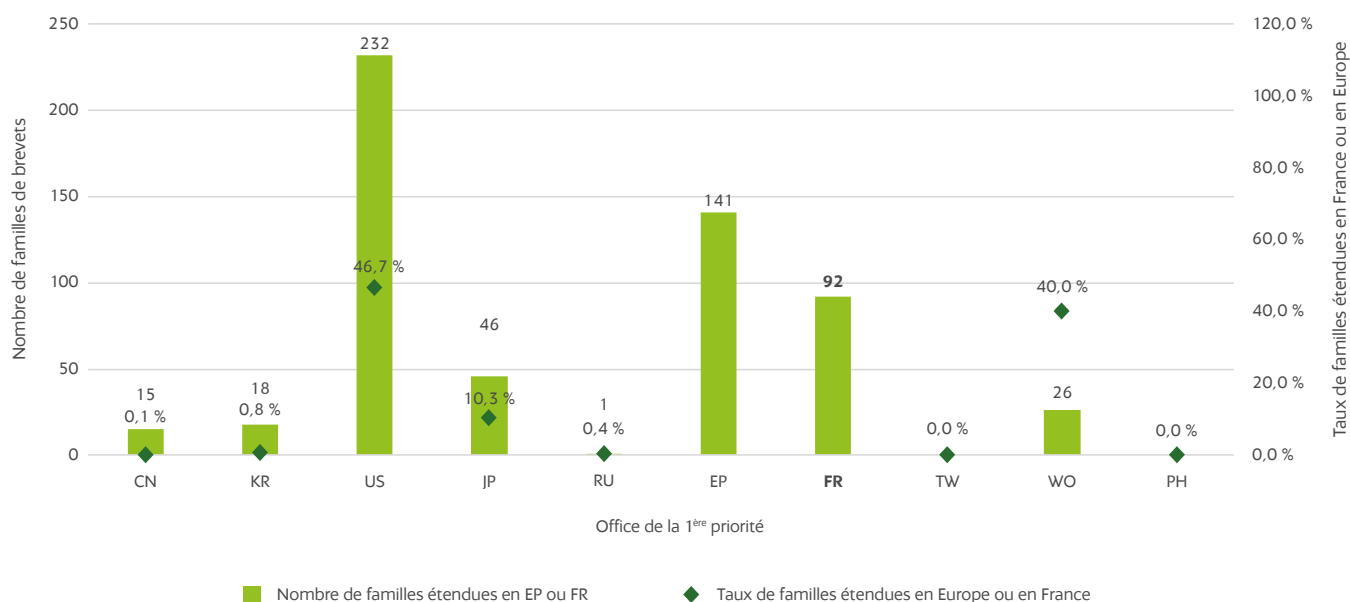
2.1 ANALYSE GÉNÉRALE EN FRANCE ET EN EUROPE

Sur la période 2013 à 2023²², le corpus étudié regroupe 699 familles de brevets dans le domaine alimentaire dérivé des algues comptant une publication en France ou à l'OEB. Cela représente 4,1 % de l'ensemble des familles de brevets déposées dans ce secteur avec un effet juridique en Europe ou en France sur la même période.

La figure ci-dessous montre le nombre de familles de brevets comportant une publication française (FR) ou européenne (EP), en fonction du pays d'origine du dépôt initial. Elle indique également la part que ces familles de brevets représentent par rapport au total des brevets déposés depuis chaque juridiction. On observe de grandes différences selon l'origine des dépôts concernant le choix d'une protection européenne. Ainsi, bien que l'Asie du Nord (Chine, Corée du Sud et Japon) soit à l'origine d'environ 93 % des familles de brevets déposées dans le domaine des algues au niveau mondial, seule une petite partie de ces familles sont étendues à l'Europe (respectivement 15, 18 et 46 familles pour la Chine, la Corée du Sud et le Japon).

À l'inverse, les brevets déposés en priorité aux États-Unis sont beaucoup plus souvent étendus à l'Europe : près d'un brevet sur deux d'origine américaine fait l'objet d'une extension européenne (46,7 %).

Office de priorité des familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les algues (2013-2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

¹⁹ Source : Fortune Business Insights, *Taille du marché des algues commerciales, mise à jour 14 avril 2025*

²⁰ Source : Commission Européenne, *La Commission propose des actions en vue de tirer pleinement parti des possibilités qu'offrent les algues en Europe...*, novembre 2022

²¹ Source : Reporterre, *La culture d'algues suscite l'enthousiasme des écologistes... et de l'industrie*

²² L'analyse se base sur l'année de dépôt de la priorité la plus ancienne dans chaque famille de brevets.

La figure ci-dessous illustre l'évolution du nombre de familles de brevets liés aux algues déposées en vue d'une protection en France ou sur le territoire du brevet européen (EP). Depuis 2014, on observe une tendance générale à la hausse de ces dépôts, avec un taux de croissance annuel moyen de 5 % entre 2013 et 2021.

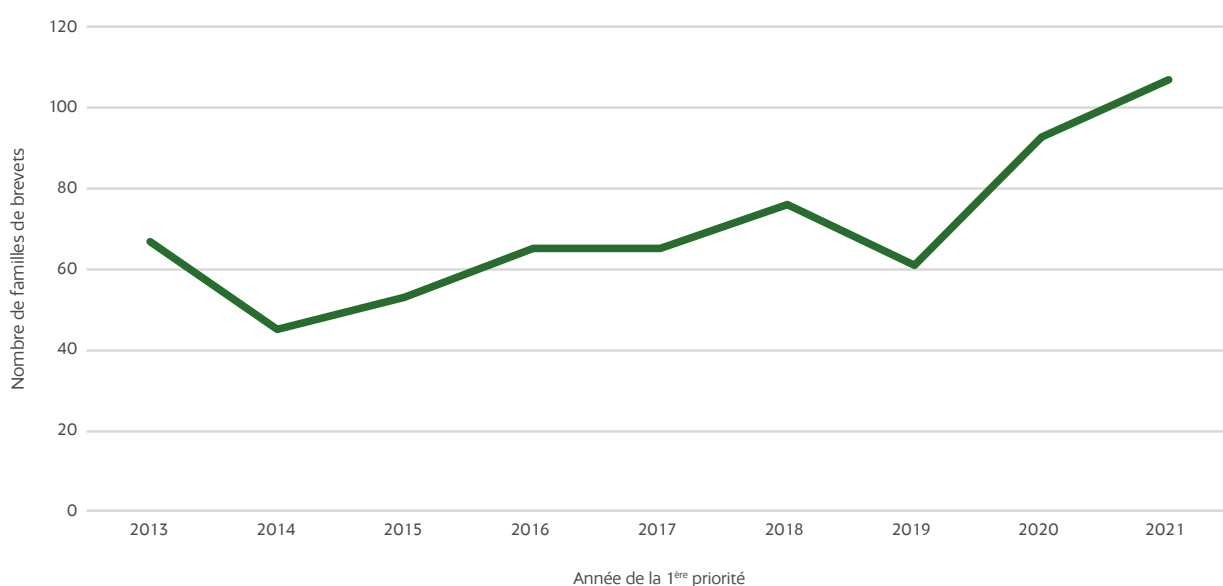
Le nombre de familles de brevets visant une protection sur le territoire européen ou français en 2021 est 2,4 fois supérieur au même volume enregistré en 2014.

À titre de comparaison, le taux de croissance annuel moyen (TCAM) pour l'ensemble des familles de brevets de ce domaine sur

la période 2013-2021 est de -12 %. Cependant, ce chiffre global masque d'importantes différences entre les pays en matière de dynamique de dépôt. La forte baisse observée à l'échelle mondiale s'explique en grande partie par la diminution des dépôts chinois depuis 2016. Comme la Chine représente à elle seule 77 % des brevets déposés dans ce domaine, la baisse de son activité a un impact majeur sur la tendance générale.

À la date de notre analyse, 93 % des familles de brevets examinées désignant la France ou l'Europe sont en vigueur : 56 % correspondent à des brevets délivrés, tandis que 37 % sont des demandes en cours d'examen.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les algues



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

2.2 SEGMENTATION DES INVENTIONS DANS LE DOMAINE

Dans le cadre de l'innovation agroalimentaire dérivée de algues, la chaîne de valeur peut être décomposée en trois grandes étapes : les matières premières, la transformation et les produits finaux. Chaque segment de cette chaîne a fait l'objet d'une sous-requête spécifique, réalisée au sein du corpus à l'aide de requêtes booléennes (voir section annexes). Il est important de noter qu'une même famille de brevets peut être associée à plusieurs segments de la chaîne, en fonction de la portée de l'invention décrite.

Sur l'ensemble de la période observée, on constate une baisse des dépôts de brevets au niveau mondial dans les trois segments de la chaîne de valeur des algues depuis 2016, principalement en raison du recul des dépôts chinois à partir de cette date. Cependant, la situation est plus nuancée pour les brevets français et européens : certains segments de la chaîne de valeur des algues font l'objet d'un maintien, voire d'une progression des dépôts.

Matières premières

Parmi notre corpus d'étude, 51% des familles ayant un effet juridique sur le territoire européen ou français mentionnent les matières premières utilisées.

Dans la segmentation retenue, les brevets qui mentionnent explicitement le choix des matières premières portent sur :

- ▶ le type d'algues utilisées (macro-algues ou micro-algues),
- ▶ les algues génétiquement modifiées,
- ▶ de nouvelles variétés végétales,
- ▶ ou encore les aspects liés à la croissance, au milieu de culture ou à la récolte des algues.

Ainsi la moitié des brevets analysés apporte des informations sur la nature des matières premières, qu'il s'agisse du type d'algue ou des procédés associés à leur production et leur utilisation.



Les **macro-algues** sont des algues multicellulaires visibles à l'œil nu ; on les retrouve dans divers milieux aquatiques (marins et en eau douce). On dénombre plus de 25 000 espèces, qui arborent des formes et des tailles diverses. Selon leur pigmentation, elles sont classées en trois catégories : brunes, rouges ou vertes. Au-delà de leur rôle prépondérant au sein des écosystèmes aquatiques, les macro-algues suscitent aujourd'hui un fort intérêt scientifique en raison de leurs potentielles applications industrielles (alimentation, santé, biocarburants, etc.).

Sous leur forme brute, les macro-algues sont traditionnellement consommées dans les pays asiatiques (Chine, Japon, Corée du Sud). En revanche, dans les pays européens et en Amérique du Nord, elles sont davantage utilisées sous forme d'additifs alimentaires et d'édulcorants. Toutefois, on observe depuis quelques années un engouement croissant pour l'intégration des macro-algues dans les régimes alimentaires européens¹.

En plus de leur composition nutritionnelle, qui présente des bénéfices importants pour la santé humaine, la culture et la production des algues s'intègrent parfaitement dans la transition vers une alimentation décarbonée. En effet, les algues possèdent une croissance rapide, ne requièrent pas l'utilisation de sols et n'ont pas besoin d'eau douce, ce qui contribue significativement à réduire l'empreinte écologique de cet aliment.

Si la production se concentre actuellement dans les pays asiatiques (en 2021, 96 % de la production d'algues provenait d'Asie) la France avec une production d'environ

90 000 tonnes par an se positionne deuxième pays producteur en Europe après la Norvège².

Les **micro-algues** et les **cyanobactéries**, aussi connues sous le nom de phytoplancton, sont des algues et bactéries de tailles micrométriques

À l'instar des macro-algues, la culture des micro-algues ne nécessite que peu de surface terrestre et une faible consommation d'eau douce. En raison de leur composition simple (pas de racines, de feuilles ni de tige dont la croissance requiert beaucoup d'énergie), les micro-algues croissent très rapidement en une biomasse riche en nutriments. Elles peuvent produire de 4 à 15 tonnes de protéines par hectare et par an, contre 0,6 à 1,2 tonne pour le soja³.

La culture des micro-algues peut s'effectuer dans des systèmes ouverts ou clos, tels que des photobioréacteurs. La culture industrielle des micro-algues n'en est encore qu'à ses débuts et de nombreux défis restent à relever pour rendre cette production commercialement viable.

À l'inverse des macro-algues, qui peuvent être consommées sous leur forme naturelle, les micro-algues sont avant tout utilisées comme compléments alimentaires pour enrichir des produits avec des nutriments tels que des protéines.

En France, trois micro-algues étaient listées en 2020 comme pouvant être utilisées comme aliments, et trois espèces supplémentaires pourraient être utilisées comme compléments alimentaires⁴.

¹ FranceAgriMer, Évaluation et suivi de la contribution sociale et économique de la filière des Macroalgues, édition avril 2024

² IDEALG, Les chiffres clés

³ The European Food Information Council Microalgues (EUFIC), Microalgues : qu'est-ce que c'est et comment les cultiver et les utiliser

⁴ Synthèse CEVA 2024, Macroalgues et microalgues alimentaires - Statut réglementaire en France et en Europe

Des disparités notables apparaissent entre les thématiques de dépôt de brevets à l'échelle mondiale et celles des brevets ayant un effet juridique en France ou en Europe.

Au niveau mondial, sur cette période, on dénombre 12 187 brevets évoquant le type d'algues utilisé dans l'alimentation. Plus de 85 % des brevets du corpus visent des macro-algues contre 15 % concernant les micro-algues. On note 3 % des inventions brevetées qui mentionnent les deux types.

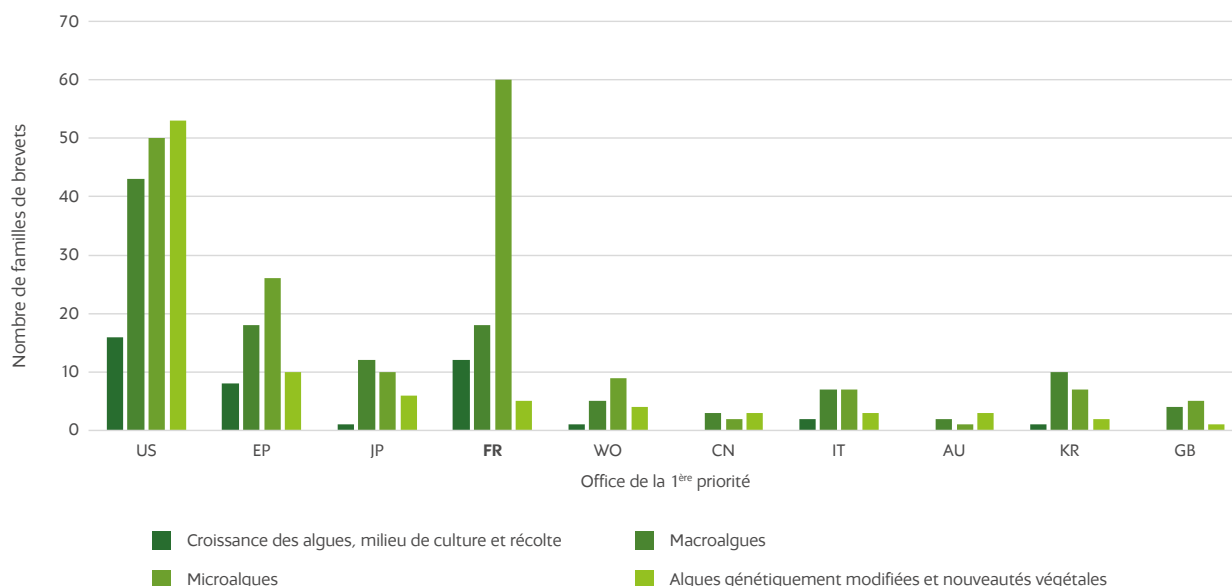
Cette tendance s'inverse cependant lorsqu'on examine les brevets visant spécifiquement le territoire européen ou français : les brevets mentionnant les micro-algues y sont 1,3 fois plus nombreux que ceux relatifs aux macro-algues. Ce phénomène s'explique en partie par le fort positionnement de la France dans le secteur des micro-algues. Avec 60 familles de brevets déposées en priorité auprès de l'office français, la France se classe au 4^e rang mondial et occupe la première place en termes de dépôts de familles ayant un effet juridique en France ou en Europe.

Sur une période de dix ans, on recense à l'échelle mondiale environ 323 dépôts de brevets liés aux algues génétiquement modifiées et 303 sur les procédés liés à leur milieu de culture, de croissance ou de récolte des algues. Ces volumes sont bien plus faibles : environ 34 fois inférieurs à ceux des brevets sur les macro-algues, et 6 fois inférieurs à ceux sur les micro-algues.

Néanmoins, les brevets sur ces technologies spécifiques (algues génétiquement modifiées et procédés de culture) sont proportionnellement mieux représentés en France ou en Europe. En effet, 28 % des familles de brevets sur les algues génétiquement modifiées et 16 % de celles sur la culture, la croissance et la récolte ont au moins une publication en Europe ou en France, contre seulement 11 % pour les brevets sur les micro-algues et 1 % pour ceux sur les macro-algues.

Si les macro-algues dominent largement les dépôts de brevets à l'échelle mondiale, la France et l'Europe se distinguent par un intérêt et une expertise particulière pour les micro-algues et les technologies pour la culture des algues, qui y sont davantage protégées par brevet.

Familles de brevets comptant une publication FR ou EP, relatives aux matières premières, selon l'office d'origine de la priorité (2013-2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Transformation

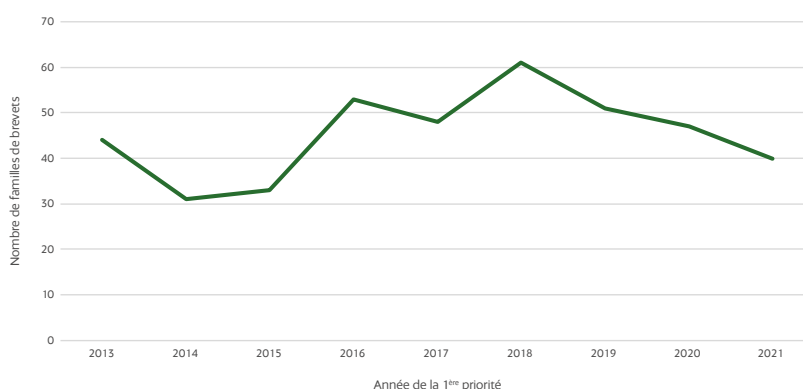
Sur les 699 familles du corpus brevets ayant une protection en France ou en Europe, 84 mentionnent un procédé industriel d'extraction (voir encadré pages 27).

Le graphique ci-contre montre l'évolution du nombre de familles de brevets publiés à l'OEB ou à l'INPI portant sur des procédés industriels d'extraction.

La dynamique des dépôts de brevet dans ce domaine reste globalement stable en France et auprès de l'office européen sur la période étudiée. On observe une première phase de croissance entre 2013 et 2018 (taux annuel moyen de 6 %), suivie d'une diminution entre 2018 et 2021 (taux annuel moyen de -10 %), avant un possible regain d'activité à partir de 2021.

Les offices américain et français restent les principaux points de départ (« offices de priorité ») pour les familles de brevets actives en Europe ou en France. La France est le pays qui, par rapport à son volume total de brevets, consacre la plus grande part de ses brevets à la protection des

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP relatives aux procédés industriels d'extraction dans les algues



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

procédés industriels d'extraction, aussi bien à l'échelle mondiale qu'au sein des brevets désignant l'Europe ou la France.

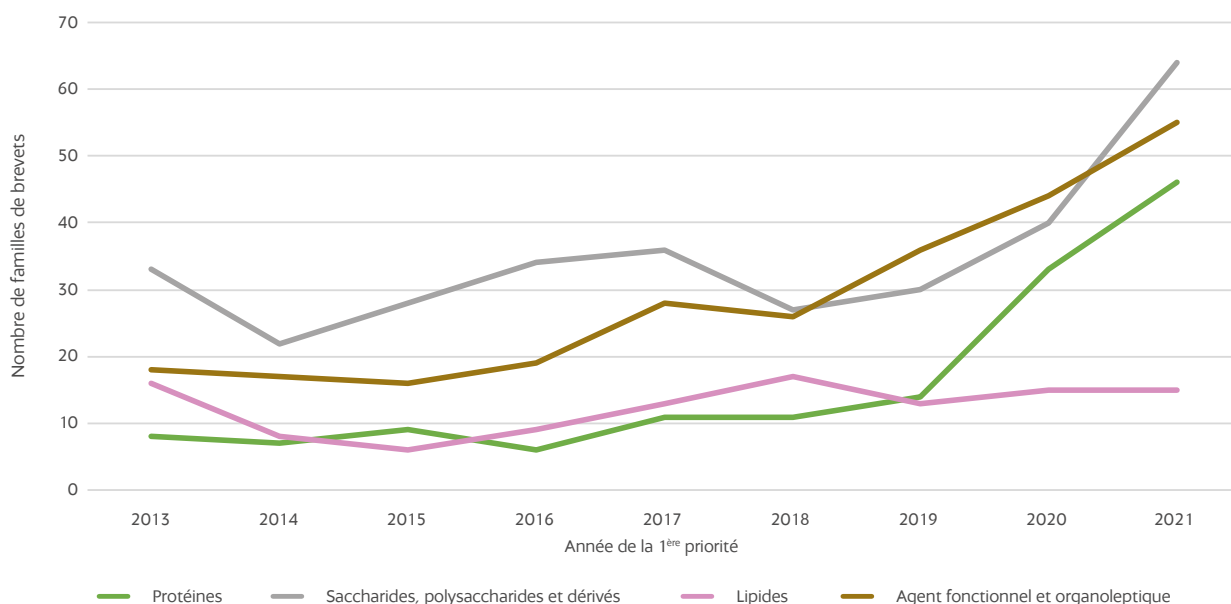
Par ailleurs, les dépôts effectués auprès des offices américain, français et européen concentrent à eux seuls trois quarts des brevets portant sur les procédés industriels d'extraction. Cela signifie que, à l'exception des brevets déposés en priorité aux États-Unis, la plupart des familles de brevets dans ce domaine restent limitées à leur pays d'origine et sont peu souvent étendues à d'autres juridictions.

Produits issus de plantes

Dans notre corpus, 75 % des brevets font référence à un produit fabriqué à partir d'algues. Ce chiffre est de 17 points plus élevé que la moyenne mondiale des brevets sur les algues. Parmi les trois étapes de la chaîne de valeur (matières premières, transformation, produits), ce sont les brevets portant sur les produits issus des algues qui connaissent la plus forte croissance entre 2017 et 2021, avec une augmentation moyenne de 11 % par an.

La figure ci-dessous montre l'évolution du nombre de brevets ayant un effet juridique en France ou en Europe selon le type de produits alimentaires obtenus à partir des algues. Parmi ces produits, on trouve notamment les agents fonctionnels et organoleptiques, qui sont mentionnés dans 40 % des brevets de notre corpus. Ce segment connaît une croissance très rapide, avec un taux moyen de 93 % d'augmentation par an entre 2017 et 2021.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP relatives aux produits issus des algues



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Les autres produits issus des algues sont des nutriments extraits, comme les protéines, les lipides et surtout les saccharides et leurs dérivés. Les saccharides (des sucres complexes utilisés, par exemple, comme gélifiants) sont les nutriments les plus souvent cités dans notre corpus : près d'un brevet sur deux y fait référence. Cette tendance se retrouve aussi au niveau mondial, où environ 40 % des brevets sur les algues concernent les saccharides et leurs dérivés entre 2013 et 2023.

Le grand nombre de brevets sur ces composés peut notamment s'expliquer par leur utilisation ancienne et répandue dans l'industrie agroalimentaire. Des substances comme l'alginate, l'agar-agar ou les carraghénanes, extraites des algues, servent depuis longtemps d'additifs alimentaires grâce à leurs propriétés gélifiantes ou d'édulcorants.

Bien que le nombre de brevets portant sur les protéines et les lipides soit plus faible que pour d'autres composés, ces brevets sont beaucoup plus souvent protégés en Europe et en France. Par exemple, près de 40 % des brevets déposés entre 2013 et 2023 sur les protéines sont également protégés sur le territoire européen ou français, et c'est le cas pour 27 % des brevets concernant les lipides.

De plus, les brevets publiés en Europe ou en France et mentionnant les protéines et/ou les saccharides (et leurs dérivés) connaissent une forte croissance au cours des trois dernières années.

On constate un phénomène analogue à celui observé dans les autres sous-segments : la Chine et la Corée du Sud déposent le plus grand nombre de brevets sur ces thématiques à l'échelle mondiale, mais étendent très rarement la protection de leurs inventions à l'Europe ou à la France. À l'inverse, les États-Unis procèdent à une extension européenne dans 77 % des cas pour ce type de brevets. Ce contraste s'explique en partie par des différences culturelles et économiques : en Chine, en Corée du Sud et au Japon, la consommation d'algues est profondément ancrée dans les habitudes alimentaires et constitue un marché domestique majeur, limitant certainement l'intérêt de protéger ces innovations à l'étranger.

Parmi les brevets ayant un effet en Europe ou en France, la France est le premier pays européen, derrière les États-Unis et l'Office européen des brevets, avec une forte spécialisation sur les protéines, les saccharides et leurs dérivés.

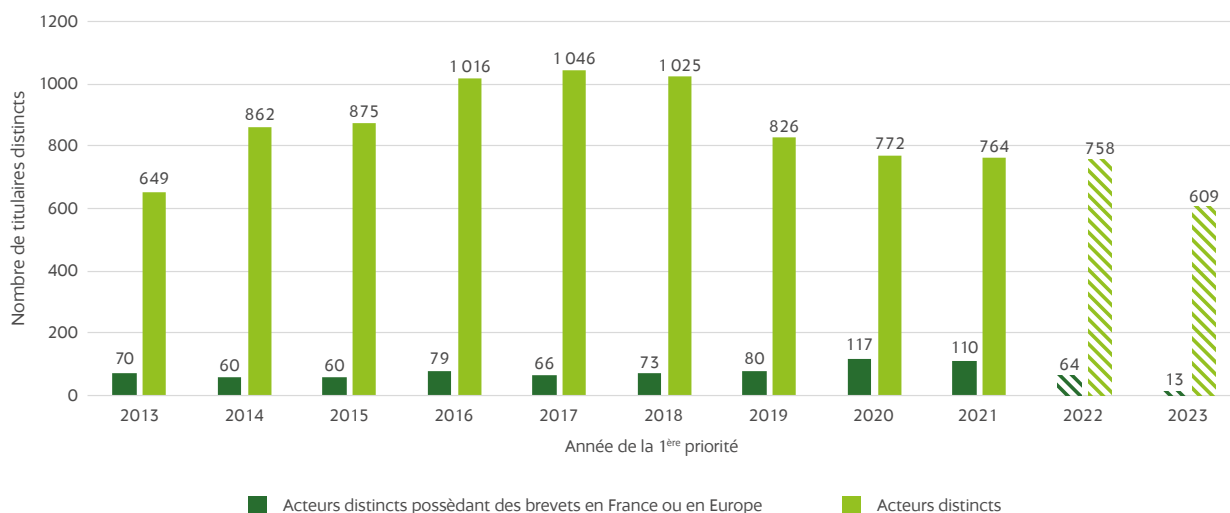
2.3 INFORMATIONS RELATIVES AUX DÉPOSANTS

Entre 2013 et 2024, près de 6 500 entités – entreprises, groupes ou organismes de recherche – ont déposé des brevets liés aux technologies des algues dans le monde, directement ou par l’intermédiaire de leurs filiales. Sur cette période, environ 570 de ces entités ont protégé des inventions en France ou en Europe, dont près de 8 % sont d’origine française.

Le graphique ci-dessous illustre la croissance du nombre de déposants. Depuis 2017, toutes familles de brevets confondues, le nombre de déposants unique par an diminue. Cette baisse s’accompagne également d’une diminution du nombre total de brevets déposés depuis 2016.

À l’inverse de cette tendance mondiale, le nombre de déposants qui détiennent au moins un brevet protégé en Europe ou en France a augmenté de 76 % entre 2017 et 2021.

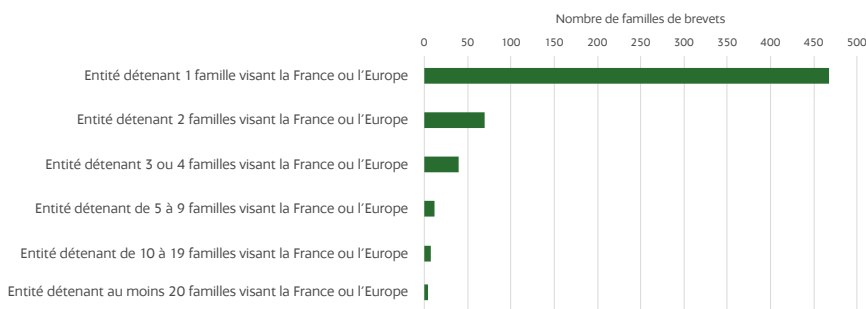
Nombre de titulaires de familles de brevets dans les algues, dans le monde et pour les familles comptant une publication FR ou EP



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

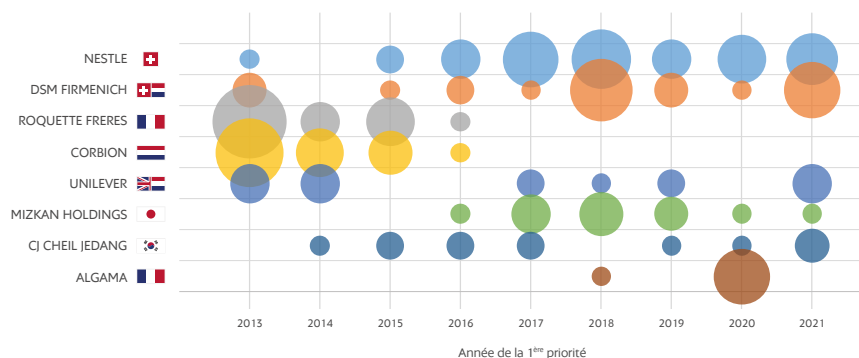
L’analyse des déposants révèle que 78,3 % d’entre eux ne possèdent qu’une seule famille de brevets protégée en France ou en Europe. Seuls 23 déposants (soit 3,8 % du total) disposent d’un portefeuille comprenant au moins 5 familles de brevets. Pourtant, ces 23 déposants concentrent environ 42 % de l’ensemble des brevets ayant un effet juridique en France ou en Europe. Parmi eux, la majorité sont européens (12), suivis de groupes nord-américains (9), souvent via leurs filiales européennes, et de deux acteurs asiatiques.

Répartition des déposants selon le nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP (2013-2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Évolution des portefeuilles des principaux déposants de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les algues



L’analyse des dépôts de brevets montre des différences de stratégie entre les principaux acteurs. Certains déposants, comme Nestlé, DSM-Firmenich ou CJ Cheil Jedang, maintiennent un effort régulier de dépôt tout au long de la période étudiée. D’autres, en revanche, ont une activité plus ponctuelle. C’est particulièrement le cas pour les groupes Roquette Frères et Corbion, dont la grande majorité des brevets ont été déposés entre 2013 et 2016.

Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Les huit premiers déposants de brevets détiennent au moins 9 familles de brevets visant le territoire français ou européen sur la période 2013-20. Ce sont toutes des entreprises du secteur agroalimentaire, mais leur positionnement varie selon leur rôle dans la chaîne de valeur.

D'un côté, on retrouve de grandes entreprises européennes telles que Nestlé (Suisse) et Unilever (Royaume-Uni/Pays-Bas). Ces multinationales sont principalement connues pour leurs marques de produits alimentaires vendus directement aux consommateurs.

Deux entreprises asiatiques, CJ Cheil Jedang (Corée du Sud) et Mizkan Holdings (Japon), figurent également parmi les principaux déposants. Elles sont également tournées vers la vente de pro-

duits alimentaires au grand public, avec une spécialisation dans les produits asiatiques. CJ Cheil Jedang se distingue en développant également des biotechnologies pour produire des enzymes et des acides aminés.

À l'inverse, d'autres entreprises interviennent en amont, en tant que fournisseurs d'ingrédients pour l'industrie agroalimentaire. C'est le cas de DSM-Firmenich (Suisse/Pays-Bas), Roquette Frères (France) et Corbion (Pays-Bas). DSM-Firmenich est spécialisée dans les ingrédients fonctionnels comme les arômes et parfums. Roquette Frères transforme des matières végétales, dont les micro-algues, pour produire des protéines et de l'amidon. Corbion est spécialisée dans la production d'acide lactique, les ingrédients à base d'algues et les solutions issues de la fermentation.



FOCUS SUR TROIS ENTREPRISES SPÉCIALISÉES :

Roquette Frères, fondée en 1933 à Lestrem, dans le Pas-de-Calais, et s'est d'abord spécialisée dans la transformation de l'amidon à partir de céréales. Dès les années 1950, elle se diversifie dans la chimie du végétal, la nutrition spécialisée et les applications pharmaceutiques. Dans les années 2000, elle investit dans les protéines végétales et les micro-algues, acquérant une start-up allemande en 2008. En 2014, elle inaugure à Lestrem une unité industrielle dédiée aux micro-algues, l'une des plus importantes au monde avec une capacité de 5 000 tonnes par an. Elle y produit notamment des ingrédients à base de *Chlorella*. Aujourd'hui, Roquette est un acteur mondial de référence dans les ingrédients végétaux, présent dans plus de 100 pays.

Solazyme, fondée en 2003 en Californie, était spécialisée dans la production de microalgues à des fins variées (bio-carburants, alimentation, cosmétique). Introduite en bourse

en 2011, elle crée en 2013 une coentreprise avec Roquette Frères, **Solazyme Roquette Nutritionals**, pour développer des ingrédients alimentaires à base d'algues. Cette coentreprise est dissoute la même année. En 2016, Solazyme devient TerraVia Holdings, mais dépose le bilan en 2017. Ses actifs sont repris par Corbion.

Corbion, fondée en 1919 sous le nom de Centrale Suiker Maatschappij (CSM) est une entreprise néerlandaise initialement spécialisée dans le sucre. Elle se diversifie au fil du temps vers les acides organiques et les solutions bio-sourcées. En 2013, elle devient Corbion, recentrant ses activités sur les ingrédients durables. En 2017, elle rachète TerraVia et renforce son expertise dans les microalgues. En 2019, Corbion s'associe à **Nestlé** pour développer des ingrédients issus de microalgues destinés aux produits végétaux, partenariat renforcé en 2022. Aujourd'hui, Corbion est active dans plus de 100 pays dans les domaines de la nutrition, de la santé et de la chimie verte.

Près d'un quart (24 %) des brevets sur les aliments à base d'algues déposés en France ou en Europe proviennent des huit principaux acteurs, dont aucun n'est américain. Pourtant, un tiers de l'ensemble des brevets ayant un effet en France ou en Europe revendique une priorité américaine. Cela signifie qu'il existe de nombreux déposants américains, mais qu'ils déposent chacun relativement peu de brevets sur le marché européen ou français. Le premier déposant nord-américain, Cargill, n'arrive qu'en dixième position, avec 11 familles de brevets déposées entre 2013 et 2023.

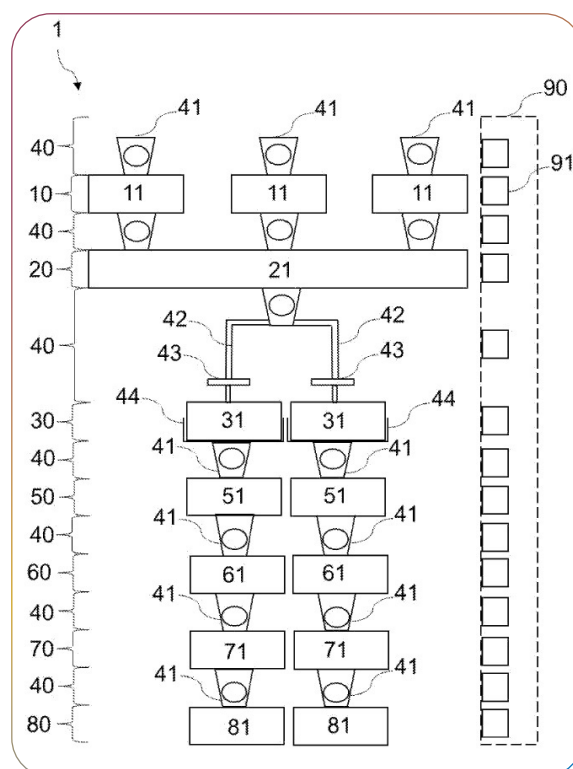
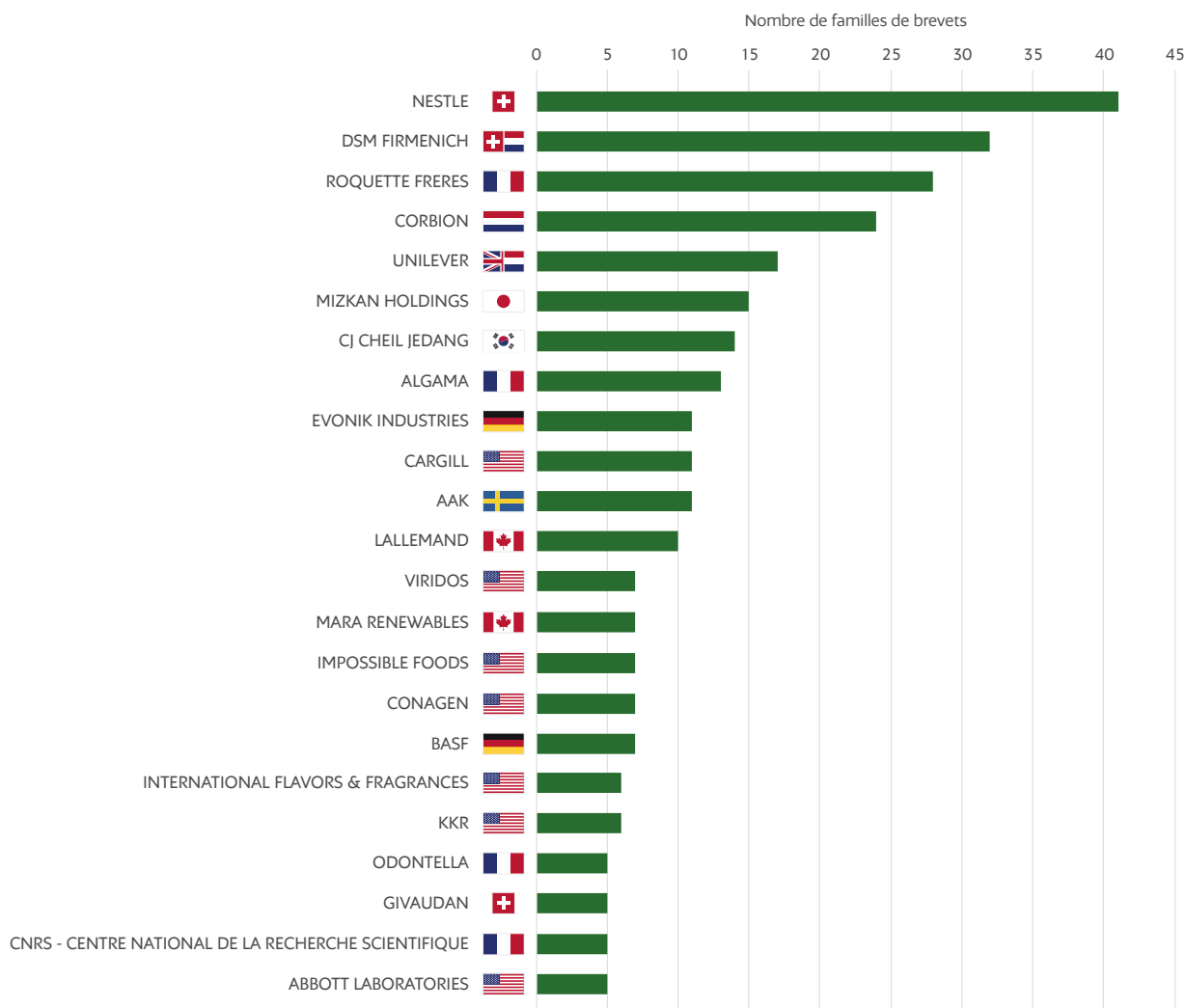


Figure 1 du brevet FR3138760
« Système et unité de production d'un substitut à un produit de la mer »
déposée le 26.07.2022 par ODONTELLA

Classement des principaux déposants en nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans les algues (2013 - 2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Le graphique ci-dessus met en évidence la diversité des principaux déposants de brevets ayant un effet juridique en Europe ou en France. On y retrouve :

- ▶ De grands groupes agroalimentaires internationaux, tels que Nestlé, Unilever, Roquette Frères, Cargill ou AAK.
- ▶ Des multinationales de la chimie, comme DSM Firmenich, BASF, Evonik Industries ou Corbion.
- ▶ Des entreprises de biotechnologie innovantes, à l'image de Viridos, Mara Renewables ou Conagen.
- ▶ Des start-up spécialisées dans la « *food science* », comme les françaises Algama ou Odontella, ou encore l'américaine Impossible Foods.
- ▶ Enfin, le CNRS, unique organisme public de recherche représenté dans ce classement.

Ces entreprises entretiennent des relations multiples, mêlant concurrence et coopération. Certaines entreprises de ce secteur sont en concurrence directe, car elles occupent des positions similaires sur le marché, comme c'est le cas de Nestlé et Unilever, toutes deux spécialisées dans la production et la distribution de produits alimentaires grand public. D'autres, en raison de leurs différences de taille de capacités industrielles ou d'expertise technologique, choisissent de collaborer. Par exemple, en 2019, Corbion s'est associé à Nestlé pour développer de nouveaux ingrédients à base de micro-algues. Cette collaboration combine le savoir-faire de Corbion en fermentation et valorisation des micro-algues avec les capacités de production de Nestlé, afin d'intégrer ces ingrédients innovants dans des produits végétaux.

Enfin, il existe aussi des liens financiers entre grands groupes et jeunes entreprises innovantes, illustrant le soutien à l'innovation : par exemple, CJ Cheil Jedang, un acteur majeur de l'agroalimentaire, a investi dans la start-up Provectus Algae.



LA DÉCISION DE JUSTICE OPPOSANT DSM-FIRMENICH À MARA RENEWABLES CORPORATION ET SA FILIALE BRITANNIQUE ALGAL OMEGA-3 LTD (« MARA/AO3 ») A ÉTÉ RENDUE LE 20 MARS 2025 PAR LA HAUTE COUR DE JUSTICE DU ROYAUME-UNI.

Ce litige portait sur la protection d'une technologie développée par DSM-firmenich pour la production de lipides nutritionnels riches en acide docosahexaénoïque (DHA) oméga-3, dérivés d'algues. Le tribunal a reconnu que Mara Renewables Corporation et sa filiale britannique Algal Omega-3 Ltd (« Mara/AO3 ») avaient utilisé, sans autorisation depuis 2017, ce procédé protégé par le brevet européen EP 2 576 801 (déposé sous priorité américaine en juin 2010), constituant ainsi une contrefaçon¹.

Cette décision permet à DSM-firmenich de conserver l'exclusivité sur sa technologie et de poursuivre la valorisation de ses innovations dans le domaine des ingrédients nutritionnels issus des algues. L'entreprise a indiqué vouloir obtenir réparation pour les préjudices subis et renforcer la défense de ses droits de propriété intellectuelle, soulignant que le respect des brevets est essentiel pour encourager l'innovation et garantir la qualité des produits proposés sur le marché².

Plus largement, l'issue favorable à DSM-firmenich souligne l'importance des outils de propriété industrielle dans la valorisation et la sécurisation des avancées scientifiques. Dans des secteurs innovants et dynamiques, la capacité à défendre ses actifs immatériels s'avère souvent déterminante pour soutenir l'effort d'innovation et encourager les investissements, souvent conséquents, engagés en recherche et développement pour mettre au point des solutions différenciées. La reconnaissance des droits de brevet dans ce dossier montre ainsi comment la propriété intellectuelle peut contribuer à la pérennité et au développement des entreprises, tout en favorisant un environnement propice à la recherche et à la création de valeur ajoutée.

¹ Décision de justice : *DSM IP Assets B.V. v (1) Algal Omega 3 Limited et (2) Mara Renewables Corporation* [2025] EWHC 675 (Pat), 20 mars 2025

² Communiqués de presse et articles : *dsm-firmenich* (20 mars 2025), *FoodBev* (21 mars 2025), *Nutraceutical Business Review* (janvier 2024)

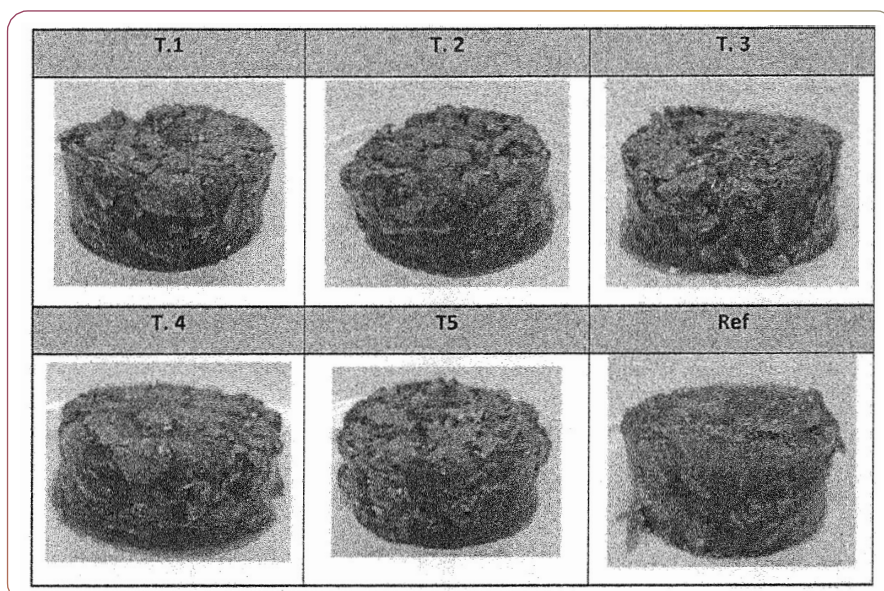


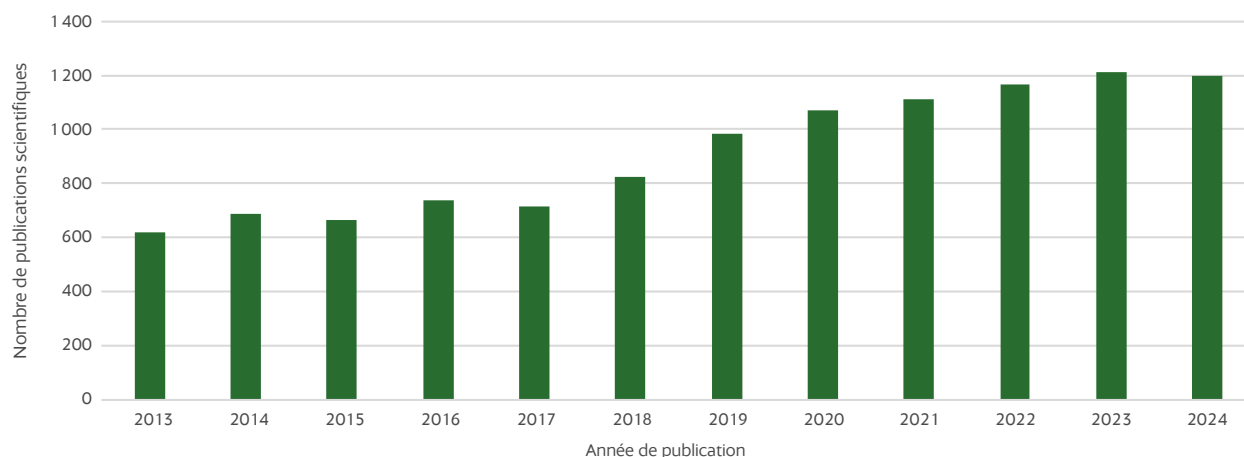
Figure 1 du brevet EP3908124 « Système d'hydrocolloïdes, procédé de préparation associé et composition d'aliments pour animaux le contenant » déposé le 19.02.2020 par Société des Produits Nestlé

2.4 INFORMATIONS RELATIVES AUX PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Entre 2013 et 2024, 10 982 publications scientifiques ont été recensées dans le monde sur le thème des algues dans l'alimentation. Sur l'ensemble de cette période, la recherche dans ce domaine a progressé régulièrement, avec en moyenne 6 % de pu-

blications en plus chaque année. De 2013 à 2017, le rythme de croissance était plus modéré, autour de 3 % par an, ce qui montre une certaine stabilité. Mais à partir de 2017, l'intérêt pour le sujet s'est accéléré : le nombre de nouvelles publications a alors augmenté plus rapidement, avec un taux de croissance annuel supérieur de 2 points à la moyenne globale.

Nombre de publications scientifiques dans les algues selon l'année de publication

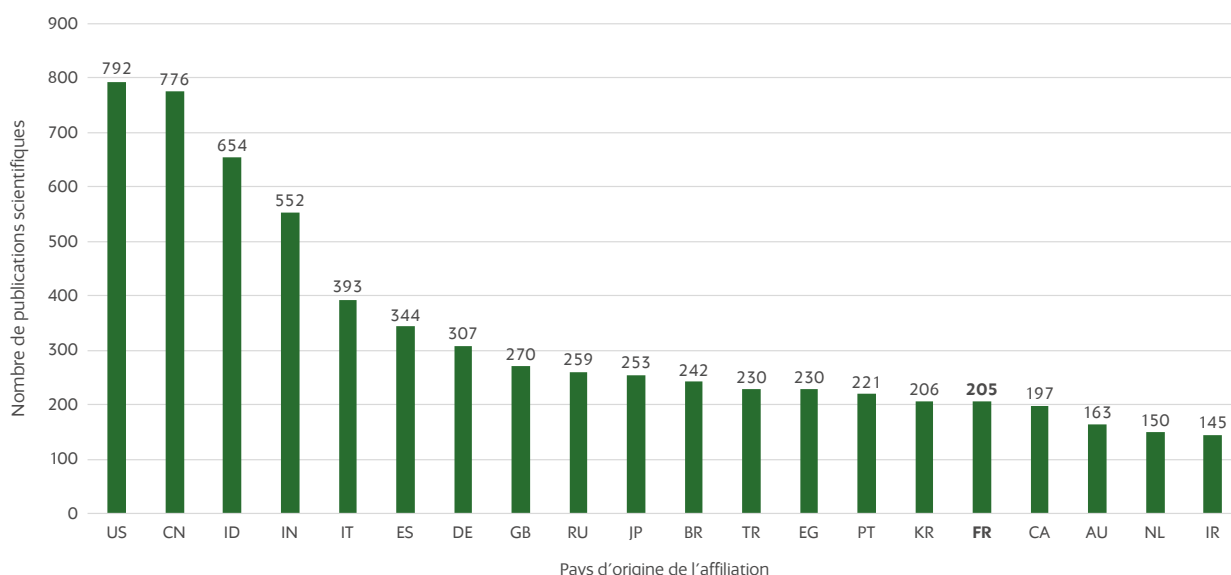


Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Sur la période d'étude de 2013 à 2024, les publications scientifiques consacrées aux algues dans l'alimentation affichent une diversité remarquable, avec des auteurs affiliés à des institutions

de 157 pays différents. Le graphique ci-dessous présente le classement des pays selon le nombre de publications scientifiques associées à leurs institutions.

Classement des pays d'affiliation selon le nombre de publications scientifiques dans les algues (2013-2024)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Ce panorama confirme que les algues suscitent un intérêt de recherche à l'échelle mondiale : parmi les 20 nations les plus actives, les cinq continents sont représentés. L'Asie et l'Europe (Russie incluse) se distinguent particulièrement, avec chacune sept pays parmi les 20 premiers, faisant de ces deux continents les deux plus représentés dans ce domaine.

Les pays des Amériques, à savoir les États-Unis, le Canada et le Brésil, totalisent à eux seuls 1 699 publications scientifiques, soit environ 15 % du volume total des travaux consacrés aux algues sur la période 2013-2024. Ce dynamisme scientifique témoigne de l'ampleur et de la répartition géographique de la recherche sur les algues.

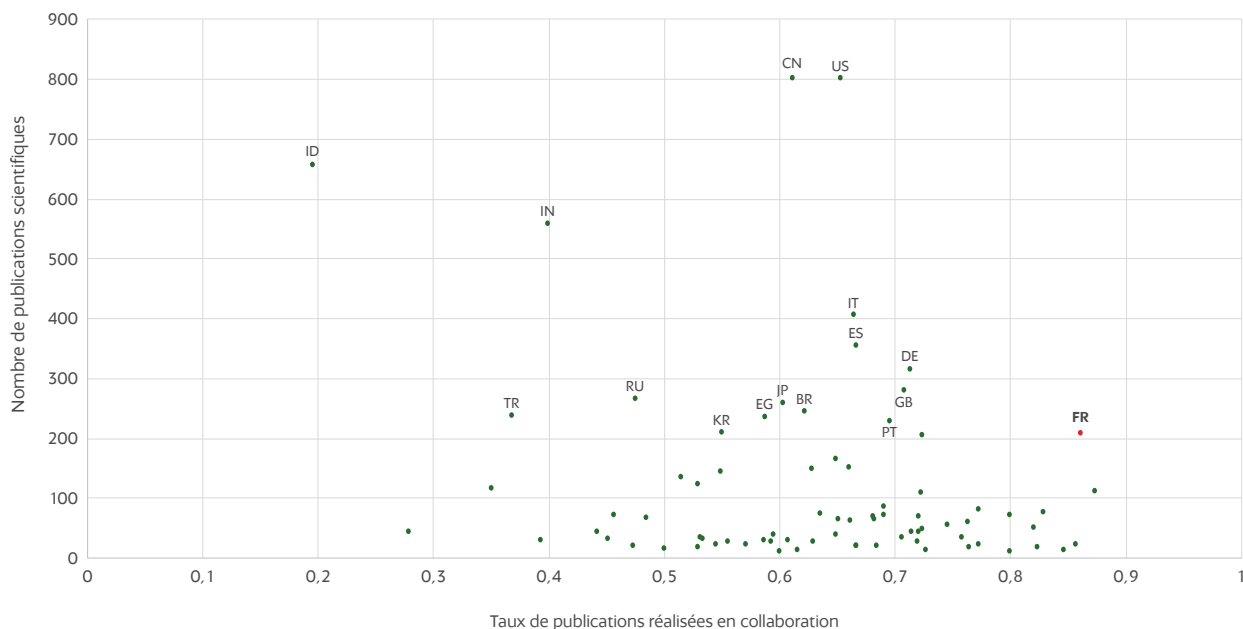
Le graphique ci-dessous présente le positionnement des pays selon deux critères :

- ▶ d'une part, le nombre de publications scientifiques associées aux organismes de recherche de chaque pays, et
- ▶ d'autre part, la proportion de ces publications réalisées en collaboration internationale.

Cette proportion correspond au rapport entre le nombre de publications impliquant au moins deux institutions différentes et le nombre total de publications du pays.

Seuls les pays étant affiliés à au moins 10 articles entre 2013 et 2025 figurent sur ce graphique.

Positionnement des pays (ayant au moins 10 publications) selon le nombre de publications scientifiques et la part de ces publications réalisées en collaboration (2013-2025)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

On constate que, dans la majorité des pays, plus de 50 % des publications sont réalisées en collaboration, associant plusieurs auteurs affiliés à au moins deux institutions différentes.

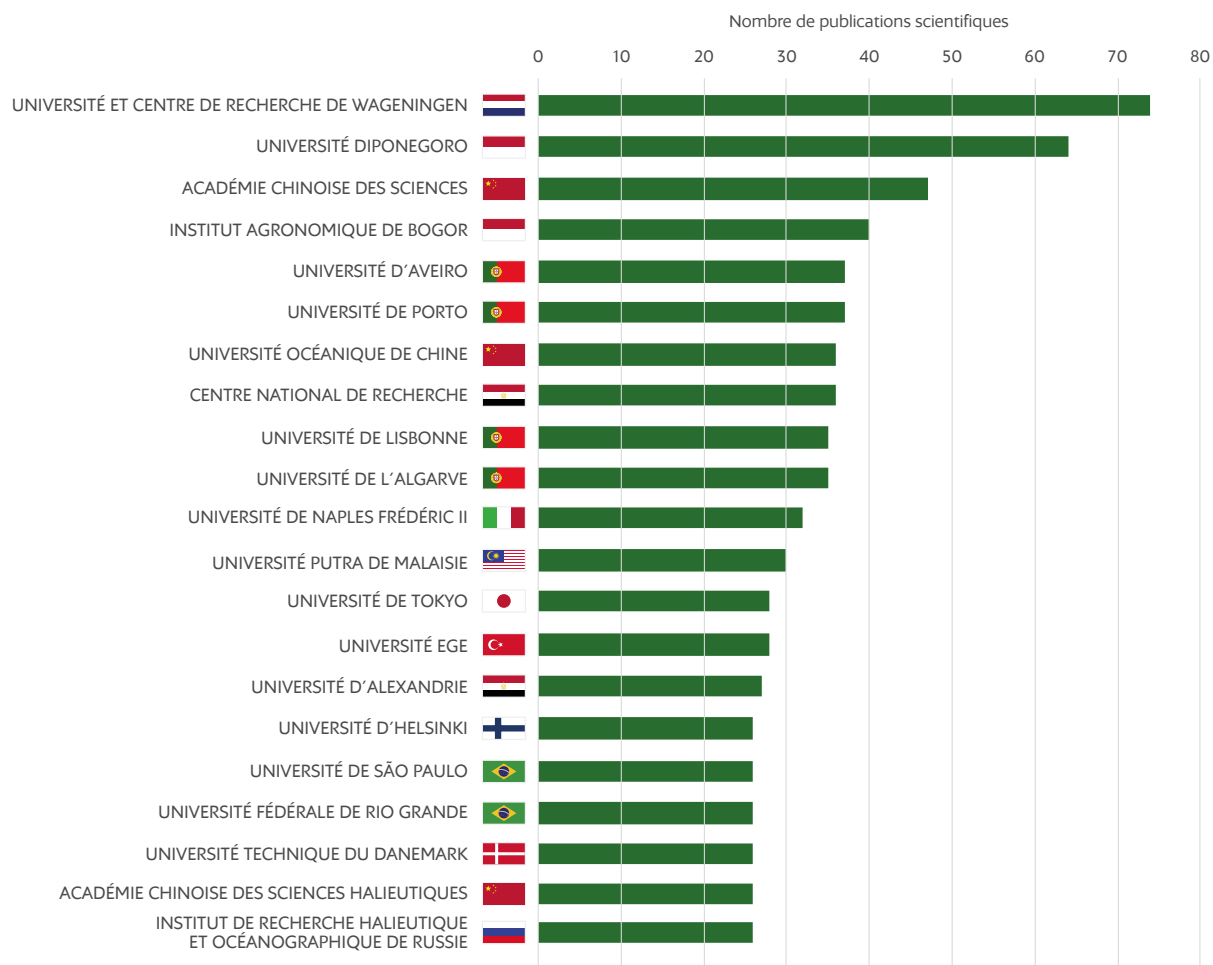
Parmi les quatre principaux pays contributeurs, des différences marquées apparaissent. Les États-Unis et la Chine affichent un volume de publications et un taux de collaboration similaires. En revanche, l'Indonésie et l'Inde, respectivement troisième et quatrième au classement mondial, présentent un nombre de publications collaboratives nettement plus faible.

L'analyse détaillée des collaborations montre que certains pays développent un réseau international particulièrement étendu. Les États-Unis, par exemple, collaborent avec près de 78 pays différents. Certains de ces partenariats sont particulièrement productifs : la coopération entre chercheurs américains et chinois a donné lieu à 65 publications conjointes, ce qui en fait le flux de collaboration le plus important au monde. Les États-Unis entretiennent également des liens forts avec le Canada (41 co-publications) et plusieurs pays européens, comme l'Allemagne et le Royaume-Uni.

À l'inverse, bien que la Chine présente un profil comparable à celui des États-Unis en termes de volume de publications et de taux de collaboration, elle privilégie des partenariats internationaux de moindre ampleur. La majorité des collaborations sont réalisées à l'échelle nationale, entre institutions chinoises.

La France, quant à elle, se distingue par un taux très élevé de publications collaboratives : elle se classe au deuxième rang mondial derrière la Norvège, avec 86 % de ses publications associant au moins deux institutions. Ce taux la place nettement devant les autres grands pays européens du top 20 (Italie, Espagne, Allemagne, Royaume-Uni), dont la moyenne tourne autour de 69 %. Avec près de 68 pays partenaires, la France figure dans le trio de tête des pays ayant le plus de collaborations internationales, derrière les États-Unis et la Grande-Bretagne. Près de 58 % de ces collaborations françaises sont internationales.

Classement des principaux organisme de recherche selon le nombre de publications scientifiques affiliées (2013- 2024)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Parmi les principales institutions ayant publié sur les algues dans l'alimentation, on retrouve une majorité d'acteurs européens (40 %) et asiatiques (40 %). Sur 8 institutions européennes on recense 4 institutions portugaises.

En France, les deux principaux organismes de recherche sur ce sujet sont le CNRS, avec 24 publications, et l'IFREMER, avec 20 publications.

3 - NOUVEAUX ALIMENTS DURABLES ISSUS DE LA FERMENTATION

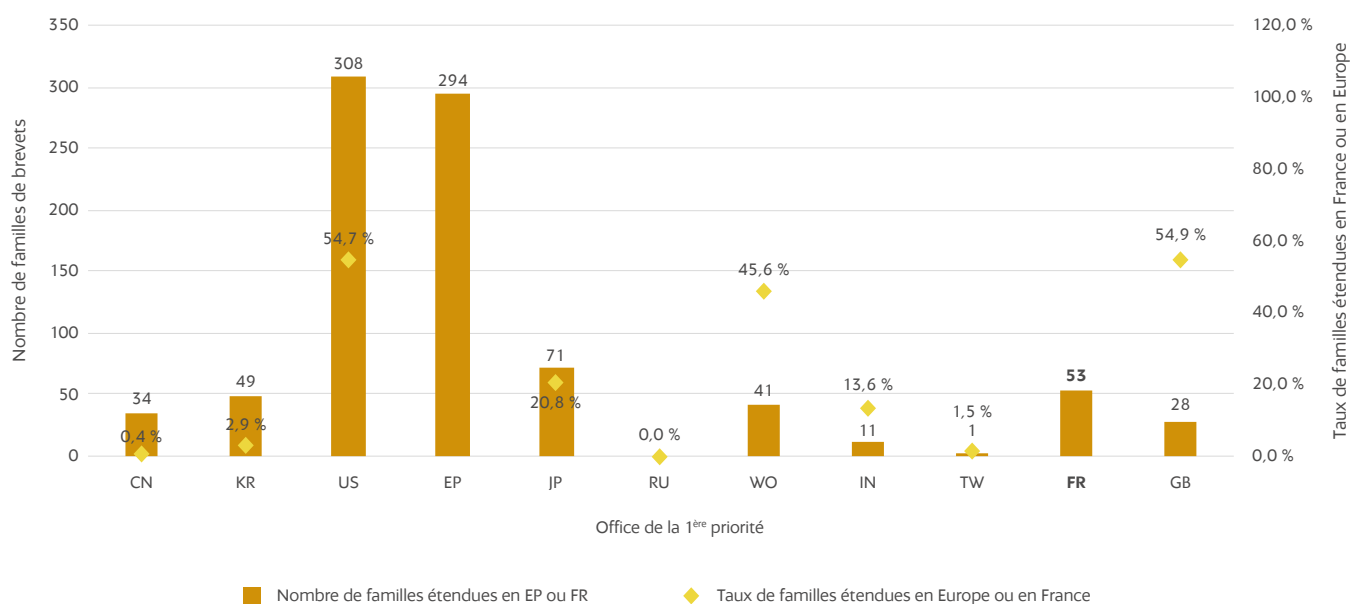
En 2023, le marché mondial des aliments fermentés était estimé à près de 105 milliards de dollars et pourrait atteindre près de 200 milliards d'ici 2033, avec un taux de croissance annuel de plus de 6 %²³. Cette dynamique s'explique par l'intérêt des consommateurs pour les bienfaits nutritionnels et fonctionnels de la fermentation : amélioration de la digestibilité, enrichissement en probiotiques, et diversification des sources alimentaires, notamment végétales²⁴. Sur le plan environnemental, les procédés de fermentation, notamment en valorisant les coproduits agroalimentaires, permettent de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de préserver les ressources en terres et en eau²⁵.

3.1 ANALYSE GÉNÉRALE EN FRANCE ET EN EUROPE

Sur la période 2013 à 2023²⁶, le corpus étudié regroupe 1 016 familles de brevets dans le domaine alimentaire impliquant la fermentation comptant une publication en France ou à l'OEB. Cela représente 8,6 % de l'ensemble des familles de brevets déposées dans ce secteur avec un effet juridique en Europe ou en France sur la même période.

La figure ci-dessous présente le nombre de familles de brevets comportant une publication française (FR) ou européenne (EP), en fonction de la juridiction de priorité, ainsi que la part que ces familles représentent par rapport au volume total de brevets déposés depuis ces juridictions d'origine. En dehors des pays européens, les déposants américains sont les principaux à étendre leurs brevets liés à la fermentation en Europe, avec plus d'une demande sur deux déposée dans cette région (54,7 %). En provenance de l'Asie, d'importantes disparités sont observées : bien que la Chine et la Corée du Sud soient parmi les plus actifs en termes de dépôts, ils étendent très peu leurs brevets en Europe et en France, avec respectivement 34 et 49 familles. Le Japon, en revanche, se démarque en étendant près d'un brevet sur cinq (20,8 %), soit 71 familles, dans le domaine de la fermentation.

Office de priorité des familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans la fermentation (2013 - 2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

²³ Source : Global Market Insight, *Taille du marché des aliments transformés fermentés*, juillet 2024

²⁴ Source : INRAE, *Un potentiel au service de la transition alimentaire*

²⁵ Source : INRAE, *Fermentation solide de coproduits agroalimentaires : analyse des avantages environnementaux*

²⁶ L'analyse se base sur l'année de dépôt de la priorité la plus ancienne dans chaque famille de brevets.

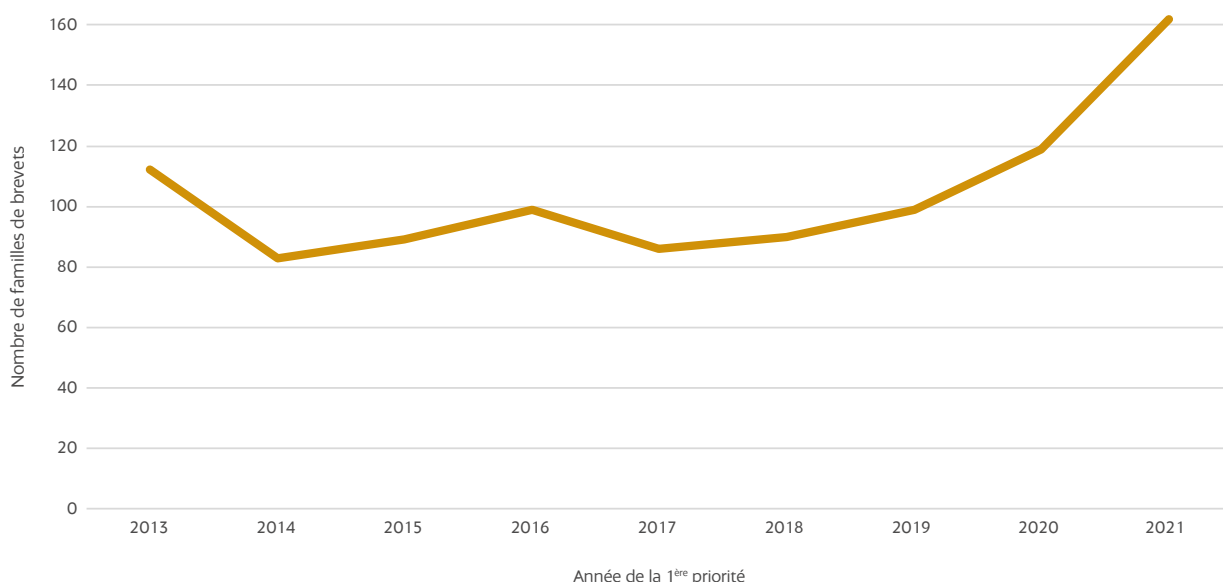
La figure ci-dessous présente l'évolution des dépôts de familles de brevets liés à la fermentation visant la France et l'Europe. Si l'activité reste fluctuante depuis 2013, une tendance haussière se dessine à partir de 2017.

Entre 2017 et 2021, le nombre de familles de brevets a presque doublé, marquant une phase de croissance soutenue avec un taux de croissance annuelle moyen (TCAM) de 14 %.

À titre de comparaison, le TCAM pour l'ensemble des familles de ce domaine sur cette même période est de 6 % ce qui témoigne d'un intérêt plus marqué pour la protection en Europe et en France.

À la date de notre analyse, 94 % des familles de brevets examinées désignant la France ou l'Europe sont en vigueur : 36 % correspondent à des brevets délivrés, tandis que 58 % sont des demandes en cours d'examen.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans la fermentation



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

3.2 SEGMENTATION DES INVENTIONS DANS LE DOMAINE

Dans le cadre de l'innovation agroalimentaire reposant sur la fermentation, la chaîne de valeur peut être décomposée en trois grandes étapes : les matières premières, la transformation et les produits finaux. Chaque segment de cette chaîne a fait l'objet d'une sous-requête spécifique, réalisée au sein du corpus à l'aide de requêtes booléennes (voir section annexes). Il est important de noter qu'une même famille de brevets peut être associée à plusieurs segments de la chaîne, en fonction de la portée de l'invention décrite.

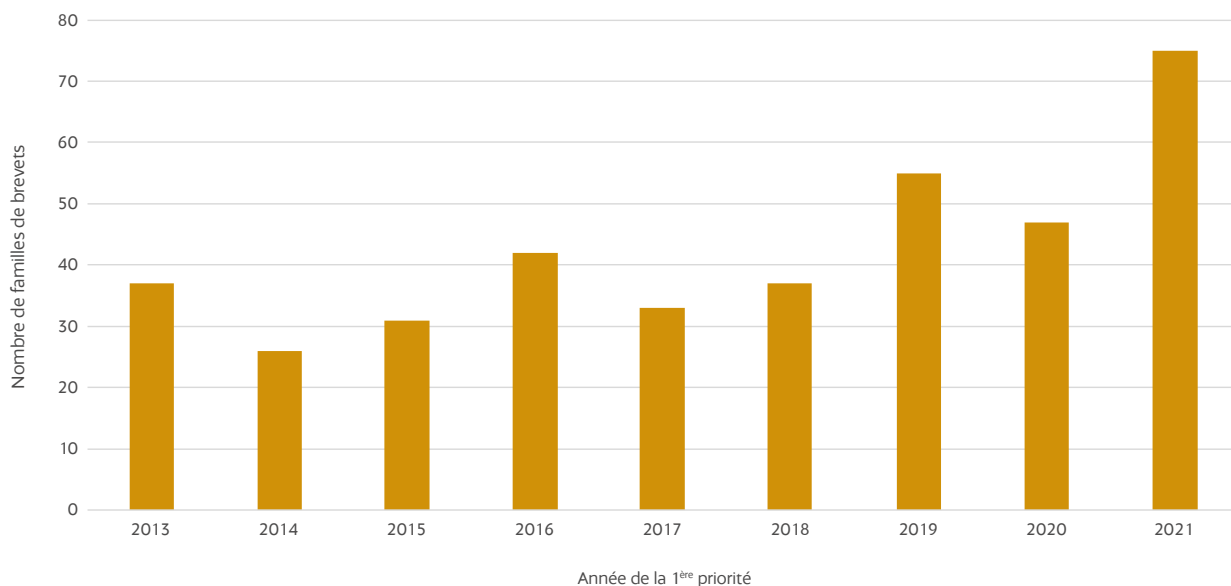
Sur l'ensemble de la période observée, la répartition des brevets de chacun des segments de la chaîne de valeur est stable. Cela indique que les trois maillons — matières premières, transformation et produits — font l'objet de recherches menées en parallèle dans les démarches d'innovation.

Matières premières

Parmi les familles de brevets comportant une publication française (FR) ou européenne (EP), 60 % mentionnent explicitement la matière première utilisée dans l'invention. Il s'agit le plus souvent du type de micro-organismes mis en œuvre — comme les levures, les bactéries lactiques, d'autres types de bactéries, ou encore des champignons — ou bien de la valorisation de biomasses, notamment celles issues de déchets organiques.

Les familles de brevets comprenant une publication française (FR) ou européenne (EP) qui précisent explicitement le type de matières premières utilisées (comme les micro-organismes ou les différentes biomasses) représentent une proportion inférieure de 15 points par rapport à l'ensemble des familles de brevets déposées dans ce domaine à l'échelle mondiale. Cette différence pourrait refléter un positionnement plus en aval du marché français ou européen dans la chaîne de valeur, ceux-ci se concentrant davantage sur les applications ou les procédés de transformation plutôt que sur l'innovation liée aux matières premières elles-mêmes.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP relatives aux micro-organismes utilisés dans les procédés de fermentation



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Les inventions liées aux matières premières utilisées en fermentation et visant la France et l'Europe ont doublé entre 2017 et 2021. Elles concernent principalement la valorisation de biomasses, en particulier celles issues de déchets organiques, ainsi que l'utilisation de bactéries autres que les bactéries lactiques, qui représentent plus de 50 % des cas sur la période observée. En revanche, les autres types de micro-organismes, comme les levures ou les champignons, sont moins fréquemment mentionnés dans les brevets visant ces territoires.

Cette orientation vers la valorisation de biomasses et l'utilisation de micro-organismes spécifiques traduit une volonté d'inscrire l'innovation dans une démarche durable. Elle répond à la fois aux enjeux de réduction des déchets et d'optimisation des ressources, tout en soutenant le développement de procédés plus respectueux de l'environnement, ce qui constitue un axe fort de la stratégie française et européenne.

On retrouve aussi cette dynamique dans les brevets sous priorité américaine, qui portent majoritairement sur la valorisation de biomasses.

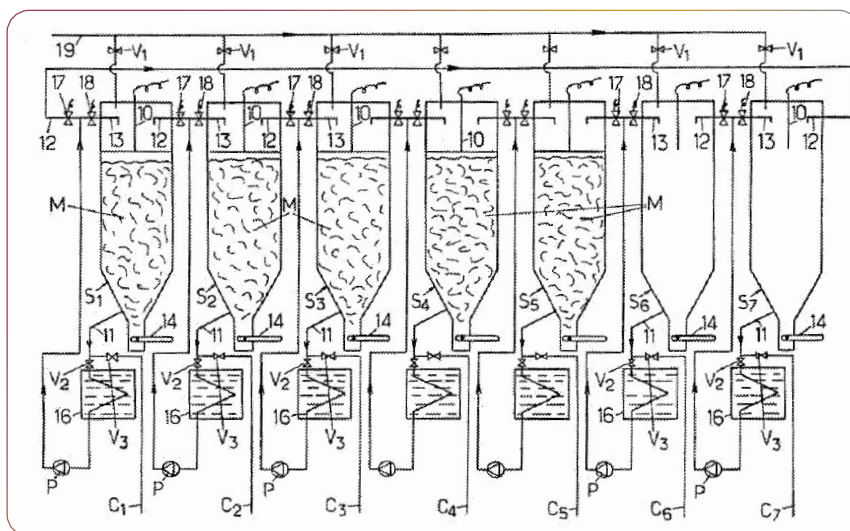


Figure 1 de la demande FR3141461 « Eau de trempage de maïs limpide »
déposée le 27.10.2022 par ROQUETTE FRERES



TYPE DE FERMENTATION

La fermentation traditionnelle est la forme la plus ancienne et la plus répandue de fermentation, utilisée depuis des siècles pour transformer et conserver les aliments. Elle repose sur l'action naturelle de micro-organismes, comme les bactéries lactiques, les levures ou certains champignons, souvent présents dans l'environnement ou dans les ingrédients eux-mêmes.

Des exemples bien connus incluent la fabrication du pain au levain, du fromage, de la choucroute, du yaourt ou encore de la bière. Ces procédés n'utilisent pas de manipulation génétique ou de techniques de biotechnologie moléculaire : ils exploitent des souches microbiennes sélectionnées de manière empirique ou traditionnelle.

La fermentation traditionnelle est largement maîtrisée et très utilisée dans le monde entier, mais elle continue d'évoluer, notamment pour répondre à des enjeux de qualité nutritionnelle, de goût, ou de conservation.

La fermentation en milieu solide est un type de fermentation réalisé sans ou avec très peu d'eau, sur des matières solides comme des résidus végétaux (son de blé, pulpe de fruits, coques, etc.). Les micro-organismes se développent directement à la surface ou au sein de ces matrices, sans que celles-ci soient immergées dans un liquide.

Un exemple concret est la production de sauce soja, où des graines de soja et du blé sont fermentés par des champignons filamenteux, principalement du genre *Aspergillus*, avant d'être extraits et affinés. Durant la première étape, la fermentation se fait sur un substrat solide, le mélange restant sous forme solide avant l'ajout d'eau pour la suite du procédé.

Moins répandue en Europe, ce procédé présente un fort potentiel d'innovation, notamment pour la valorisation de coproduits agricoles ou alimentaires. Elle est actuellement surtout adaptée à la culture de champignons filamenteux, et est aussi considérée comme plus durable, car elle consomme moins d'eau, nécessite moins de traitement des rejets, et génère peu de déchets par rapport à la fermentation en milieu liquide.

La fermentation de précision est une technologie avancée qui permet de produire des composés spécifiques en utilisant des micro-organismes modifiés génétiquement. Ces micro-organismes (comme les levures, bactéries ou champignons) sont programmés pour fabriquer une molécule précise, comme une protéine, un arôme ou un nutriment, au cours du processus de fermentation.

Ainsi, la production de caséine (protéine de lait) sans vache grâce à des levures génétiquement modifiées, constitue un exemple de fermentation de précision. Cette technologie innovante permet de reproduire des ingrédients d'origine animale ou végétale sans avoir besoin de l'animal ou de la plante elle-même, en insérant dans des micro-organismes des séquences d'ADN codant la protéine souhaitée.

En France, deux start-up illustrent l'essor de la fermentation de précision appliquée aux protéines laitières : Standing Ovation a mis au point un procédé breveté permettant à des levures modifiées de produire des caséines strictement identiques à celles du lait de vache, sans recourir à l'élevage. Cette innovation permet la fabrication de fromages, comme un camembert « sans vache », qui reproduit la texture et le goût des produits traditionnels (source).

De son côté, Verley (connu sous le nom de Bonvivant avant mars 2025) transforme levures pour synthétiser des protéines de lait, avec l'objectif de fournir à l'industrie agroalimentaire des alternatives durables, sans lactose ni cholestérol, et adaptées aux régimes végétariens. (source).

La production de biomasse microbienne à grande échelle consiste à cultiver des micro-organismes (bactéries, levures, champignons) à partir d'un substrat nutritif, généralement sous forme de milieu liquide ou solide, afin de produire une biomasse vivante qui peut ensuite être utilisée pour diverses applications industrielles ou alimentaires.

La production de mycoprotéines ou de protéines microbiennes pour les alternatives à la viande est un bon exemple. Ces micro-organismes sont cultivés en grandes quantités dans des bioréacteurs ou sur des supports solides, puis récoltés et transformés en produits alimentaires ou industriels.

Ce procédé permet de produire rapidement de grandes quantités de biomasse, ce qui est particulièrement utile pour fabriquer des protéines, des additifs alimentaires ou encore des composants pharmaceutiques. Elle présente plusieurs avantages, comme une meilleure utilisation des ressources et une faible empreinte écologique et un potentiel élevé pour répondre à la demande croissante en protéines alternatives et durables.

L'ensemble des 1 016 familles de brevets du corpus peut être rattaché à l'un des quatre grands types de fermentation (fermentation traditionnelle, fermentation de précision, production de biomasse microbienne à grande échelle ou fermentation en milieu solide). Le type de fermentation constitue un élément technologique clé dans les brevets.

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution dans les brevets visant la France ou l'Europe de ces types de fermentation.

À l'échelle mondiale, la fermentation traditionnelle est la technologie dominante, présente dans 90 % des familles de brevets déposées entre 2013 et 2023. En Europe et en France, cette prédominance est moins marquée, puisque seules 72 % des familles protégées y font référence. Malgré une moindre protection par brevet, la fermentation traditionnelle reste largement utilisée en France où elle demeure indissociable de nombreux produits alimentaires emblématiques tels que le pain, le fromage ou le vin.

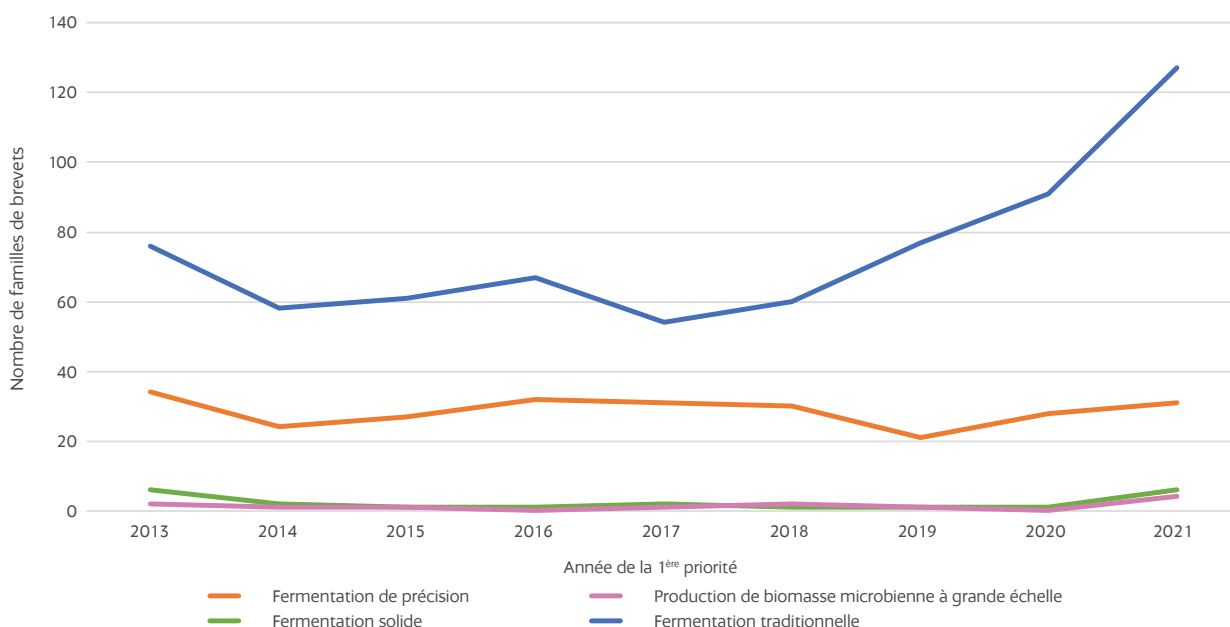
Cette différence suggère un positionnement plus diversifié sur ces territoires, avec un intérêt pour des formes de fermentation plus récentes, telles que la fermentation de précision ou la production de biomasse microbienne.

Malgré cette diversification, les brevets portant sur la fermentation traditionnelle et protégés en Europe ou en France connaissent une forte dynamique. Entre 2017 et 2021, leur taux de croissance annuel moyen atteint 19 %, soit 5 points de plus que celui de l'ensemble des familles de brevets.

En ce qui concerne la fermentation de précision, les brevets déposés en priorité aux États-Unis et en Europe constituent la part la plus importante de familles, comparativement à ceux déposés auprès des autres offices de premier dépôt.

En ce qui concerne la fermentation en milieu solide, seules 3 % des familles de brevets disposent d'une protection en Europe ou en France, en comparaison avec l'ensemble des dépôts mondiaux.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP relatives aux types de fermentation



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025



La fermentation en milieu solide suscite un intérêt croissant en France et en Europe, tant dans les milieux académiques qu'industriels, en raison de ses applications prometteuses dans la valorisation des coproduits agroalimentaires, la production d'aliments fonctionnels et la biopréservation.

Quelques exemples :

1. Dans le cadre des appels à projets du programme Ferments du Futur, le projet « BIOCOBALT » (pour BIO-based COlor as Biotechnological ALternative), sélectionné en 2023, vise à optimiser la production d'un pigment fongique aux propriétés antioxydantes via la fermentation en milieu solide, en valorisant des coproduits agro-industriels et en développant des capteurs et modèles pour un meilleur contrôle et une montée en échelle. Ce projet est porté par AgroParisTech et CentaleSupélec¹.

2. Des chercheurs de l'INRAE ont évalué l'impact environnemental de la fermentation en milieu solide pour valoriser des coproduits agroalimentaires en alimentation humaine, montrant qu'elle peut réduire les émissions de gaz à effet de serre et préserver les ressources, mais que ses bénéfices varient selon le type de coproduit et son usage².

3. Inauguré en octobre 2024 sur le plateau de Saclay, le centre d'innovation Ferments du Futur est une installation unique en Europe entièrement dédiée à la fermentation, notamment en milieu solide. Sur 1 500 m², il regroupe trois plateformes technologiques de pointe pour accélérer le développement de nouveaux aliments plus durables. Ce centre, piloté par l'INRAE et soutenu par 42 partenaires publics et privés, héberge déjà 12 projets de recherche, dont plusieurs axés sur l'optimisation des procédés de fermentation³.

¹ Ferments du Futur, Appel à projets 2023

² INRAE, Fermentation solide de coproduits agroalimentaires : analyse des avantages environnementaux

³ INRAE, Inauguration du Centre d'Innovation Ferments du Futur

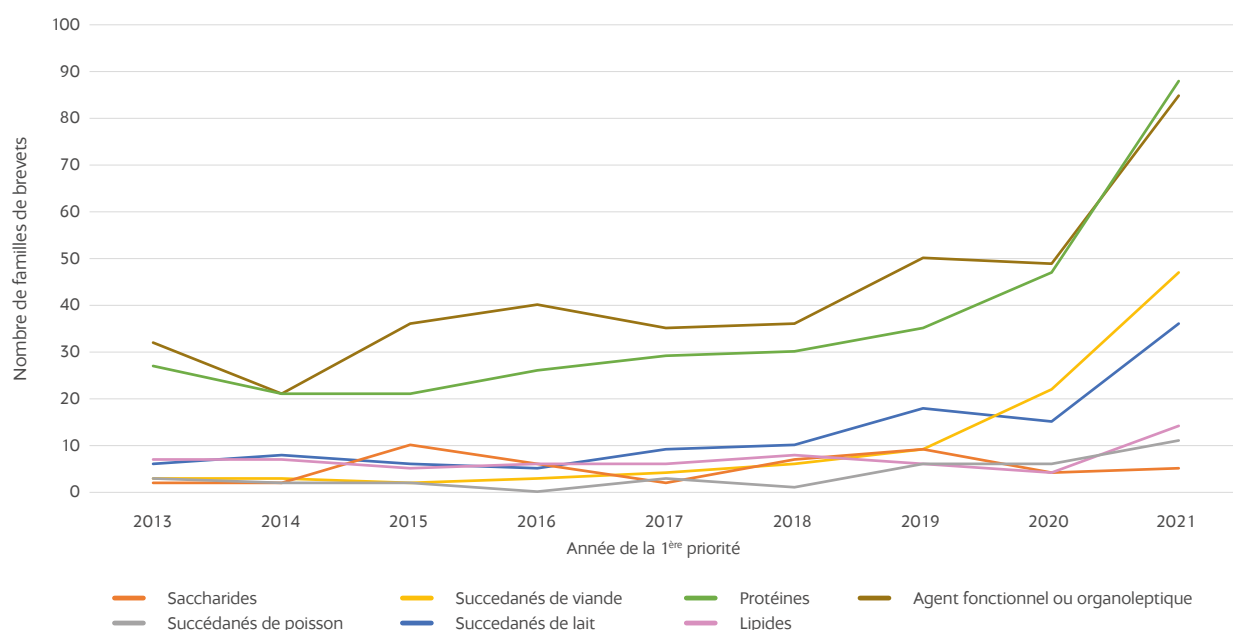
Produits issus de la fermentation

Enfin, 85 % des brevets étudiés concernent les types de produits finaux issus des procédés de fermentation. Ils portent notamment sur la production d'agents fonctionnels ou ayant un impact organoleptique, de succédanés tels que des alternatives à la viande, aux produits laitiers ou au poisson, ainsi que de nutriments spécifiques (protéines, polysaccharides et leurs dérivés, lipides, notamment les huiles et composés associés).

Les brevets portant sur les produits finaux issus de la fermentation sont particulièrement bien représentés parmi ceux comptant une publication en France ou à l'OEB, avec une proportion supérieure de 10 points par rapport à l'ensemble des familles du domaine ce qui suppose un positionnement des industriels sur les applications finales avec une protection plus marquée en France et au niveau européen (EP).

Le type de produit le plus protégé en Europe ou en France par des brevets sont les protéines issues des processus de fermentation.

Nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP relatives aux produits issus de la fermentation



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Sur la période 2013-2023, 1 359 familles de brevets portant sur les protéines issues de la fermentation ont été déposées à l'échelle mondiale, dont 27 % (soit 366 familles) bénéficient d'une protection en Europe ou en France. Les saccharides font l'objet de 146 familles de brevets dans le monde sur la même période, avec une part légèrement plus élevée de 33 % (48 familles) protégées en Europe ou en France. Enfin, les lipides représentent 118 familles de brevets à l'échelle mondiale, mais se distinguent par un taux de protection nettement plus élevé : 58 % d'entre elles (69 familles) sont étendues à l'Europe ou à la France.

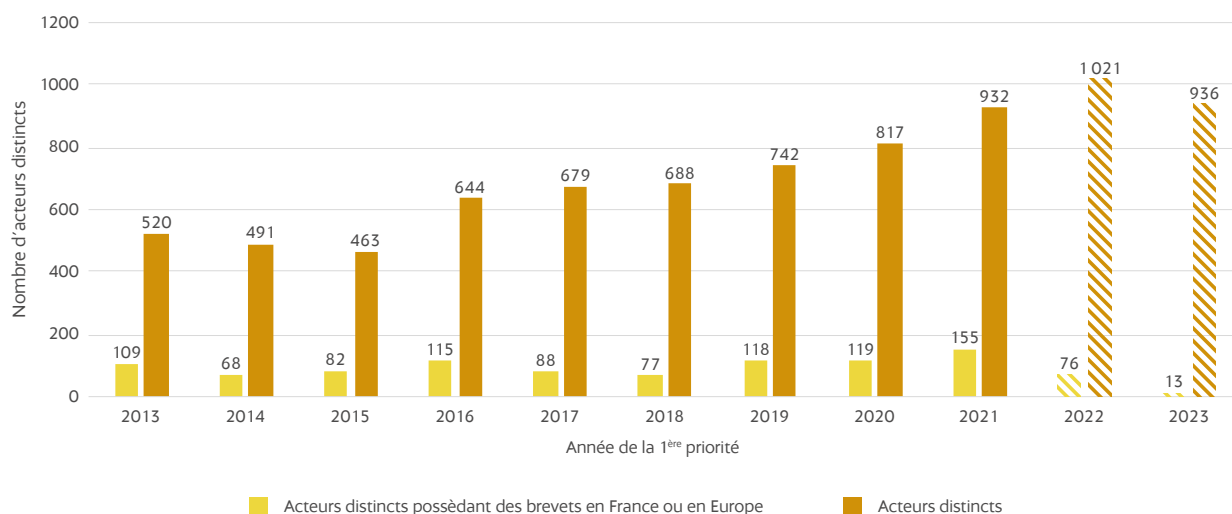
Parmi les brevets liés aux succédanés alimentaires, les substituts de lait et de produits laitiers occupent une place prépondérante au niveau mondial, y compris dans les dépôts visant l'Europe ou la France. Ce positionnement peut s'expliquer par la maturité des procédés de fermentation appliqués aux protéines laitières, historiquement associés à la fermentation traditionnelle, ainsi que par

une demande de marché bien établie. Toutefois, si les volumes restent dominés par les succédanés laitiers, les brevets portant sur les succédanés de viande sont proportionnellement plus souvent étendus à l'Europe ou à la France. Cette dynamique pourrait refléter une volonté stratégique des acteurs de se positionner sur un segment en plein essor, en lien avec les préoccupations croissantes autour de la consommation de viande, tant sur les plans environnementaux que sanitaires.

2.3 INFORMATIONS RELATIVES AUX DÉPOSANTS

Entre 2013 et 2024, près de 4 700 entités – entreprises, groupes ou institutions – ont déposé des brevets liés aux technologies de fermentation dans le monde, directement ou par l'intermédiaire de leurs filiales. Sur cette période, environ 680 de ces entités ont protégé des inventions en France ou en Europe, dont 6 % sont d'origine française.

Nombre de titulaires de familles de brevets dans la fermentation, dans le monde et pour les familles comptant une publication FR ou EP

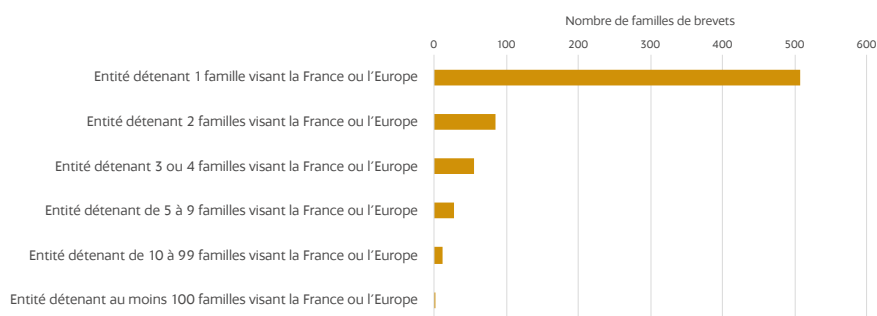


Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Le graphique ci-dessus illustre la croissance du nombre de déposants : toutes familles de brevets confondues, leur nombre a été multiplié par 1,8 à l'échelle internationale en dix ans.

L'analyse des entités déposantes montre que 73,3 % d'entre elles ne possèdent qu'une seule famille de brevets protégée en France ou en Europe. Seuls 41 déposants (soit 5,9 %) disposent de portefeuilles comprenant au moins 5 familles. Parmi ces derniers, la majorité sont européens (18), suivis de groupe nord-américains (14), souvent via leurs filiales implantées en Europe, et d'acteurs asiatiques, majoritairement japonais (8).

Répartition des déposants selon le nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP (2013-2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

L'analyse des dynamiques de dépôt de brevets visant la France ou l'Europe par les principaux acteurs (graphique ci-dessous) révèle une répartition relativement équilibrée pour les quatre premiers déposants : le Danois Novonesis, le groupe néerlandais DSM-Firmenich, l'Américain International Flavors & Fragrances (IFF) et le Coréen CJ Cheil Jedang.

Ces quatre grands acteurs sont des groupes internationaux issus du domaine des biosciences et des biotechnologies industrielles. Ces multinationales diversifiées interviennent sur plusieurs marchés, chacune avec ses domaines de spécialisation.

Novonesis, né en 2024 de la fusion entre Novozymes et Chr. Hansen, entreprise danoise spécialisée dans les solutions biologiques durables appliquées à l'alimentation, l'agriculture, la santé et l'énergie, se positionne comme un expert des enzymes et des micro-organismes industriels.

De son côté, DSM-Firmenich résulte également d'une fusion entre deux groupes européens : DSM, spécialisé dans la nutrition et la santé, et Firmenich, expert des arômes et parfums. Son position-

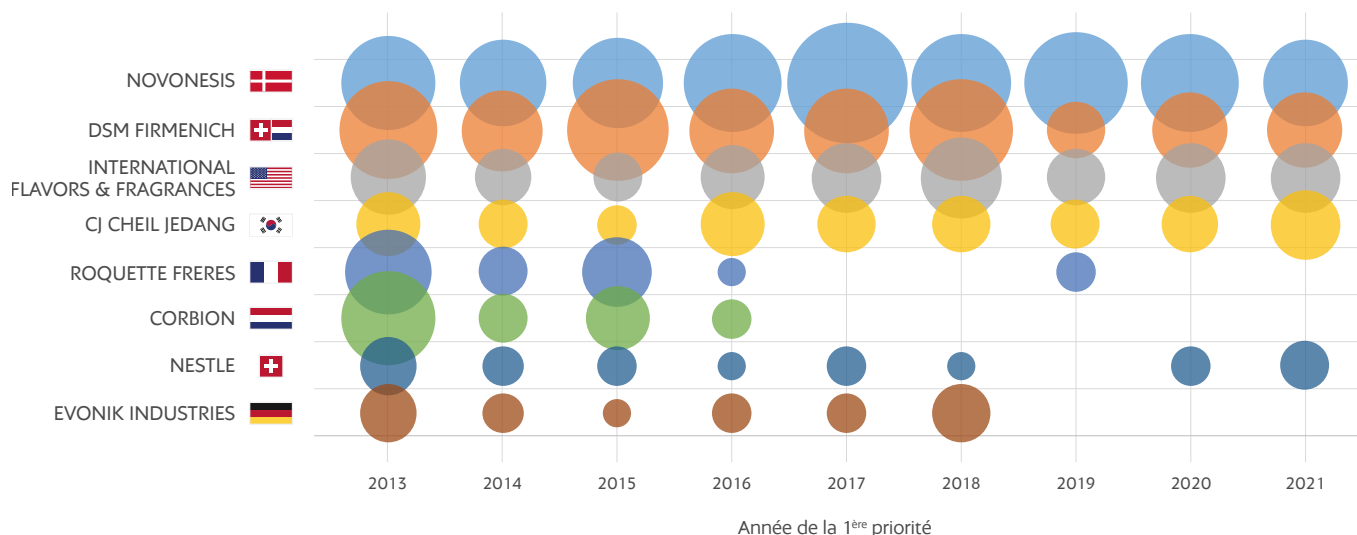
nement dans ce dernier domaine le rapproche notamment du groupe américain IFF (International Flavors & Fragrances).

IFF, troisième déposant de familles de brevets comportant une publication française (FR) ou européenne (EP), a renforcé sa position sur le marché des enzymes alimentaires à la faveur de l'acquisition de la branche Nutrition & Health de DuPont de Nemours. Cette division de DuPont intégrait notamment l'entreprise danoise Danisco, autrefois spécialiste des ingrédients alimentaires et des biotechnologies industrielles.

Enfin, l'entreprise Coréenne CJ Cheil Jedang est la branche spécialisée dans le secteur agroalimentaire et des biotechnologies du conglomérat CJ Group.

À l'inverse, on observe des ruptures nettes dans la trajectoire des dépôts pour les quatre autres entités européennes suivantes. En particulier, Evonik Industries, entreprise allemande spécialisée dans la chimie, n'a plus déposé de brevet dans le domaine de la fermentation depuis 2019, après une dernière phase active à partir de 2016.

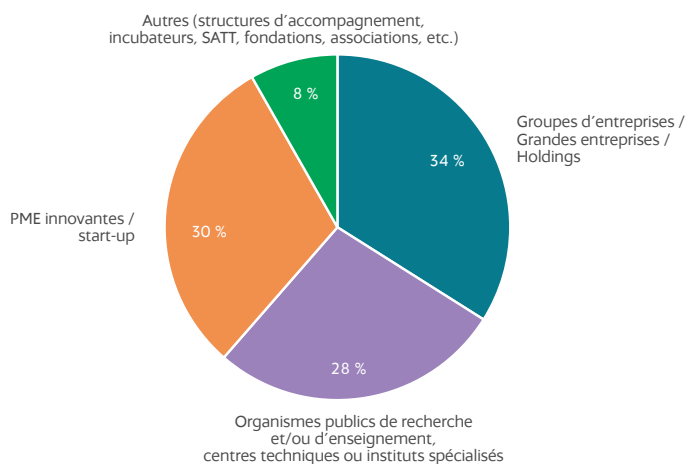
Évolution des portefeuilles des principaux déposants de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans la fermentation



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Le paysage des déposants de brevets se révèle particulièrement diversifié. Il rassemble aussi bien de grands groupes généralistes de l'agroalimentaire, comme Nestlé ou Danone, que des acteurs majeurs de la chimie tels que BASF ou DuPont de Nemours. À leurs côtés, on retrouve des entreprises plus spécialisées, comme la société japonaise Amano Enzyme, reconnue pour son expertise dans le développement et la production d'enzymes industrielles issues de la fermentation microbienne.

Répartition par catégorie de déposants de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans la fermentation (2013-2024)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

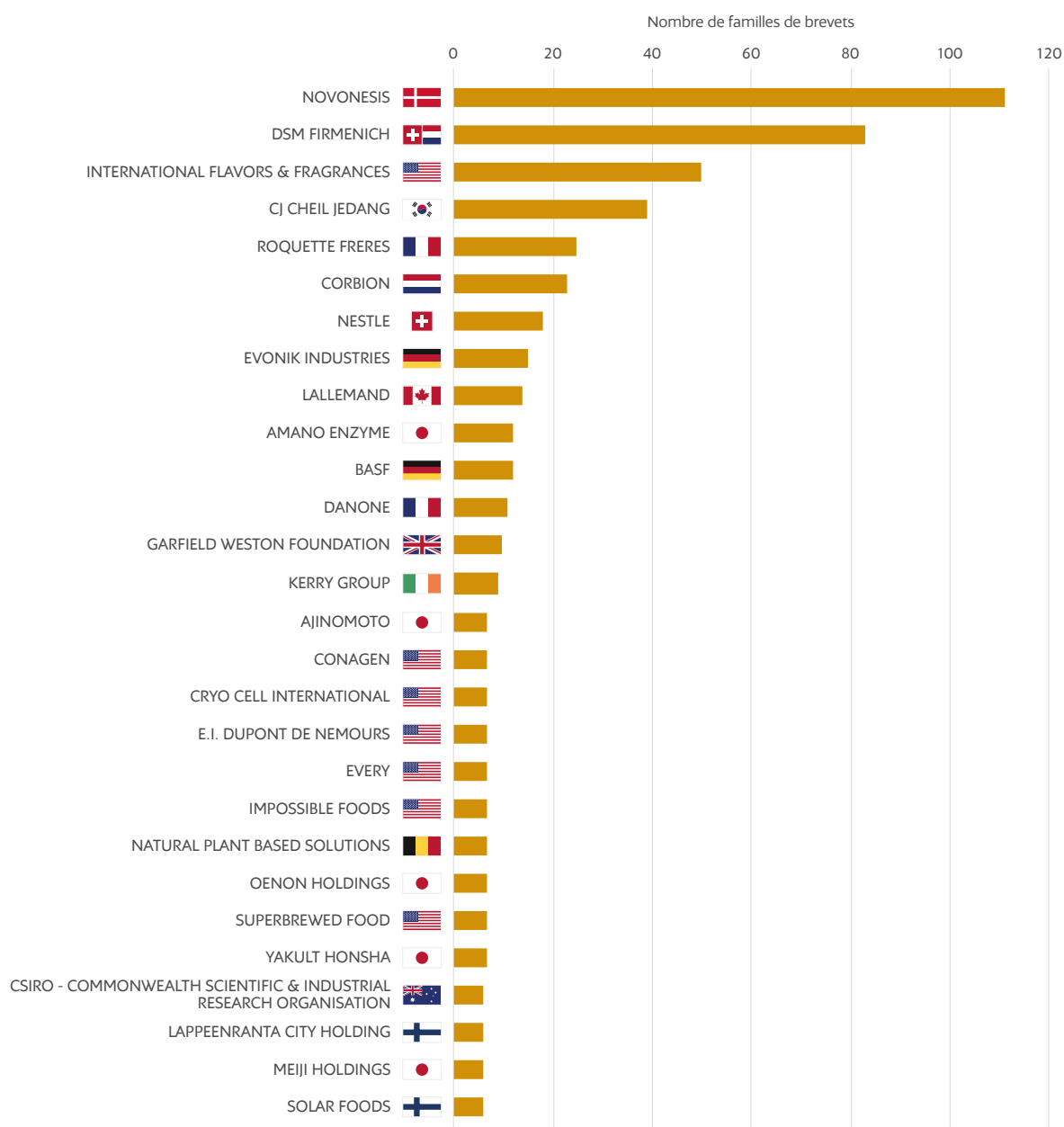
Parmi les principaux déposants de brevets ayant un effet en France ou en Europe, cinq start-up innovantes se distinguent, dont quatre d'origine américaine :

- ▶ Conagen, qui exploite la fermentation de précision pour produire des ingrédients fonctionnels et nutraceutiques ;
- ▶ Every, spécialisée dans la production de protéines d'œufs alternatives par la fermentation de précision ;
- ▶ Impossible Foods, reconnue pour ses substituts végétaux élaborés grâce à ce même procédé ;
- ▶ Superbrewed Food, qui s'appuie sur la fermentation de biomasse (fermentation de microbes anaérobies) pour développer des protéines.

À leurs côtés figure une start-up finlandaise, Solar Foods, spin-off née d'un projet commun entre le VTT Technical Research Centre of Finland et la Lappeenranta-Lahti University of Technology (LUT University). Cette dernière mise sur un procédé de fermentation gazeuse permettant de produire des protéines à partir de CO₂, d'hydrogène et de nutriments minéraux.

Les groupes français Roquette Frères et Danone occupent respectivement la 5^e position avec 25 familles de brevets et la 12^e position avec 11 familles.

Classement des principaux déposants en nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans la fermentation (2013 - 2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

Au fur et à mesure que les technologies autour de la fermentation se développent, l'écosystème tend à se structurer, notamment à travers les rapprochements entre start-up et grands groupes industriels. Ainsi, ces dernières années, on a pu observer plusieurs partenariats entre certaines start-up et multinationales, tels que MycoTechnology — start-up qui possède cinq familles de brevets ayant un effet en France ou en Europe — qui a noué un partenariat avec IFF pour le co-développement de protéines alternatives destinées au marché européen²⁷. De même, Solar Foods, la start-up finlandaise mentionnée précédemment, collabore avec le groupe industriel japonais Ajinomoto²⁸.

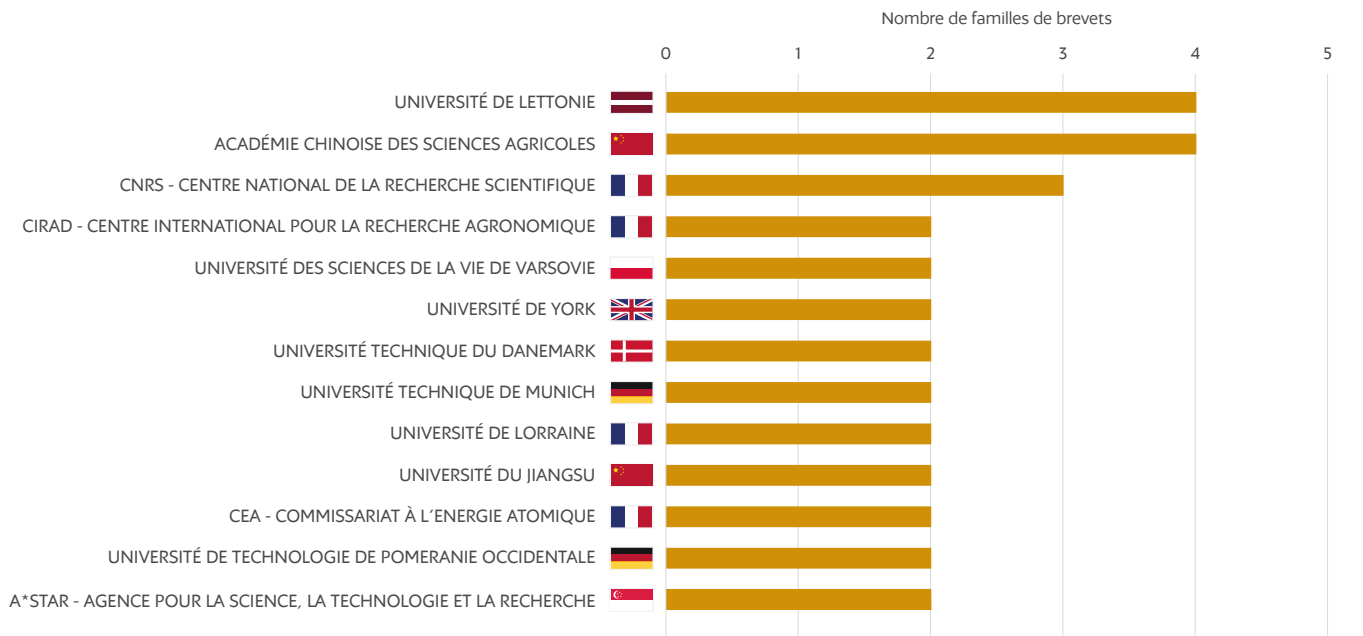
Ces rapprochements peuvent également prendre la forme d'un rachat de la start-up par une entité tierce, comme ce fut le cas pour la start-up suédoise Mycorena, rachetée par la société NAPLASOL²⁹ (23^e déposant de brevets avec un effet en France ou en Europe), qui prévoit de produire la protéine développée par Mycorena à partir de champignons dans ses usines en Belgique.

Il est à noter que les principaux déposants dans ce domaine couvrent, à travers leurs brevets, l'ensemble des segments de la chaîne de valeur, des matières premières à la transformation, jusqu'aux produits finis.

Comme indiqué précédemment, les acteurs académiques représentent 28 % des déposants dans le domaine de la fermentation appliquée à l'alimentation. L'ensemble de ces organismes publics ou parapublics sont d'origine chinoise, à l'exception de deux institutions sud-coréennes : l'Institut national de recherche et de développement de la pêche, ainsi que l'Institut de recherche alimentaire.

Le graphique ci-dessous présente, d'une part, les institutions ayant déposé au moins 50 familles de brevets entre 2013 et 2024, indépendamment du pays de dépôt initial, et d'autre part, celles ayant spécifiquement ciblé une protection de leurs inventions en France ou en Europe, pour au moins deux familles de brevets.

Classement des principales institutions académiques en nombre de familles de brevets comptant une publication FR ou EP dans la fermentation (2013-2023)



Source : Questel Orbit Intelligence, Traitement INPI 2025

²⁷ Source : Vegconomist, *MycoTechnology and IFF Partner to Develop Innovative Alt-Proteins for European Market*

²⁸ Source : Alt-Meat, *Solar Foods, Ajinomoto to bring air protein to the masses* | Alt Meat

²⁹ Source : Fusacq, *NAPLASOL acquiert la société suédoise de mycoprotéines MYCORENA*

LE GRAND DÉFI FERMENTS DU FUTUR

ACCÉLÉRER LA TRANSITION VERS UNE ALIMENTATION DURABLE ET SAINES GRÂCE À LA FERMENTATION

Le Grand Défi Ferments du Futur, lancé en 2022¹ sous la coordination de l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) et de l'ANIA (Association Nationale des Industries Alimentaires) est une initiative nationale majeure dédiée à l'accélération de la recherche et de l'innovation dans le domaine des ferments et des aliments fermentés. Son ambition est de répondre aux défis de la transition agro-écologique, de la souveraineté alimentaire et de la compétitivité de l'industrie agroalimentaire en France et en Europe. La fermentation, procédé millénaire de transformation et de conservation, est aujourd'hui reconnue comme un levier clé pour « végétaliser » l'alimentation, améliorer les qualités nutritionnelles et sensorielles des produits, et diminuer l'impact environnemental de la production alimentaire.

Ferments du Futur réunit 41 membres² issus de la recherche publique, de l'industrie, des instituts techniques, des pôles de compétitivité et des interprofessions. Ce consortium fédère ces acteurs autour de projets de recherche, mutualise les ressources techniques - notamment grâce à une plateforme d'innovation à Paris-Saclay - et facilite le transfert des résultats vers les entreprises, qu'il s'agisse de start-ups ou de grands groupes.

Le dispositif bénéficie d'un soutien public de 48,3 millions d'euros sur dix ans, alloué par l'État dans le cadre du plan France 2030, complété par des contributions équivalentes du secteur privé. Ce financement soutient des appels à projets annuels (1,5 million d'euros par an), le développement d'infrastructures de pointe et l'accompagnement des entreprises innovantes de la filière, dans l'objectif de promouvoir une alimentation saine, durable et traçable.

ENTRETIEN AVEC DAMIEN PAINEAU, DIRECTEUR EXÉCUTIF DE FERMENTS DU FUTUR

Damien Paineau, ingénieur AgroParisTech et docteur en nutrition humaine, pilote depuis 2022 le consortium Ferments du Futur. Fort d'une expérience à l'interface de la recherche, de la nutrition et de l'innovation, il revient sur la stratégie, les forces et les défis de cette initiative.

Quelles sont les grandes orientations stratégiques de Ferments du Futur pour une alimentation durable ?

Le consortium Ferments du Futur structure son action autour de quatre axes majeurs pour transformer l'alimentation grâce à la fermentation, dans une logique de durabilité, de santé et de sécurité.

Le premier axe vise à approfondir la compréhension des micro-organismes impliqués dans la fermentation. Cette « société des microbes », extrêmement diversifiée et évolutive, interagit de façon complexe avec les aliments au cours des procédés de transforma-

tion. L'objectif est de décrypter comment ces communautés microbiennes se forment, évoluent, interagissent entre elles et avec les matrices alimentaires, dans le temps et l'espace. Cette maîtrise de l'écologie microbienne est fondamentale pour innover sur de nouveaux produits fermentés et garantir leur qualité et leur régularité.

Le deuxième axe vise à lever le voile sur la « boîte noire » que constituent encore les procédés de fermentation, parfois même chez les industriels les plus avancés. Il s'agit de développer des procédés innovants : nouveaux réacteurs, capteurs, outils de rétro-contrôle (par exemple, les jumeaux numériques) permettant de surveiller et d'ajuster en temps réel les conditions de fermentation. L'objectif est d'optimiser les rendements, de réduire les pertes, d'adapter les procédés aux variations de matières premières, et de diminuer l'impact environnemental (consommation d'énergie, d'eau, réduction du gaspillage). Cette innovation technologique est cruciale pour rendre la fermentation plus fiable, plus performante et adaptée aux exigences industrielles et environnementales actuelles.

Le troisième axe concerne l'étude approfondie des effets des aliments fermentés sur la santé humaine. Il s'agit de comprendre comment les micro-organismes, seuls ou en combinaison, et selon différents procédés, peuvent améliorer la densité nutritionnelle des aliments, augmenter la biodisponibilité des nutriments, produire des composés bénéfiques (vitamines, pré/pro/post-biotiques), et agir favorablement sur le microbiote intestinal. Ce champ de recherche, encore en pleine exploration, vise à développer des aliments qui contribuent activement à la prévention de pathologies (obésité, diabète, troubles digestifs, etc.) et à la promotion d'un microbiote sain. Les enjeux sont majeurs, mais la complexité des interactions nécessite encore d'importants efforts de recherche et d'innovation pour aboutir à des solutions validées et efficaces.

Le quatrième axe, transversal, consiste à soutenir l'ensemble des avancées par le développement de bases de données massives et de modèles prédictifs, grâce à la science des données et à l'intelligence artificielle. La modélisation des interactions microbiennes, des procédés de fermentation et des effets sur la santé nécessite des outils numériques puissants, capables de traiter la complexité et l'imprévisibilité du vivant. Ces technologies permettront de mieux prédire, contrôler et optimiser les processus, mais posent aussi la question de la souveraineté et de la protection des données et des modèles développés, dans un contexte international très concurrentiel.

¹ <https://www.inrae.fr/actualites/innover-l'alimentation-demain-lancement-operationnel-du-grand-defi-ferments-du-futur>

² <https://www.fermentsdutfutur.eu/qui-sont-nos-membres/>

Ces axes sont mis en œuvre à travers une diversité de pratiques de fermentation (traditionnelle, en milieu solide, de précision), toutes considérées comme complémentaires et essentielles à la transition alimentaire durable.

Quels sont les premiers résultats concrets ?

Ferments du Futur a deux ans d'existence, ce qui est encore court pour mesurer un impact objectif. Cependant, de premières déclarations d'invention ont déjà été déposées sur les projets de recherche sélectionnés en 2023, ouvrant la voie à des brevets et à une valorisation industrielle. Nous observons également une montée en puissance des projets d'innovation compétitifs, portés directement par des industriels, certains atteignant des niveaux de maturité technologique élevés (TRL 7-8), avec des perspectives de protection et d'exploitation commerciale.

Au-delà de ses propres appels à projets et de la dynamique collaborative entre ses membres, le consortium s'investit à l'échelle européenne pour renforcer les synergies et accroître l'impact des innovations. Ainsi, Ferments du Futur a rejoint début 2025 la plateforme européenne « IBISBA », un réseau qui rassemble les principaux acteurs recherche & innovation de la biotech sur le continent.

Quelles sont les forces et les limites de l'écosystème français et européen ?

La France et l'Europe disposent d'une capacité de recherche académique et industrielle historique et reconnue, avec des leaders mondiaux. Cette force s'appuie sur une culture alimentaire riche en produits fermentés et une capacité d'innovation forte. Mais plusieurs freins subsistent : lourdeur des procédures réglementaires (notamment Novel Food), capacités industrielles limitées pour l'industrialisation à grande échelle, tension sur l'accès à la biomasse agricole, et une culture de la protection de l'innovation encore insuffisante, notamment chez les PME. Il est crucial d'investir davantage dans la protection des inventions et dans la valorisation des résultats, pour préserver la compétitivité et la souveraineté européenne.

Comment se structurent les collaborations et l'écosystème ?

Ferments du Futur facilite les connexions entre start-up, grands groupes, coopératives et laboratoires publics. Il existe une réelle volonté commune de collaborer : les grands groupes cherchent à s'ouvrir à l'innovation externe, tandis que les petits acteurs bénéficient d'un accès facilité à l'industrialisation et à l'accompagnement réglementaire et stratégique. Cette dynamique est soutenue par des dispositifs publics comme France 2030, qui favorisent la mutualisation des moyens et la montée en puissance des innovations. La chaîne de valeur est vertueuse : les petits ont besoin des grands pour grandir, et les grands ont besoin des petits pour innover.

Qu'en est-il de la propriété intellectuelle et de la valorisation ?

Seules les entreprises disposant de capacités de production en Europe sont éligibles au consortium Ferments du Futur. Ce choix vise à limiter le risque de fuite de valeur hors du continent et à garantir que les retombées économiques et industrielles bénéficient en premier lieu au tissu européen. Dans ce contexte, la dynamique du consortium encourage fortement la valorisation et la protection des résultats de recherche. Toutefois, la culture de la propriété intellectuelle reste encore trop peu développée, en particulier parmi les PME, qui disposent pourtant d'un potentiel d'innovation remarquable. Face à la concurrence internationale, notamment des États-Unis et de la Chine qui investissent massivement dans la protection et l'exploitation des innovations dans le secteur, il est essentiel d'accompagner davantage les entreprises dans la défense de leurs droits, notamment à l'international. La souveraineté et la compétitivité européennes passent par une mobilisation accrue autour de la protection et de l'exploitation des droits issus de la recherche et de l'innovation, en s'appuyant sur des dispositifs d'accompagnement qui sont peut-être encore méconnus des acteurs du secteur.

Quels sont les leviers pour renforcer la compétitivité ?

Parmi les leviers majeurs pour renforcer la compétitivité des entreprises du secteur, deux révolutions se profilent.

L'accès à des bases de données correctement structurées autour des ferments et de la fermentation, associé à des modèles prédictifs avancés, basés sur les statistiques et l'IA, va progressivement transformer la manière d'innover dans le domaine, en apportant à la fois de la rapidité et de la créativité dans les processus de recherche et de développement.

Par ailleurs, la recherche de procédés de fermentation toujours plus performants va faire émerger de nouvelles technologies, par exemple en termes de source de carbone (atmosphérique...) ou de type de fermentation (continue...).

L'association de ces deux révolutions permettra d'optimiser la conduite des fermentations en assurant un pilotage beaucoup plus fin et raisonné de ces technologies, au service d'une alimentation toujours plus sûre, saine et durable.

Bref, bien qu'étant utilisée empiriquement depuis des millénaires, la fermentation a encore de nombreuses zones d'ombre qui sont autant de sources de recherche et d'innovation !

Propos recueillis auprès de

Damien Paineau,

Directeur Exécutif de Ferments du Futur.

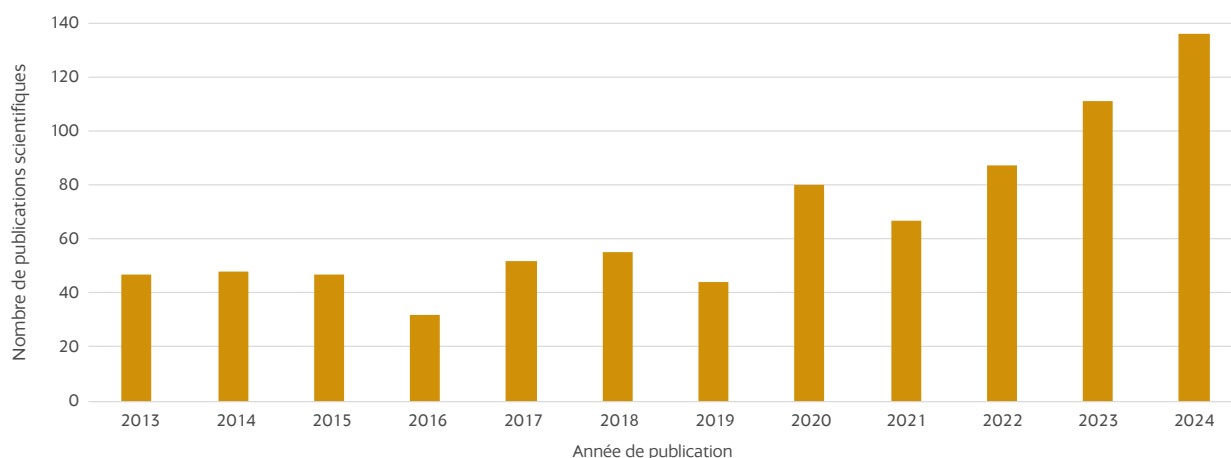


3.4 INFORMATIONS RELATIVES AUX PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES

Entre 2013 et 2024, 806 publications scientifiques ont été recensées sur ce sujet. Sur l'ensemble de cette période, le nombre

de publications a augmenté en moyenne de 9 % chaque année. Cette croissance s'est encore accélérée à partir de 2019, avec une progression moyenne de 20 % par an entre 2019 et 2024, témoignant d'un intérêt croissant de la recherche pour ce domaine.

Nombre de publications scientifiques dans la fermentation selon l'année de publication



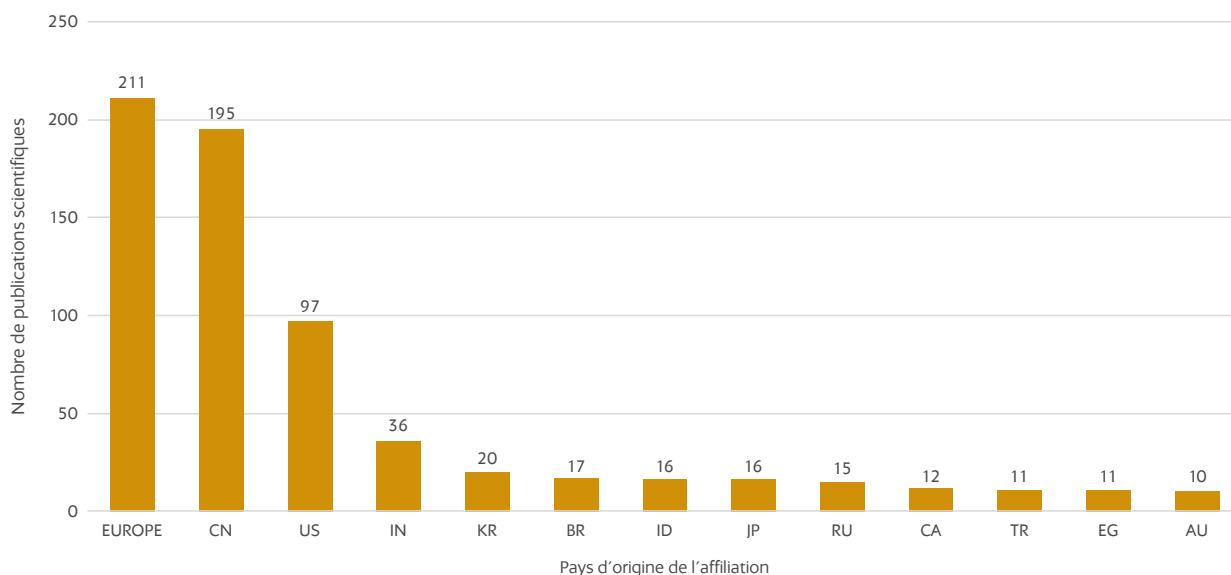
Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Sur la période d'étude de 2013 à 2024, les publications scientifiques consacrées à la fermentation font apparaître des affiliations provenant de 67 pays différents. L'Europe (incluant la Norvège et le Royaume-Uni), la Chine et les États-Unis occupent les trois premières places en nombre d'articles publiés. Ils sont suivis par quatre pays asiatiques : l'Inde, la Corée du Sud, l'Indonésie et le

Japon ; puis par le Brésil pour l'Amérique du Sud, la Russie et enfin le Canada.

À eux seuls, la Chine et les États-Unis totalisent 292 publications scientifiques, soit plus d'un tiers de l'ensemble des articles recensés dans notre corpus.

Classement des pays d'affiliation selon le nombre de publications scientifiques dans la fermentation (2013-2024)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

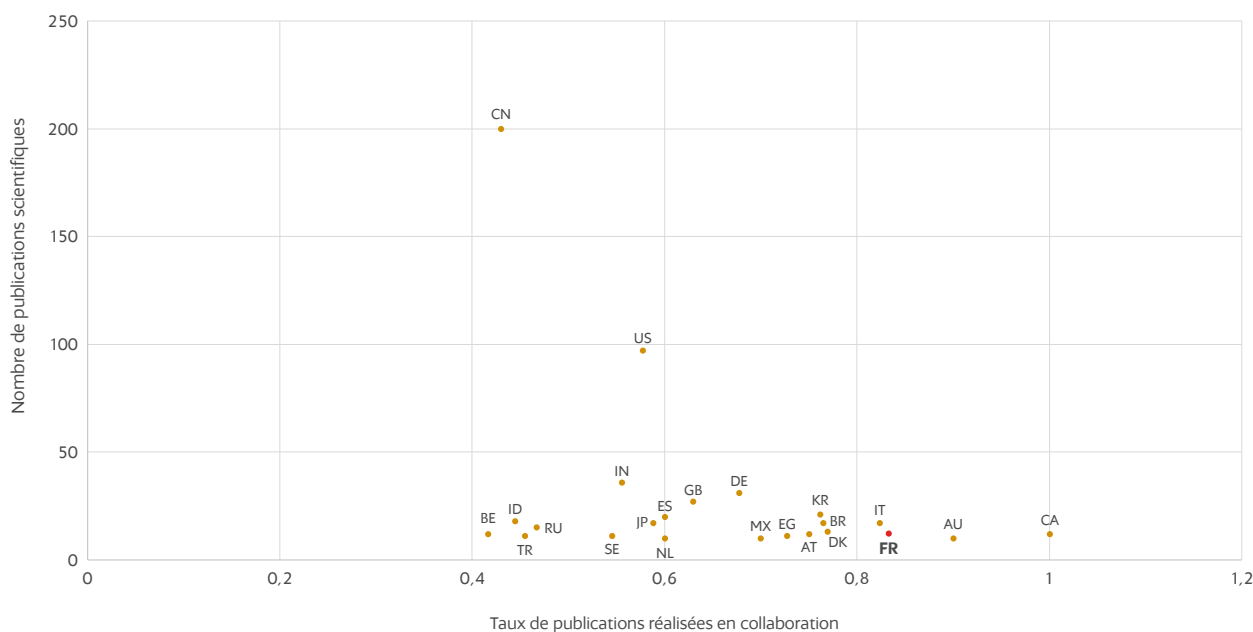
Le graphique ci-dessous présente le positionnement des pays selon deux critères :

- d'une part, le nombre de publications scientifiques associées aux institutions de chaque pays, et
- d'autre part, la proportion de ces publications réalisées en collaboration internationale.

Cette proportion correspond au rapport entre le nombre de publications impliquant au moins deux institutions différentes et le nombre total de publications du pays.

Seuls les pays ayant publié au moins 10 articles entre 2013 et 2025 figurent sur ce graphique.

Positionnement des pays (ayant au moins 10 publications) selon le nombre de publications scientifiques et la part de ces publications réalisées en collaboration (2013-2025)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Pour ces 23 pays, le ratio moyen de publications réalisées en collaboration s'élève à 65 %. Parmi eux, onze pays dépassent cette moyenne, dont cinq sont européens.

On observe que les pays asiatiques, à l'exception de la Corée du Sud collaborent en moyenne un peu moins que les autres pays, et que ces collaborations ont lieu principalement entre institutions d'un même pays. Le Mexique et la Russie se distinguent également par un faible taux de collaborations internationales : seules 29 % des publications collaboratives du Mexique et 14 % de celles de la Russie impliquent des partenaires étrangers.

À l'inverse, la France se démarque par une forte ouverture internationale, puisque 80 % de ses publications collaboratives sont réalisées avec des institutions d'autres pays.

Figures 6 et 7 de la demande WO2022/182799
« Compositions pour la préparation d'ovoproduits exempts d'animaux »
déposée le 23.02.2022 par CLARA FOODS

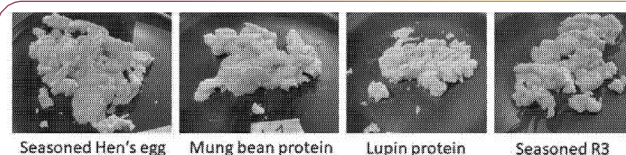


Fig. 6

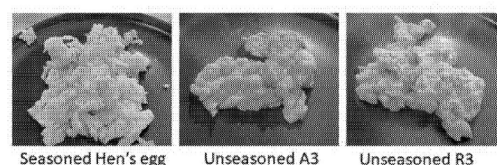
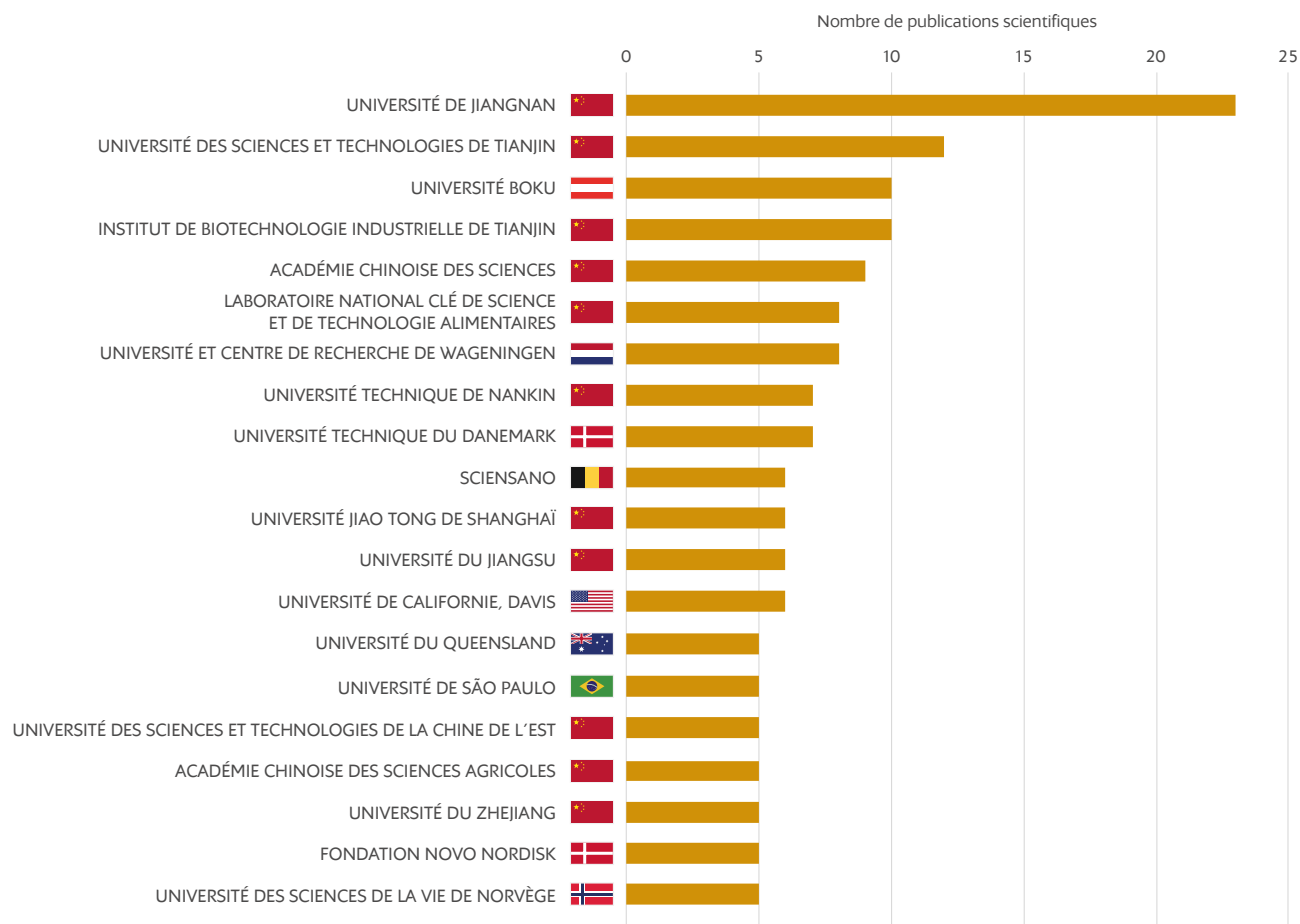


Fig. 7

Classement des principaux organisme de recherche selon le nombre de publications scientifiques affiliées (2013-2024)



Source : Open Alex, Traitement INPI 2025

Parmi les principales institutions identifiées dans ce domaine, 55 % sont d'origine chinoise. On retrouve également six entités européennes dans ce classement, dont l'université BOKU en Autriche, qui occupe la troisième place. Spécialisée dans les sciences du vivant, l'université BOKU a ouvert en 2025 un département dédié aux biotechnologies et aux sciences des aliments³².

Concernant la France, notre corpus recense 17 institutions distinctes, parmi lesquelles l'Institut Micalis. Cet institut est le fruit d'une collaboration entre l'INRAE, AgroParisTech et l'Université Paris-Saclay, et se consacre à la recherche innovante en microbiologie de l'alimentation et de la santé³³.

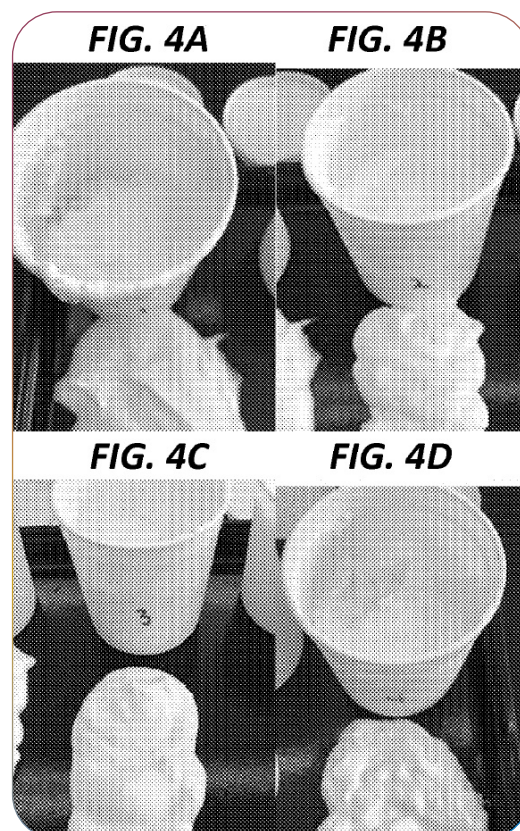


Figure 4 de la demande WO2022/039281
« Procédés de production de yaourts brassés »
codéposée le 18.08.2021 par AJINOMOTO et AMANO ENZYME

³² Source : Boku University

³³ Source : Micalis

Face à l'ampleur des défis démographiques, environnementaux et sanitaires mondiaux, l'innovation issue de la « *food science* » apparaît comme un levier essentiel pour transformer nos systèmes alimentaires. D'ici 2050, la population mondiale devrait approcher les 10 milliards d'individus, exigeant une hausse de 70 % de la production agricole dans un contexte de raréfaction des ressources et de dérèglement climatique. Pour relever ce défi, la France et l'Europe doivent accélérer la transition vers des modèles alimentaires durables, résilients et compétitifs, en s'appuyant sur la dynamique de l'innovation scientifique et technologique observée ces dernières années.

Les chiffres sont parlants : entre 2013 et 2024, les brevets multi-pays sur les protéines végétales ont progressé de 157 %, ceux sur les algues de 72 % et sur la fermentation de 71 %, illustrant une compétition mondiale croissante et un intérêt stratégique pour les alternatives protéiques et les procédés innovants. Les grands groupes agroalimentaires, les start-up innovantes et les organismes publics contribuent activement à cette dynamique, soutenus par un écosystème de collaborations internationales (86 % des publications françaises sont co-signées avec des partenaires étrangers) et par des dispositifs de financement majeurs comme France 2030.

Dans un contexte de concurrence accrue avec les puissances américaines et asiatiques, l'innovation dans les nouveaux aliments durables constitue un axe stratégique mais ne sauraient à elles seules garantir la compétitivité : elles doivent s'inscrire dans une approche globale, combinant valorisation de la recherche, protection intellectuelle, structuration des filières et accompagnement des porteurs de projets, pour transformer le potentiel scientifique et technologique en avantages économiques et sociétaux tangibles.

Plusieurs défis demeurent : l'acceptabilité des nouveaux aliments par les consommateurs, l'accès effectif au marché, l'adaptation des cadres réglementaires et la valorisation économique des résultats de la recherche. Pour que le potentiel d'innovation se traduise en retombées concrètes – économiques, sanitaires et environnementales – il sera essentiel de :

- ▶ Accompagner les porteurs d'innovation tout au long de la chaîne de valeur, jusqu'à la conquête et la maturité commerciale sur leur marché,
- ▶ Mobiliser pleinement les dispositifs de soutien nationaux et européens,
- ▶ Renforcer la coordination des politiques publiques, notamment à l'échelle européenne,
- ▶ Favoriser les synergies entre grands groupes, PME, start-up et recherche publique.

La transition vers des systèmes alimentaires plus durables, justes et sains ne peut se faire sans une politique volontariste d'innovation, portée par une vision stratégique et une mobilisation collective de tous les acteurs. Forte de ses atouts scientifiques et de son ouverture internationale, la « *food science* » française a un rôle clé à jouer dans la transition vers des systèmes alimentaires plus durables et souverains. La capacité à valoriser et protéger ses innovations sera la clé d'une compétitivité pérenne sur la scène mondiale.

Brevet : l'étude porte sur les demandes de brevets en cours d'examen publiés et les brevets délivrés, ainsi que les certificats et modèles d'utilité publiés.

Comptage : cette étude repose sur un compte de présence qui est une méthode par décompte entier. Dès que l'acteur est présent dans une demande de brevet, il est crédité d'une participation unitaire. C'est une logique de participation.

Consolidation : les données utilisées dans cette étude ont été extraites à l'aide de requêtes sur l'outil Questel Orbit Intelligence. Cet outil permet d'harmoniser et de consolider le nom des déposants. La consolidation mise en œuvre par Questel Orbit Intelligence associe chaque déposant à sa société mère (variable « Parent company ») lorsque cela est pertinent. Cette approche permet de regrouper les titres de brevets sous l'entité principale du groupe et d'obtenir ainsi une vision plus précise de la répartition réelle des droits de propriété intellectuelle.

Déposant : le déposant est la personne morale ou physique qui soumet une demande de brevet auprès d'un office de propriété intellectuelle. Lorsqu'une demande de brevet est acceptée, le déposant obtient un droit exclusif sur l'exploitation de son innovation.

Dans le cadre de cette étude, le terme « déposant » est utilisé de manière plus large pour désigner le détenteur des droits du brevet. Cela peut inclure non seulement le déposant lui-même, mais aussi sa maison mère ou une entité tierce à laquelle le déposant a cédé ses droits.

Extension et familles internationales de brevets : Un brevet est considéré comme étendu lorsque l'invention est protégée dans son pays d'origine ainsi que dans au moins un autre pays. Dans le cadre de cette étude, la notion de « familles de brevets multi-pays » est utilisée par convention pour désigner des familles de brevets composées d'au moins deux publications dans des juridictions nationales distinctes ainsi que les publications européennes (EP) et les demandes internationales PCT (WO) car ces juridictions permettent de cibler plusieurs pays. La procédure PCT (Traité de coopération en matière de brevets) se compose d'une phase internationale d'une durée de 30 ou 31 mois, suivie d'une entrée en phase nationale ou régionale.

Famille de brevets : l'unité de compte des portefeuilles de brevets est le nombre de familles de brevets. Une famille de brevets regroupe l'ensemble des publications de brevets d'une même invention, sur un ou plusieurs territoires. Chaque famille est identifiée grâce à la demande de brevet publiée la plus ancienne, appelée « priorité ». L'année de la priorité est utilisée pour dater l'invention et le code de l'office de la priorité permet d'identifier la voie de dépôt initiale qui, lorsqu'elle est nationale, permet d'identifier l'origine géographique de l'invention.

Harmonisation : les données utilisées dans cette étude ont été extraites à l'aide de requêtes sur l'outil Questel Orbit Intelligence. Cet outil permet d'harmoniser les noms des déposants de brevets en regroupant les différentes variantes sous lesquelles un même déposant peut apparaître (par exemple : CNRS, C.N.R.S., Centre national de la recherche scientifique, etc.).

Une étape de consolidation est également prévue, qui consiste à associer chaque déposant à sa société mère (variable « Parent company »).

Pays de priorité : la priorité permet d'identifier la voie de dépôt initiale, qui, lorsqu'elle est nationale, révèle l'origine géographique de l'invention. Le premier dépôt peut également être effectué auprès d'un office régional, tel que l'Office Européen des Brevets (OEB), ou à l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI).

Pays de protection : ce terme désigne les pays où une protection est demandée, c'est-à-dire ceux dans lesquels un dépôt de brevet a été effectué, que ce soit par le dépôt de la priorité ou par le principe de l'extension. Cela inclut également les pays qui seront validés ou désignés à l'issue des procédures européennes ou internationales.

Corpus brevets : les corpus de familles de brevets analysés dans cette étude proviennent de la base de données Questel Orbit Intelligence.

REQUÊTE PRINCIPALE SUR LES PROTÉINES VÉGÉTALES :	
1	((((PLANT?? 1D (PROTEIN?? OR PEPTID?? OR AMINO_ACID?? OR PROTEIN)) OR (VEGETABLE?? 1D (PROTEIN?? OR PEPTID?? OR AMINO_ACID??)) OR (PLANT_BASED 1D (PROTEIN?? OR PEPTID?? OR AMINO_ACID??)) OR (((LEGUME OR LEGUMINEUSE OR BEAN? OR LENTIL? OR CHICKPEA? OR FA?A_BEAN? OR SPLIT_PEA? OR LUPIN? OR SOYBEAN? OR LENTILLE? OR POIS_CHICHE? OR FEVE OR FAVA OR FABACE? OR HARICOT? OR FEVEROL?ES OR VICIA_FABA) 3D (PROTEIN?? OR PEPTIDE?? OR AMINO_ACID??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR (LEGUMINEUSE?? 2D (PROTEIN?? OR PEPTID?? OR AMINO_ACID??)) OR (((WHEAT OR FLAX OR RICE OR CORN OR MAIS? OR BLE OR RIZ OR LIN OR SESAME? OR CEREAL??) 3D (PROTEIN?? OR PEPTIDE?? OR AMINO_ACID??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR (((RAPESEE? OR COLZA? OR BRASSICA+ OR ALMOND OR AMANDE OR SUNFLOWER OR TOURNESOL OR SESAME? OR HEMP? OR CANNABIS OR CHANVRE OR COT?ON OR ARACHIDE? OR PEANUT?) 3D (PROTEIN?? OR PEPTIDE??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR (BOTANICAL? 1D (PROTEIN?? OR PEPTID?? OR AMINO_ACID??)) OR (PHYTO_PROTEIN?? OR (PHYTO+ 1D (PROTEIN?? OR PEPTID?? OR AMINO_ACID??))) OR ((PROTEIN?? OR PEPTID?? OR AMINO_ACID??) 2D VEGETA??)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND ((A23#)/IPC/CPC OR (A23V)/CPC)) OR (A23J-001/12 OR A23J-001/14 OR A23J-003/14 OR (A23J-003/04 AND (A23J-003/22 OR A23J-003/30)))/IPC/CPC
2	(1 AND A23#/CPC/IPC) NOT (C12N-015/74 OR C12N-015/70 OR A01N OR A61K OR A23J-001/18 OR A23J-001/20 OR A23J-001/02 OR A23J-001/04 OR A23J-001/06 OR A23J-001/08 OR A23J-001/10 OR A23J-003/20 OR A23K-010/20 OR E### OR F### OR G### OR H### OR D###)/CPC/IPC
3	(A23J-003/14 OR A23J-001/14 OR A23J-001/12 OR A23J-001/007 OR A23J-001/005 OR A23J-001/16 OR A23V-2250/548)/IPC/CPC OR (A23J-001/006/CPC/IPC NOT (ALGUE? OR ALGA? OR ALGE? OR SEAWEEED?)/AB/OBJ/ADB/CLMS)
4	(3 OR 2)

SOUS REQUÊTES SUR LES PROTÉINES VÉGÉTALES :	
<p>Succédanés de lait/produit laitier : 4 AND ((A23C-011/00 OR A23C-020/00 OR A23L- 009/24)/IPC/CPC OR ((+CASEIN+ OR +LACTALBUMIN+ OR +LACTOGLOBULIN+ OR LACTOFERRIN OR WHEY_PROTEIN? OR (LACTO_SERUM) OR (PROTEINE? 1D LAIT+) OR (PRODUIT? 1D LAIT+) OR MILK_PROTEIN? OR DAIRY OR MILK? OR BUTTER OR CHEES+ OR YOG?URT OR CREAM_CHEESE) S (NON_ANIMAL OR SUCCEDANE? OR NON-ANIMAL OR ANIMAL-FREE OR ANIMAL_FREE OR ANALOG+ OR SUBSTITUT+ OR PLANT_BASED OR LIKE OR SIMULAT+ OR REPLAC+))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)</p> <p>Succédanés de viandes : 4 AND (((MEAT+ OR VIANDE? OR BACON? OR SAUSAGE? OR LEAN OR FLESH OR PIG? OR PORK? OR BEEF OR LAMB? OR STEAK? OR CHICKEN OR FILLET? OR FILET? OR +BURGER? OR RIB? OR ROAST? OR CHORIZO OR EGG? OR POULTRY) 3D (SUBSTITUT+ OR ANALOG+ OR MIMIC? OR FAKE? OR RE-PLICA+ OR ALTERNATIV+ OR REPLAC+ OR PLANT+ OR VEGAN? OR VEGETARI?N+ OR SIMULAT+ OR IMITAT+ OR MOCK OR NON_ANIMAL OR PRETEND OR RESEMBL+)) OR (MEAT_LESS OR MEAT_FREE OR MEAT_SUBSTITU+ OR MEAT_MIMIC+ OR MEAT_LIKE OR MEAT_REPLICA+ OR MEAT_MIMIC+ OR MEAT_SIMULAT+ OR MEAT_RESEMB+))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)</p> <p>Succédanés de poissons : 4 AND ((A23L-017/35/CPC/IPC) OR (((FISH+) S (SUBSTITUT+ OR REPLAC+ OR FAK+ OR REPLICA+ OR ANALOG+ OR MIMIC+ OR SIMULAT+ OR RESEMBL+)) OR ((SEA_FOOD_LIKE OR SEA_FOOD_ANALOG+ OR SEA_FOOD_ANALOG+ OR SEA_FOOD_SUBSTIT+ OR SEA_FOOD_SIMULAT+) OR (FISH_LIKE OR FISH_ANALOG+ OR FISH_SUBSTIT+ OR FISH_SIMULAT+)))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)</p> <p>Hydrolysats : 4 AND ((A23J-003/30 OR A23V-2250/55)/IPC/CPC OR (HYDROLYSA+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)</p> <p>Alimentation animale : 4 AND (A23K)/IPC/CPC</p> <p>Agent fonctionnel & organoleptique : 4 AND ((A23V-2200 NOT (A23V-2200/3?? OR A23V-2200/08 OR A23V-2200/09)) OR A23L-033 OR A23L-029)/CPC/IPC</p> <p>Procédés de texturation : 4 AND (A23J-003/2??)/IPC/CPC</p> <p>Procédés de texturation hors extrusion : 4 AND (A23J-003/2?? NOT A23J-003/26)/IPC/CPC</p> <p>Variétés végétales et OGM : 4 AND (A01H OR C12N-015/09)/IPC/CPC</p> <p>Protéines d'oléagineux : 4 AND ((((RAPESEE? OR COLZA? OR BRASSICA+ OR ALMOND OR AMANDE OR SUNFLOWER OR TOURNESOL OR SESAME? OR HEMP? OR CANNABIS OR CHANVRE OR COT?ON OR ARACHIDE? OR PEANUT?) 3D (PROTEIN?? OR PEPTIDE?? OR AMINO_ACID??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)</p> <p>Protéines de légumineuses : 4 AND (((((LEGUME OR LEGUMINEUSE OR BEAN? OR LENTIL? OR CHICKPEA? OR FA?A_BEAN? OR SPLIT_PEA? OR LUPIN? OR SOYBEAN? OR LENTILLE? OR POIS_CHICHE? OR FEVE OR FAVA OR FABACE? OR HARICOT? OR FEVEROL?ES OR VICIA_FABA) 3D (PROTEIN?? OR PEPTIDE?? OR AMINO_ACID??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR (A23J-001/14)/IPC/CPC)</p> <p>Protéines de céréales : 4 AND (((((WHEAT OR FLAX OR RICE OR CORN OR MAIS? OR BLE OR RIZ OR LIN OR SESAME? OR CEREAL??) 3D (PROTEIN?? OR PEPTIDE?? OR AMINO_ACID??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)OR (A23J-001/12)/IPC/CPC)</p>	

REQUÊTE PRINCIPALE SUR LES ALGUES :

1	(((RED D ALGA+) OR (ALGUE? D ROUGE?)) OR RODOPHY+ OR EURHODOPHYTINA OR BANGIOPHYCEAE OR FLORIDEOPHYCEAE OR PROTEORHODOPHYTINA OR CYANIDIOPHYCEAE OR COMPSOPOGONOPHYCEAE OR PORPHYRIDOPHYCEAE OR RHODELLOPHYCEAE OR STYLONEMATOPHYCEAE OR CYANIDIOPHYTINA OR CYANIDIOPHYCEAE OR BANGIALES OR GONIOTRICHAELES OR HILDENBRANDIOPHYCIDAE OR HILDENBRANDIALES OR NEMALIOPHYCIDAE OR ACROCHAETALES OR BALBIALES OR BALLIALES OR BATRACHOSPERMALES OR COLACONEMATOALES OR NEMALIALES OR PALMARIALES OR ENTWISLEIALES OR THOREALES OR CORALLINOPHYCIDAE OR CORALLINALES OR RHODOGORGONALES OR HAPALIDIALES OR SPOROLITHALES OR AHNFEITOPHYCIDAE OR AHNFEITIALES OR PIHIELLALES OR RHODYMENIOPHYCIDAE OR BONNEMAISONIALES OR CERAMIALES OR GELIDIALES OR GIGARTINALES OR GIGARTINA+ OR GRACILARIA+ OR GRACILARIA_CORONOPIFOLIA OR HALYMENIALES OR NEMASTOMATALES OR PEYSSONNELIALES OR PLOCAMIALES OR RHODYMENIALES OR ACROSYPHYTALES OR ATRACTOPHORALES OR CATENELLOPSIDAE OR SEBDENIALES OR CYANIDIACEAE OR GALDIERIACEAE OR CYANIDIOSCHYZON OR GALDIERIA OR COMPSOPOGONALES OR ERYTHROPELITDALES OR RHODOCHAETALES OR COMPSOPOGONACEAE OR COMPSOPOGONALES OR ERYTHROPELITIDACEAE OR GONIOTRICHACEAE OR PORPHYRIDIALES OR PORPHYRIDUM OR CYANIDIOPHYTINA OR RHODELLA OR COMPSOPOGON OR STYLONEMA OR BANGIA OR HILDENBRANDIA OR NEMALION OR CORALLINA+ OR AHNFEITIA OR GELIDIUM OR PORPHYRA OR PYROPYA OR ACANTHOPHORA OR FURCELLARIA OR FURCELLARIA_LUMBRICALIS OR PALMARIA OR PALMARIA_PALMATA OR DULSK OR DILISK OR DILISK OR DILISK OR JANIA OR GRATELOUPIA_ELLIPTICA OR GRATELOUPIA OR LITHOTHAMNION_CALCAREUM OR LITHOTHAMNION OR LAURENCIA_UNDULATE OR LAURENCIA OR POLYPORES OR CALLOPHYLLIS OR KALLYMENIACEAE OR AGAROPHYTON_CHILENSIS OR AGAROPHYTON OR KAPPAPHYCUS_ALVAREZII OR KAPPAPHYCUS OR CHONDRUS OR EUCEUMA)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (PROTEIN??? OR NUTRIMENT? OR NUTRIEN?? OR GRAISSE+ OR FAT+ OR +EIWEISS+ OR +FETT+ OR +LIPID+ OR +SACCHARIDE? OR SUGAR+ OR +CARBOHYDRA+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND ((A23#/IPC/CPC OR (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR (C12#/IPC/CPC AND ((FOOD? OR EDIBLE? OR ALIMENTAIRE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR A23#/CPC/IPC)))
2	(ALGUE? OR ALGA? OR ALGE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND ((A23#/IPC/CPC OR (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR (C12#/IPC/CPC AND ((FOOD? OR EDIBLE? OR ALIMENTAIRE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENT? OR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR A23#/CPC/IPC)))
3	((LAMINARIA_DIGITATA) OR (LAMINARIA_HYPERBOREA) OR (SACCHARINA_LATISSIMA) OR (FUCUS_VESICULOSUS) OR (ASCOPHYLLUM_NODOSUM) OR (UNDARIA_PINNATIFIDA) OR (CHONDRUS_CRISPUS) OR (PORPHYRA_UMBILICALIS) OR (PYROPIA_YEZOENSIS) OR (GELIDIUM_AMANSII) OR (GRACILARIA_GRACILIS) OR (PALMARIA_PALMATA) OR (ULVA_LACTUCA) OR (ULVA_INTESTINALIS))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND ((A23#/IPC/CPC OR (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR (C12#/IPC/CPC AND ((FOOD? OR EDIBLE? OR ALIMENTAIRE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENT? OR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR A23#/CPC/IPC)))
4	((CHLORELLA_SOROKINIANA) OR (DUNALIELLA_SALINA) OR (GRAESIELLA_EMERSONII) OR (HAEMATOCOCCUS_LACUSTRIS) OR (JAAGICHLORELLA_LUTEOVIRIDIS) OR (PARACHLORELLA_KESSLERI) OR (SCENEDESMUS_VACUOLATUS) OR (LIMNOSPIRA_FUSIFORMIS) OR (LIMNOSPIRA_INDICA) OR (LIMNOSPIRA_MAXIMA) OR (SPIRULINA_MAJOR))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND ((A23#/IPC/CPC OR (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR (C12#/IPC/CPC AND ((FOOD? OR EDIBLE? OR ALIMENTAIRE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENT? OR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR A23#/CPC/IPC)))
5	(((BROWN D ALGA+) OR (ALGUE? D BRUNE?)) OR PH?EOPHYC+ OR FUCUS OR FUCALES OR FUCUS_VESICULOSUS OR BLADDER_WRAK OR SEA_GRAPE+ OR BLACK_TANG OR SEA_OAK OR CHORDA_FILUM OR CHORDA OR CHORDACEAE OR (DEAD D MAN?? D ROPE) OR LAMINARIA+ OR LAMINARIA_DIGITATA OR WAKAME OR OAR_WEED OR ASCOPHYLLUM_NODOSUM OR ASCOPHYLLUM OR SARGASSUM OR SARGASSUM_FUSIFORME OR HIJIKI OR HIZIKI OR HIZIKIA OR ECKLONIA OR ECKLONIA_KURUME OR ACRACRAPIA OR ANTHOPHYCUS OR AXILLARIAELLA OR BIFURCARIA OR BRASSICOPHYCUS OR CARPOGLOSSUM OR CARPOPHYLLUM OR CAULOCYSTIS OR COCOPHORA OR CYSTOPHORA OR CYSTOSEIRA OR HALIDRYS OR HOMORHYSIS OR LANDSBUGIDIA OR MYAGROSIPS_MYAGROIDES OR MYRIODESMA OR NIZAMUDDINIA OR ORESTEDIA OR PALAEOLAHIDRYS OR PHYLLITICHA OR PLATYTHALIA OR POLYCLADA OR SARGASSOPSIS OR SARGASSUM OR TREVISAN OR SARGASSUM OR SCABERIA OR SIRPOPHYSALIS OR STEPHANOCYSTIS OR STOLONOPHORA OR TUBINARIA OR ARBOFILARIA OR ACINARIA OR ASCYSTIS OR ALGISORBONIA OR BACCALARIA OR BOSSELVILLEA OR CARPANTHUS OR CARPODESMIA OR CASTRATILLA OR CHORDOPHYLLUM OR CYSTOPHYLLUM OR ENCHPORA OR GONGOLARIA OR HALOCHLORA OR HIZIKIA OR MONILIFERA OR MYLOMONIFERA OR NUERODIANA OR NEOPADYSTOMUM OR NEUROTHALIA OR PHALCANTHRA OR PLATYTHALIA OR PTEROCLADUM OR PYCNOCHRYPS OR SARGASSOPSIS OR NIZAMUDDIN OR SCAENOPHORA OR SCAENOPHORA OR SCHIZOTRICA OR SCHIZOTRICA OR STREPTANTHOS OR HYPHILANTHUS OR MOZUKU OR NEMACYTOSIS OR NEMACYTOSIS_DECIPENS OR RUGULOPTERYX OR RUGULOPTERYX_OKAMURAE OR SACCHARINA OR SACCHARINA_JAPONICA OR SACCHARIZA_DEMITATA OR SEA_BELTS OR SEA_BELTS OR LAMINARIALES OR ALARIA_ESCULENTA OR KELP OR DABBERLOCKS OR MACROCYSTIS OR DICTYOTA OR DICTYOTACEAE OR PADINA OR SACHCHARINA OR SACCHAROMYCETALES OR SACCHAROMYCETIDAE OR SPHACELARIA OR SPHACELARIALES OR STILLOPTERIS OR STILLOPTERIDAE OR LESSONIA OR LESSONIA_NIGRESCENS OR MACROCYSTIS)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND ((A23#/IPC/CPC OR (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENT OR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR (C12#/IPC/CPC AND ((FOOD? OR EDIBLE? OR ALIMENTAIRE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR A23#/CPC/IPC)))
6	((CHLOROPHYTA OR PRASINOPHYTA OR CAULERPA+ OR CAULERPA_LENTILLIFERA OR LATOK OR MONOSTROMA OR ULVA_LACTUCA OR ULVA OR SEA_LETTUCE OR GREEN_LAVER? OR ULVA_INTESTINALIS OR ULVACEAE OR CHAETOMORPHA OR BRYOPSIS OR BRYOPSI+ OR CAPSOSIPHON_FULVESCENS OR CAPSOSIPHON OR ENTEROMORPHA OR ULVARIA OR CODIUM OR CODIUM_FRAGILE OR (DEAD D MAN?? D FINGER) OR PRASIOLA OR PRASIOLA_JAPONICA)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (PROTEIN??? OR NUTRIMENT? OR NUTRIEN?? OR GRAISSE+ OR FAT+ OR +EIWEISS+ OR +FETT+ OR +LIPID+ OR +SACCHARIDE? OR SUGAR+ OR +CARBOHYDRA+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND ((A23#/IPC/CPC OR (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR (C12#/IPC/CPC AND ((FOOD? OR EDIBLE? OR ALIMENTAIRE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENT OR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR A23#/CPC/IPC)))
7	(A23J-001/009)/CPC/IPC OR (A23J-001/006)/CPC/IPC AND (ALGUE? OR ALGA? OR ALGE? OR SEAWEED?)/AB/OBJ/ADB/CLMS OR (C12R-001/89 AND A23#)/CPC/IPC OR ((C07K-014/405 OR C07K-004/08) AND A23#)/CPC/IPC

REQUÊTE PRINCIPALE SUR LES ALGUES :	
8	((GOLD OR GOLDEN) D ALGA+) OR CHRYSOPHYCEAE OR CHRYSOPHYT+ OR CHRYSOMONAD+ OR PRYMNESIUM OR PHAEOTHAMNIOPHY+ OR (CHLORELLA_SOROKINIANA) OR (DUNALIELLA_SALINA) OR (GRAESIELLA_EMERSONII) OR (HAEMATOCOCCUS_LACUSTRIS) OR (JAAGICHLORELLA_LUTEOVIRIDIS) OR (PARACHLORELLA_KESSLERI) OR (SCENEDESMUS_VACUOLATUS) OR (LIMNOSPIRA_FUSIFORMIS) OR (LIMNOSPIRA_INDICA) OR (LIMNOSPIRA_MAXIMA) OR (SPIRULINA_MAJOR))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (((A23#/IPC/CPC OR (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENTS OR ALIMENTOR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR C12#/IPC/CPC)AND (PROTEIN??? OR NUTRIMENT? OR NUTRIEN?? OR GRAISSE+ OR FAT+ OR +EIWEISS+ OR +FETT+ OR +LIPID+ OR +SACCHARIDE? OR SUGAR+ OR +CARBOHYDRA+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)
9	(1 OR 2 OR 3 OR 4 OR 5 OR 6 OR 7 OR 8) NOT ((C12C OR C12G OR C12F OR C12H OR C12L OR C12P-007/06 OR A61P OR C02F-011/04 OR A01P OR A01K-061 OR A01K-061 OR A01N OR B65# OR (A01H NOT (A01H-013/00)) OR E### OR F### OR G### OR H### OR D### OR C09# OR C05# OR C10# OR C02F OR A01# OR Y02W OR Y02E OR A61K OR A01C)/IPC/CPC OR (ANTI_ALG?E? OR INSECTIDE+ OR BIO-ETHANOL OR BIO_GAZ)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)
SOUS REQUÊTES SUR LES ALGUES :	
<p>Croissance des algues / Milieux de culture / Récolte : 9 AND (A01G-033 OR C12M OR A01D-044) /CPC/IPC</p> <p>Algues génétiquement modifiées & nouveautés végétales : 9 AND (C12N-001/13 OR A01H-013 OR C12N-015)/CPC/IPC</p> <p>Procédés industriels d'extraction : 9 AND (B01D OR C11B-001/10 OR C07K-001/14 OR C12M-047 OR C08B-037)/CPC/IPC</p> <p>Saccharides, polysaccharides & dérivés : 9 AND ((A23V-2250/24 OR A23V-2250/28 OR A23V-2250/50 OR C13K)/CPC/IPC OR (GLUCOSE? OR FRUCTOSE? OR GALACTOSE? OR MANNOSE? OR RIBOSE? OR XYLOSE? OR ARABINOSE? OR SACCHAROSE? OR LACTOSE? OR MALTOSE? OR TREHALOSE? OR RAFFINOSE? OR STACHYOSE? OR MALTO-DEXTRIN? OR AMIDON? OR STARCH? OR GLYCOGENE? OR INULINE? OR CELLULOSE? OR DEXTROSE? OR SIROP DE GLUCOSE? OR GLUCOSE SYRUP? OR SIROP DE FRUCTOSE? OR FRUCTOSE SYRUP? OR SIROP DE MAIS? OR CORN SYRUP? OR ISOGLUCOSE? OR SUCRE INVERTI? OR INVERTED SUGAR? OR SORBITOL? OR MANNITOL? OR XYLITOL? OR ERYTHRITOL? OR MALTITOL? OR ISOMALT? OR LACTITOL? OR POLY-SACCHARIDE OR OLIGO_SACCHARIDE? OR MONO-SACCHARIDE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR ((FOOD? OR EDIBLE? OR ALIMENTAIRE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENT? OR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (CARRAGHENAN? OR KAPPA_CARRAGHENAN? OR IOTA_CARRAGHENAN? OR LAMBDA_CARRAGHENAN? OR AGAR? OR FUCAN? OR FUCOIDAN? OR ULVAN? OR ALGINATE? OR LAMINARIN? OR FLORIDEAN STARCH? OR AMIDON FLORIDEEN?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS))</p> <p>Lipides & huiles comestibles : 9 AND A23D/CPC/IPC</p> <p>Protéines : 9 AND (A23)/CPC/IPC</p> <p>Agents fonctionnels & organoleptiques : 9 AND ((A23V-2200 NOT (A23V-2200/3??? OR A23V-2200/08 OR A23V-2200/09)) OR A23L-033 OR A23L-029)/CPC/IPC</p> <p>Micro-algues : 9 AND (((GOLD OR GOLDEN) D ALGA+) OR CHRYSOPHYCEAE OR CHRYSOPHYT+ OR CHRYSOMONAD+ OR PRYMNESIUM OR PHAEOTHAMNIOPHY+ OR CHLORELLA OR ACETABULARIA OR XANTHOPHYCE+ OR DUNALIELLA OR CHLAMYDOMONAS OR (UNICELLULAR 2D ALGAE) OR (ALGUE 2D UNICELLULAIRE) OR MICRO_ALG?E? OR (CHLORELLA_SOROKINIANA) OR (DUNALIELLA_SALINA) OR (GRAESIELLA_EMERSONII) OR (HAEMATOCOCCUS_LACUSTRIS) OR (JAAGICHLORELLA_LUTEOVIRIDIS) OR (PARACHLORELLA_KESSLERI) OR (SCENEDESMUS_VACUOLATUS) OR (LIMNOSPIRA_FUSIFORMIS) OR (LIMNOSPIRA_INDICA) OR (LIMNOSPIRA_MAXIMA) OR (SPIRULINA_MAJOR))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)</p>	

SOUS REQUÊTES SUR LES ALGUES :

Macro-algues :

((((RED D ALGA+) OR (ALGUE? D ROUGE?)) OR RODOPHY+ OR EURHODOPHYTINA OR BANGIOPHYCEAE OR FLORIDEOPHYCEAE OR PROTEORHODOPHYTINA OR CYANIDIOPHYCEAE OR COMPSOPOGONOPHYCEAE OR PORPHYRIDIOPHYCEAE OR RHODELLOPHYCEAE OR STYLONEMATOPHYCEAE OR CYANIDIOPHYTINA OR CYANIDIOPHYCEAE OR BANGIALES OR GONIOTRICHALES OR HILDENBRANDIOPHYCIDAE OR HILDENBRANDIALES OR NEMALIOPHYCIDAE OR ACROCHAETALES OR BALBIALES OR BALLIALES OR BATRACHOSPERMALES OR COLACONEMATIALES OR NEMALIALES OR PALMARIALES OR ENTWISLEIALES OR THOREALES OR CORALLINOPHYCIDAE OR CORALLINALES OR RHODOGORGONALES OR HAPALIDIALES OR SPOROLITHALES OR AHNFELTIOPHYCIDAE OR AHNFELTIALES OR PIHIELLALES OR RHODYMENIOPHYCIDAE OR BONNEMAISONIALES OR CERAMIALES OR GELIDIALES OR GIGARTINALES OR GIGARTINA+ OR GRACILARIA+ OR GRACILARIA_CORONOPHOLIA OR HALYMENIALES OR NEMASTOMATALES OR PEYSSONNELIALES OR PLOCAMIALES OR RHODYMENIALES OR ACROSYMPHYTALES OR ATTRACTOPHORALES OR CATENELLOPSIDAE OR SEBDENIALES OR CYANIDIACEAE OR GALDIERIACEAE OR CYANIDIOSCHYZON OR GALDIERIA OR COMPSOPOGONALES OR ERYTHROPELITDALES OR RHODOCHAETALES OR COMPSOPOGONACEAE OR COMPSOPOGONALES OR ERYTHROPELITIDACEAE OR GONIOTRICHACEAE OR PORPHYRIDIALES OR PORPHYRIDIUM OR CYANIDIOPHYTINA OR RHODELLA OR COMPSOPOGON OR STYLONEMA OR BANGIA OR HILDENBRANDIA OR NEMALION OR CORALLINA+ OR AHNFELTIA OR GELIDIUM OR PORPHYRA OR PYROPY OR ACANTHOPHORA OR FURCELLARIA OR FURCELLARIA_LUMBRICALIS OR PALMARIA OR PALMARIA_PALMATA OR DULSE OR DILISK OR DILISK OR CREATHNACH OR JANIA OR GRATELOUPIA_ELLIPTICA OR GRATELOUPIA OR LITHOTHAMNION_CALCAREUM OR LITHOTHAMNION OR LAURENCIA_UNDULATE OR LAURENCIA OR POLYPORES OR CALLOPHYLLIS OR KALLYMENIACEAE OR AGAROPHYTON_CHILENSIS OR AGAROPHYTON OR KAPPAPHYCUS_ALVAREZII OR KAPPAPHYCUS OR CHONDRUS OR EUCHEUMA)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR (((CHLOROPHYTA OR PRASINOPHYTA OR CAULERPA+ OR CAULERPA_LENTILLIFERA OR LATOK OR MONOSTROMA OR ULVA_LACTUCA OR ULVA OR SEA_LETTUCE OR LAVER? OR ULVA_INTESTINALIS OR ULVACEAE OR CHAETOMORPHA OR BRYOPSIS OR BRYOPSIS+ OR CAPSOSIPHON_FULVESCENS OR CAPSOSIPHON OR ENTEROMORPHA OR ULVARIA OR CODIUM OR CODIUM_FRAGILE OR (DEAD D MAN?? D FINGER) OR PRASIOLOA OR PRASIOLOA_JAPONICA)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (PROTEIN?? OR NUTRIMENT? OR NUTRIEN?? OR GRAISSE+ OR FAT+ OR +EIWEISS+ OR +FETT+ OR +LIPID+ OR +SACCHARIDE? OR SUGAR+ OR +CARBOHYDRA+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)) OR (((BROWN D ALGA+) OR (ALGUE? D BRUNE?)) OR PH?EOPHYC+ OR FUCUS OR FUCALES OR FUCUS_VE-SICULOSUS OR BLADDER_WRAK OR SEA_GRAPE+ OR BLACK_TANG OR SEA_OAK OR CHORDA_FILUM OR CHORDA OR CHORDACEAE OR (DEAD D MAN?? D ROPE) OR LAMINARIA+ OR LAMINARIA_DIGITATA OR WAKAME OR OAR_WEED OR ASCOPHYLLUM_NODOSUM OR ASCOPHYLLUM OR SARGASSUM OR SARGASSUM_FUSIFORME OR HIJIKI OR HIZIKI OR HIZIKIA OR ECKLONIA OR ECKLONIA_KURUME OR ACRACRAPIA OR ANTHOPHYCUS OR AXILLARIAELLA OR BIFURCARIA OR BRASSICOPHYCUS OR CARPOGLOSSUM OR CARPOPHYLLUM OR CAULOCYSTIS OR COCOPHORA OR CYSTOPHORA OR CYSTOSEIRA OR HALIDRYS OR HOMORHYSIA OR LANDSBUGIDIA OR MYAGROSIPS OR MYAGROSIPS_MYAGROIDES OR MYRIODESMA OR NIZAMUDDINIA OR ORESTEDIA OR PALAEOLAHIDRYS OR PHYLLITICHA OR PLATYTHALIA OR POLYCLADA OR SARGASSOPSIS OR SARGASSUM OR TREVISAN OR SARGASSUM OR SCABERIA OR SIRPOPHYSALIS OR STEPHANOCYSTIS OR STOLONOPHORA OR TUBINARIA OR ARBOFILARIA OR ACINARIA OR ASCYSTIS OR ALGISORBONIA OR BACCALARIA OR BOSSELVILLEA OR CARPANTHUS OR CARPODESMIA OR CASTRATILLA OR CHORDOPHYLLUM OR CYSTOPHYLLUM OR ENCHPORA OR GONGOLARIA OR HALOCHLORA OR HIZIKIA OR MONILIFERA OR MYLOMONIFERA OR NUERODIANA OR NEOPADYSTOMUM OR NEUROTHALIA OR PHALCANTHRA OR PLATYTHALIA OR PTEROCLADUM OR PYCNOCHRYS OR SARGASSOPSIS OR NIZAMUDDIN OR SCAENOPHORA OR SCAENOPHORA OR SCHIZOTRICA OR SCHIZOTRICA OR STREPTANTHOS OR HYPHILANTHUS OR MOZUKU OR NEMACYTOSIS OR NEMACYTOSIS_DECIPIENS OR RUGULOPTERYX OR RUGULOPTERYX_OKAMURAE OR SACCHARINA OR SACCHARINA_JAPONICA OR SACCHARIZA_DEMITATA OR SEA_BELTS OR SEA_BELTS OR LAMINARIALES OR ALARIA_ESCULENTA OR KELP OR DABBERLOCKS OR MACROCYSTIS OR DICTYOTA OR DICTYOTACEAE OR PADINA OR SACHHARINA OR SACCHAROMYCETALES OR SACCHAROMYCETIDAE OR SPHACELARIA OR SPHACELARIALES OR STILLOPTERIS OR STILLOPTERIDAE OR LESSONIA OR LESSONIA_NIGRESCENS OR MACROCYSTIS)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)) AND 9

REQUÊTE PRINCIPALE SUR LA FERMENTATION :

1	(FERMENT+ OR BIO_REA?T+ OR BIO_REFINE+ OR BIO_CHEMICAL_REACT+ OR (SOLID?? 2D FERMENTATION??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS
2	(C12C OR C12G OR C12H OR C12P OR C12N OR C12R OR C12P)/IPC/CPC
3	(A23#/CPC/IPC)
4	(A23J-001/18 OR A23J-001/008 OR A23K-010/10 OR A23V-2250/546)/CPC/IPC OR ((A23J-003/20)/CPC/IPC NOT (+ALGAE? OR +ALGUE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR ((C12P OR C12N) AND (A23# NOT (A23B OR A23P OR A23N)) AND (C12R-001/01 OR C12R-001/645 OR C12N-001/20))/IPC/CPC
5	(2 AND 3 AND 1) OR 4
6	((((RECOMBINANT?? 4D (PROTEIN?? OR CELL? OR MICROBE? OR YEAST? OR BACTERIA? OR MICRO_ORGANISM?? OR STRAIN? OR FUNG?? OR CHAMPIGNON??)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (A23#)/CPC/IPC)) AND (C12#)/CPC/IPC
7	(5 OR 6) NOT ((C12C OR C12G OR C12F OR C12H OR C12L OR C12P-007/06 OR A61P OR C02F-011/04 OR A01P OR A01N OR B65# OR A61K OR E### OR F### OR H### OR D###)/IPC/CPC OR (ANTI_BIO? OR INSECTIDE+ OR BIO-ETHANOL OR BIO_GAS+ OR BIO_GAZ+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)

SOUS REQUÊTES SUR LA FERMENTATION :

Succédanés de lait/produit laitier :

7 AND ((A23C-011/00 OR A23C-020/00 OR A23L- 009/24)/IPC/CPC OR ((+CASEIN+ OR +LACTALBUMIN+ OR +LACTOGLOBULIN+ OR LACTOFERRIN OR WHEY_PROTEIN? OR (LACTO_SERUM) OR (PROTEINE? 1D LAIT+) OR (PRODUIT? 1D LAIT+) OR MILK_PROTEIN? OR DAIRY OR MILK? OR BUTTER OR CHEES+ OR YOG?URT OR CREAM_CHEESE)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS S (NON_ANIMAL OR SUCCEDANE? OR NON_ANIMAL OR ANIMAL_FREE OR ANIMAL_FREE OR ANALOG+ OR SUBSTITUT+ OR PLANT_BASED OR LIKE OR SIMULAT+ OR REPLAC+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS))

Succédanés de viandes :

7 AND (((MEAT+ OR VIANDE? OR BACON? OR SAUSAGE? OR LEAN OR FLESH OR PIG? OR PORK? OR BEEF OR LAMB? OR STEAK? OR CHICKEN OR FILLET? OR FILET? OR +BURGER? OR RIB? OR ROAST? OR CHORIZO OR EGG? OR POULTRY) 3D (SUBSTITUT+ OR ANALOG+ OR MIMIC? OR FAKE? OR REPLICA+ OR ALTERNATIV+ OR REPLAC+ OR PLANT+ OR VEGAN? OR VEGETARI?N+ OR SIMULAT+ OR IMITAT+ OR MOCK OR NON_ANIMAL OR PRETEND OR RESEMBL+)) OR (MEAT_LESS OR MEAT_FREE OR MEAT_SUBSTITU+ OR MEAT_MIMIC+ OR MEAT_LIKE OR MEAT_REPLICA+ OR MEAT_MIMIC+ OR MEAT_SIMULAT+ OR MEAT_RESEMB+))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS

Succédanés de poissons :

7 AND ((A23L-017/35/CPC/IPC) OR (((FISH+) S (SUBSTITUT+ OR REPLAC+ OR FAK+ OR REPLICA+ OR ANALOG+ OR MIMIC+ OR SIMULAT+ OR RESEMBL+)) OR ((SEA_FOOD_LIKE OR SEA_FOOD_ANALOG+ OR SEA_FOOD_ANALOG+ OR SEA_FOOD_SUBSTIT+ OR SEA_FOOD_SIMULAT+) OR (FISH_LIKE OR FISH_ANALOG+ OR FISH_SUBSTIT+ OR FISH_SIMULAT+)))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)

Alimentation animale :

7 AND (A23K)/IPC/CPC

Agent fonctionnel & organoleptique :

7 AND ((A23V-2200 NOT (A23V-2200/3??? OR A23V-2200/08 OR A23V-2200/09)) OR A23L-033 OR A23L-029)/CPC/IPC

Tous les micro-organismes :

7 AND (C12N-001/20 OR C12N-001/14 OR C12R-001/01 OR C12R-001/645)/CPC/IPC

Les bactéries SANS bactéries lactiques :

(7 AND (C12N-001/20 OR C12R-001/01)/CPC/IPC) NOT (C12R-001/225 OR C12R-2001/46 OR C12R-001/46 OR A23V-2400/00)/CPC/IPC

Les bactéries lactiques :

7 AND (C12R-001/225 OR C12R-2001/46 OR C12R-001/46 OR A23V-2400/00)/CPC/IPC

Champignons SANS levures :

(7 AND (C12N-001/14 OR C12R-001/645)/CPC/IPC) NOT (C12N-001/16 OR C12R-001/85 OR C12R-2001/85)/CPC/IPC

Levures :

7 AND (C12N-001/16 OR C12R-001/85 OR C12R-2001/85)/CPC/IPC

Alimentation animale :

7 AND (A23K/CPC/IPC)

Fermentation de précision :

7 AND ((RECOMBINANT?? 4D (PROTEIN?? OR CELL? OR MICROBE? OR YEAST? OR BACTERIA? OR MICRO_ORGANISM?? OR STRAIN? OR FUNG?? OR CHAMPIGNON??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR C12N-015/00/CPC/IPC)

Fermentation solide :

7 AND ((SOLID?? 2D FERMENTATION??)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS

Fermentation traditionnelle :

7 not ((7 AND ((RECOMBINANT?? 4D (PROTEIN?? OR CELL? OR MICROBE? OR YEAST? OR BACTERIA? OR MICRO_ORGANISM?? OR STRAIN? OR FUNG?? OR CHAMPIGNON??))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS OR C12N-015/00/CPC/IPC)) OR (7 AND (BIOMASS?? 1D FERMENTATION)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS))

Fermentation de biomasse :

7 AND (BIOMASS?? 1D FERMENTATION)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS

Valorisation de déchets :

7 AND (((WASTE? OR DECHET? OR CO_PRODU??? OR BIO_MASS??)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS) OR A23J-001/001/CPC/IPC)

Traitement des protéines issues de microorganismes :

7 AND ((A23J-003/20)/CPC/IPC NOT (+ALGAE? OR +ALGUE?)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS)

Les protéines :

7 AND (A23J OR C07K OR C12P-021/00)/CPC/IPC

Les sucres :

7 AND (C12P-019/00 OR A23V-2250/60 OR C13K OR A23V-2250/50 OR A23V-2250/28)/CPC/IPC

Les graisses/lipides :

7 AND (A23D)/CPC/IPC

REQUÊTE PRINCIPALE SUR LES NUTRIMENTS ISSUS DES INSECTES :

1	((ALLOMYRIA OR (DICHOTOMA NOT (MORTIERELLA_DICHOTOMA OR CORDIA_DICHOTOMA)) OR ANAPHE_INFRACTA OR ANAPHE_RECTICULATA OR ANAPHE VENATA OR GONIMBRASIA_BELINA OR GYNAISA_MAJA OR PROTAETIA OR BREVITARIS OR RHYNCHOPHORUS OR TENEBRIO_MOLITOR OR BEETLE? OR HETEOLIGUS_MELES OR ORYCTES_BOAS OR RHYNCHOPHORUS OR (GRASSHOPPER NOT (GRASSHOPPER 4D FUNG???)) OR RUSPOLIA_DIFFERENS OR CRICKET? OR ZONOCOERUS OR VARIEGATUS OR BRACHYTYPES OR GRYLUS_BIMACULATUS OR TELEOGRYLLUS_EMMA OR TERMITE? OR MACROTHERMES_BELlicosus OR MACROTHERMES_FALCIGER)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (A23#)/IPC/CPC)
2	((MACROTHERMES_NOTALENSIS OR APIS_MELLIFERA OR DRAGONFLY+ OR AESCHNA_MULTICOLOR OR CIRINA_FORDA OR GRYLLODES_SIGILLATUS OR SCHISTOCERCA_GREGARIA OR TENEBRIO_MOLITOR OR ORYCTES_OWARIENSIS OR HERMETIA_ILLUCENS OR ZOPHOBAS_MORIO OR ACHETA_DOMESTICUS OR BLAPTICA_DUBIA OR BOMBYX_MORI OR OXYA_VELOX OR OXYA_YEZOENSIS OR OXYA_JAPONICA OR VESPULE_Lewisii OR BOMBYX_MORI OR COCCOIDEA OR LOCUSTA_MIGRATORIA OR CICADAS OR ODONTOTERMES_FORMOSANUS OR ANAX_PARTHENOPE OR SAMIA_CYNTHIA OR CORIZUS_HYOSCYAMI OR SCHISTOCERCA_GREGARIA OR UDONGA_MONTANA OR OECOPHYLLA_SMARAGDINA OR MEIMUNA_OPALIFERA OR ALLONEMOBIUS_FASCIATUS OR ANUROGRYLLUS_ARBOREUS OR BELOSTOMATIDAE OR COTINIS_NITIDA OR OMPHISAFUSCIDENTALIS OR RHYNCHOPHORUS_FERRUGINEUS OR ANAPHE_RECTICULATE OR CIRINA_FORDA OR BRACHYTYPES_MEMBRANACEUS OR ANAPHE_VENATA OR RHYNCHOPHORUS_PHOENICIS OR ANALEPTES_TRIFASCIATA OR ORYCTES_BOAS OR ORYCTES_MONOCEROS OR SILK_WORM? OR PSEUDACANTHOTERMES_MILITARIS OR ((EDIBLE? OR COMESTIBLE?) 2D INSECT?))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (A23#)/IPC/CPC (A01K-067/30 OR A01K-067/60)/IPC/CPC AND (A23#)/IPC/CPC
3	(A01K-067/3?? OR A01K-067/6??)/IPC/CPC AND (A23#)/IPC/CPC
4	((INSECT+ OR +INSEKT+)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (Y02A-040/818)/CPC) AND (A23#)/CPC/IPC
5	(3 OR 4 OR 2 OR 1) NOT (A61K OR A01H OR A01N OR A01M OR C12N-005/071 OR C12N-005/04 OR A01G)/CPC/IPC

REQUÊTE PRINCIPALE SUR LA VIANDE ISSUE DE LA CULTURE CELLULAIRE :

1	(((((CELL_CULTUR?? OR LAB_GROWN OR CELL_BAS?? OR CELL_GROWN OR CELLULAR OR IN_VITRO OR STEM_CELL OR ???LABORATOIRE) 1D (CHICKEN OR AVIAN OR POULET? OR MEAT? OR FAT OR VIANDE? OR GRAISSE? OR +FLEISCH OR +FETT)) OR ((FISH OR +FISCH OR POISSON? OR SEAFOOD?) 2D (CELL_CULTUR??OR CELL_GROWN OR LAB_GROWN OR CELL_BAS?? OR CELLULAR OR IN_VITRO)))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND A23#/CPC/IPC) OR (((SYNTHETI??? OR ARTIFICI???? OR CULTIVAT?? OR CULTUR??) 1D (CHICKEN OR AVIAN OR POULET? OR MEAT? OR FAT OR VIANDE? OR GRAISSE? OR +FLEISCH OR +FETT)) OR ((SYNTHETI??? OR ARTIFICI????) 2D (FISH OR +FISCH OR POISSON? OR SEAFOOD?)))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (C12# AND A23#)/CPC/IPC) OR (((((CULTIVAT?? OR CULTUR??) 1D (CHICKEN OR AVIAN OR POULET? OR MEAT? OR FAT OR VIANDE? OR GRAISSE? OR +FLEISCH OR +FETT)) AND (SCAFFOLD OR ECHAFFAUDAGE OR «3D» OR THREE_DIMENSIONAL)) OR ((FISH OR +FISCH OR POISSON? OR SEAFOOD?) 2D (CELL_CULTUR??OR CELL_GROWN OR LAB_GROWN OR CELL_BAS?? OR CELLULAR OR IN_VITRO)))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND A23#/CPC/IPC)
2	((((CULTIVAT?? OR CULTUR?? OR CELL_CULTUR?? OR LAB_GROWN OR CELL_BAS?? OR CELL_GROWN OR CELLULAR OR SYNTHETI??? OR IN_VITRO OR ARTIFICI???? OR STEM_CELL OR ???LABORATOIRE) 1D (MEAT? OR CHICKEN OR AVIAN OR POULET? OR FAT OR VIANDE? OR GRAISSE? OR +FLEISCH OR +FETT)) OR ((FISH OR +FISCH OR POISSON? OR SEAFOOD?) 1D (CELL_CULTUR?? OR SYNTHETIC OR CELL_GROWN OR LAB_GROWN OR CELL_BAS?? OR CELLULAR OR IN_VITRO)))/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS AND (C12N OR C12M)/CPC/IPC AND (FOOD? OR EDIBLE? OR COMESTIBLE? OR ALIMENT? OR +ESSBAR+ OR +GENIESSBAR+ OR NOURRITURE? OR ALIMENTAIRE OR FOOD_INDUSTRIY OR AGRO_ALIMENTAIRE OR ALIMENTATION)/TI/AB/OBJ/ADB/CLMS
3	(2 OR 1) NOT (C12N-001/20 OR A61K-039/00 OR A01H OR C12P OR A61K-008/00 OR C02F OR A61P OR E### OR F### OR G### OR H### OR D###)/CPC/IPC

Corpus publications scientifiques : les corpus des publications scientifiques comptabilisées dans cette étude proviennent de la base de données Open Alex.

PROTÉINES VÉGÉTALES :

(Titre OR Abstract)	(«plant based» OR plants OR vegetal OR vegetable OR leguminous OR legume OR cereal) AND (protein OR peptide) AND (nutrition OR edible OR food OR nutraceutical)
Date de publication	(2000 – 2025)
Type de publication	(Article OR Book OR BookChapter OR Paratext OR Report OR Dissertation)

Post-traitement des données (Python) :

SÉLECTION DES SOUS-DOMAINES OPENALEX	MOTS-CLÉS EXCLUS
Animal Science and Zoology ; Food Science ; Insect Science ; Plant Science ; Endocrinology ; Diabetes and Metabolism ; Pharmacology ; Biotechnology ; Cell Biology ; Molecular Biology ; Nutrition ; Ecology ; Industrial and Manufacturing Engineering ; Biomedical Engineering ; Analytical Chemistry ; Electrochemistry ; Inorganic Chemistry ; Organic Chemistry ; Renewable Energy ; Sustainability and the Environment ; Atmospheric Science	vaccine ; vaccines ; vaccination ; antibody ; antibodies ; virus ; infection ; pathogen ; immune ; immunity ; antiviral ; antibiotic ; therapy ; diagnosis ; treatment ; disease ; syndrome ; clinical ; hospital ; medicine ; pharmaceutical ; epidemic ; pandemic ; healthcare ; surgeon ; surgery ; oncology ; cardiology ; cholesterol ; hepatitis ; antigen ; therapeutic ; therapeutical ; antimicrobial ; antibacterial ; antiviral ; inflammatory ; intestinal ; gut ; blood ; neurology ; radiology ; psychiatry ; anesthesia ; biomedicine ; prescription ; medication ; public health ; contagious ; biopharmaceutical ; pharmacology ; covid ; covid-19 ; anti-inflammatory ; odorant-binding ; neurons ; alzheimer ; digestion ; gastric ; medecine ; anti obesity ; gastrointestinal ; carcinoma ; hippocampus ; lipids ; lipid ; oil ; fatty acid ; fatty acids ; fuel ; fuels ; ethanol ; bioethanol ; biofuel ; energy ; biogas ; biodiesel ; packaging ; coatings ; coating ; film

ALGUES :	
(Titre OR Abstract)	(Rodophyta OR Eurhodophytina OR Bangiophyceae OR Florideophyceae OR Proteorhodophytina OR Cyanidiophyceae OR Compsopogonophyceae OR Porphyrediphyceae OR Rhodellophyceae OR Stylonematophyceae OR Cyanidiophytina OR Bangiales OR Goniotrichales OR Hildenerandiophycidae OR Hildenerandiales OR Nemaliophycidae OR Acrochaetiales OR Salbianiales OR Balliales OR Batrachospermales OR Colaconematales OR Nemaliales OR Palmariales OR Entwisleiales OR Thoreales OR Corallinophycidae OR Corallinales OR Rhodogorgonales OR Hapalidiales OR Sporolithales OR Ahnfeltiophycidae OR Ahnfeltiales OR Pimeliiales OR Rhodymeniophycidae OR Bonnemaisoniales OR Ceramiales OR Gelidiales OR Gigartinales OR Halymeniales OR Nemastomatales OR Peyssonneliales OR Plocamiales OR Rhodymeniales OR Atractophorales OR Catenellopsidales OR Sesdeniales OR Cyanidiaceae OR Galdieriaceae OR Compsopogonales OR Erythropeltidales OR Rhodochaetales OR Compsopogonaceae OR Goniotrichaceae OR Porphyridiales OR Porphyridium OR Rhodelia OR Compsopogon OR Stylonema OR Bangia OR Hildenbrandia OR Nemalion OR Corallina OR Ahnfeltia OR Gelidium OR Porphyra OR Pyropia OR Acanthophora OR Furcellaria OR Palmaria OR Dulse OR Dillisk OR Dilsk OR Creathnach OR Jania OR Grateloupia OR Lithothamnion OR Laurencia OR Polyopes OR Callophyllis OR Kallymeniaceae OR Agarophyton OR Kappaphycus OR Chondrus OR Eucheuma OR Phaeophyceae OR Fucus OR Fucales OR «Bladder wrack» OR «Sea grape» OR «Black tang» OR «Sea oak» OR Chorda OR Chordaceae OR Laminaria OR Wakame OR «Oar weed» OR Ascophyllum OR Sargassum OR Hijiki OR Hiziki OR Hizikia OR Ecklonia OR Acrocarpia OR Anthophycus OR Axillariella OR Bifurcaria OR Brasicophycus OR Carpoglossum OR Carpophyllum OR Caulocystis OR Coccophora OR Cystophora OR Cystoseira OR Halidrys OR Hormophysa OR Landsburgia OR Myagropsis OR Myriodesma OR Nizamuddin OR Oerstedtia OR Palaeohalidrys OR Phyllotricha OR Platythalia OR Polycladia OR Trevisan OR Scaberia OR Sirophysalis OR Stephanocystis OR Stolonophora OR Turbinaria OR Abrotanifolia OR Acinaria OR Acystis OR Algogrunowia OR Baccalaria OR Blossvillea OR Carpacanthus OR Carpodesmia OR Castraltia OR Cladophyllum OR Cystophyllum OR Enchophora OR Gongolaria OR Halochloa OR Hizikia OR Monilifera OR Moniliformia OR Myriadenia OR Neoplatylobium OR Neurothalia OR Phyllacantha OR Platylobium OR Pterocaulon OR Pycnophycus OR Nizamuddin OR Scaenophora OR Spongocarpus OR Stichophora OR Stokeia OR Treptacantha OR Xiphophyllanthus OR Mozuku OR Nemacystis OR Rugulopteryx OR Saccorhiza OR Alaria OR Kelp OR Dabberlocks OR Badderlocks OR Dictyopteris OR Dictyotaceae OR Padina OR Saccharina OR Dashima OR Dasima OR Kombu OR Konbu OR Haidai OR Sea tangle OR Undaria OR Durvillaea OR Lessonia OR Macrocystis OR Chrysophyceae OR Chrysophyt OR Chrysomonad OR Prymnesium OR Xanthophyll OR Phaeothamniophy OR macroalgae OR «macro algae» OR macroalga OR «macro alga» OR microalgae OR «micro algae» OR microalga OR «micro alga» OR seaweed OR «brown alga» OR «brown algae» OR «gold alga» OR «gold algae» OR «red alga» OR «red algae» OR alga OR algae OR algal) AND (nutrition OR edible OR food OR nutraceutical)
Date de publication	(2000 – 2025)
Type de publication	(Article OR Book OR BookChapter OR Paratext OR Report OR Dissertation)

Post-traitement des données (Python) :

SÉLECTION DES SOUS-DOMAINES OPENALEX	MOTS-CLÉS EXCLUS
Analytical Chemistry ; Organic Chemistry ; Spectroscopy ; Inorganic Chemistry ; Electrochemistry ; Nutrition and Dietetics ; Molecular Biology ; Biotechnology ; Biophysics ; Renewable Energy ; Sustainability and the Environment ; Plant Science ; Insect Science ; General Agricultural and Biological Sciences ; Food Science ; Ecology ; Evolution ; Behavior and Systematics ; Water Science and Technology ; Pollution ; Health ; Toxicology and Mutagenesis ; Environmental Chemistry	vaccine ; vaccines ; vaccination ; antibody ; antibodies ; virus ; infection ; pathogen ; immune ; immunity ; antiviral ; antibiotic ; therapy ; diagnosis ; treatment ; disease ; syndrome ; clinical ; hospital ; medicine ; pharmaceutical ; epidemic ; pandemic ; healthcare ; surgeon ; surgery ; oncology ; cardiology ; cholesterol ; hepatitis ; antigen ; therapeutic ; therapeutical ; antimicrobial ; antibacterial ; antiviral ; inflammatory ; intestinal ; gut ; blood ; neurology ; radiology ; psychiatry ; anesthesia ; biomedicine ; prescription ; medication ; public health ; contagious ; biopharmaceutical ; pharmacology ; covid ; covid-19 ; anti-inflammatory ; odorant-binding ; neurons ; alzheimer ; digestion ; gastric ; medecine ; anti obesity ; gastrointestinal ; carcinoma ; hippocampus ; film ; coating ; coatings ; food waste ; wastewater ; fuel ; fuels ; ethanol ; bioethanol ; biofuel ; energy ; biogas ; biodiesel ; turtles ; law ; turtle ; fish ; fishes ; sturgeon ; abalone ; juvenile ; surgeonfish ; larvea ; eel ; see bass ; oyster ; microplastic ; urchin

FERMENTATION :	
(Titre OR Abstract)	(«biomass fermentation» OR «precision fermentation» OR «microbial fermentation» OR «fungal fermentation» OR «algae fermentation» OR «mycoprotein fermentation» OR «yeast-derived protein fermentation» OR «biorefinery fermentation» OR «biorefineries fermentation» OR «biochemical reactor fermentation» OR «bioreactor fermentation» OR «recombinant protein») AND (nutrition OR edible OR food OR nutraceutical)
Date de publication	(2000 – 2025)
Type de publication	(Article OR Book OR BookChapter OR Paratext OR Report OR Dissertation)

Post-traitement des données (Python) :

SÉLECTION DES SOUS-DOMAINES OPENALEX	MOTS-CLÉS EXCLUS
(«biomass fermentation» OR «precision fermentation» OR «microbial fermentation» OR «fungal fermentation» OR «algae fermentation» OR «mycoprotein fermentation» OR «yeast-derived protein fermentation» OR «biorefinery fermentation» OR «biorefineries fermentation» OR «biochemical reactor fermentation» OR «bioreactor fermentation» OR «recombinant protein») AND (nutrition OR edible OR food OR nutraceutical)	vaccine ; vaccines ; vaccination ; antibody ; antibodies ; virus ; infection ; pathogen ; immune ; immunity ; antiviral ; antibiotic ; therapy ; diagnosis ; treatment ; disease ; syndrome ; clinical ; hospital ; medicine ; pharmaceutical ; epidemic ; pandemic ; healthcare ; surgeon ; surgery ; oncology ; cardiology ; cholesterol ; hepatitis ; antigen ; therapeutic ; therapeutical ; antimicrobial ; antibacterial ; antiviral ; inflammatory ; intestinal ; gut ; blood ; neurology ; radiology ; psychiatry ; anesthesia ; biomedicine ; prescription ; medication ; public health ; contagious ; biopharmaceutical ; pharmacology ; covid ; covid-19 ; anti-inflammatory ; odorant-binding ; neurons ; alzheimer ; digestion ; gastric ; medecine ; anti obesity ; gastrointestinal ; carcinoma ; hippocampus ; fuel ; fuels ; ethanol ; bioethanol ; biofuel ; energy ; biogas ; biodiesel ; acceptance ; perception

NUTRIMENTS ISSUS DES INSECTES :	
(Titre OR Abstract)	(allomyia OR dichotoma OR anaphe OR «gonimbrasia belina» OR «gynaisa maja» OR protaetia OR brevitarsis OR rhynchophorus OR «tenebrio molitor» OR beetle OR «heteoligus meles» OR «oryctes boas» OR grasshopper OR «ruspolia differens» OR cricket OR zonocoerus OR variegatus OR brachytrypes OR «gryllus bimaculatus» OR «teleogryllus emma» OR termite OR macrotermes OR «apis mellifera» OR dragonfly OR «aeschna multicolor» OR «cirina forda» OR «grylloides sigillatus» OR «schistocerca gregaria» OR «hermetia illucens» OR «zophobas morio» OR «acheta domesticus» OR «blaptica dubia» OR «bombyx mori» OR «oxya» OR «vespula lewisii» OR coccoidea OR «locusta migratoria» OR cicadas OR «odontotermes formosanus» OR «anax parthenope» OR «samia cynthia» OR «corizus hyoscyami» OR «udonga montana» OR «oecophylla smaragdina» OR «meimuna opalifera» OR «allonemobius fasciatus» OR «anurogryllus arboreus» OR belostomatidae OR «cotinis nitida» OR «omphisa fuscidentalis» OR «rhynchophorus ferrugineus» OR «brachytrupes membranaceus» OR «analeptes trifasciata» OR «silk worm» OR «pseudacanthotermes militaris» OR insect) AND (farming OR nutrition OR edible OR (food AND comestible) OR nutraceutical)
Date de publication	(2000 – 2025)
Type de publication	(Article OR Book OR BookChapter OR Paratext OR Report OR Dissertation)

Post-traitement des données (Python) :

SÉLECTION DES SOUS-DOMAINES OPENALEX	MOTS-CLÉS EXCLUS
Aquatic Science ; Food Science ; Insect Science	vaccine ; vaccines ; vaccination ; antibody ; antibodies ; virus ; infection ; pathogen ; immune ; immunity ; antiviral ; antibiotic ; therapy ; diagnosis ; treatment ; disease ; syndrome ; clinical ; hospital ; medicine ; pharmaceutical ; epidemic ; pandemic ; healthcare ; surgeon ; surgery ; oncology ; cardiology ; cholesterol ; hepatitis ; antigen ; therapeutic ; therapeutical ; antimicrobial ; antibacterial ; antiviral ; inflammatory ; intestinal ; gut ; blood ; neurology ; radiology ; psychiatry ; anesthesia ; biomedicine ; prescription ; medication ; public health ; contagious ; biopharmaceutical ; pharmacology ; covid ; covid-19 ; anti-inflammatory ; cricket players ; edible film ; edible films ; film ; biofilm ; packaging ; bioplastic ; acceptance ; image ; consumer consumer's ; consumers ; law ; psychological ; pesticide ; pest ; pests ; fungi ; fungal ; mushroom ; mushrooms ; insecticide ; rice ; seaweed ; seaweeds ; urchin ; pollen ; pollinated ; honey ; potato ; pesticidal ; pesticides

VIANDE ISSUE DE LA CULTURE CELLULAIRE :	
(Titre OR Abstract)	(«cultivated meat» OR «cultured meat» OR «lab grown meat» OR «cell-based meat» OR «cellular agriculture» OR «synthetic meat» OR «cell grown meat» OR «cellular meat» OR «stem cell meat» OR «cultivated seafood» OR «cultured seafood» OR «lab grown seafood» OR «cell based seafood» OR «lab grown fish» OR «cell-based fish» OR «cell cultured fish» OR «cell cultured seafood» OR «cellular aquaculture» OR «cell grown seafood» OR «synthetic seafood» OR «cell-grown fish» OR «cellular seafood» OR «in vitro meat» OR «in vitro seafood» OR «cultivated fat» OR «cultured fat»)
Date de publication	(2000 – 2025)
Type de publication	(Article OR Book OR BookChapter OR Paratext OR Report OR Dissertation)

Post-traitement des données (Python) :

SÉLECTION DES DOMAINES OPENALEX	SOUS-DOMAINES OPENALEX EXCLUS	MOTS-CLÉS EXCLUS
Agricultural and Biological Sciences ; Biochemistry ; Genetics and Molecular Biology ; Decision Sciences ; Engineering ; Environmental Science ; Immunology and Microbiology ; Materials Science ; Medicine ; Nursing ; Veterinary	Global and Planetary Change ; Management ; Monitoring ; Policy and Law ; Nature and Landscape Conservation ; Pollution ; Water Science and Technology ; Agronomy and Crop Science ; Aquatic Science ; Ecology ; Evolution ; Behavior and Systematics ; General Agricultural and Biological Sciences ; Insect Science ; Plant Science ; Cancer Research ; Endocrinology ; Ocean Engineering ; Epidemiology ; Health Informatics ; Infectious Diseases ; Neurology ; Oncology ; Pediatrics ; Perinatology and Child Health ; Pharmacology ; Public Health ; Environmental and Occupational Health ; Reproductive Medicine	acceptance ; image ; consumer consumer's ; consumers ; law ; psychological ; ethical ; marketing ; edible film ; edible films ; market ; markets ; energy ; legal ; behaviour ; regulate ; regulation ; cardiologist ; acceptability ; insuline ; athlete ; justice ; regulating ; political ; economy ; public ; policy ; regulatory ; sustainable ; policies ; acceptance ; behavior ; media ; social ; environmental ; perception ; perceptions ; dignity ; vaccine ; vaccines ; vaccination ; antibody ; antibodies ; virus ; infection ; pathogen ; immune ; immunity ; antiviral ; antibiotic ; therapy ; diagnosis ; treatment ; disease ; syndrome ; clinical ; hospital ; medicine ; pharmaceutical ; epidemic ; pandemic ; healthcare ; surgeon ; surgery ; oncology ; cardiology ; cholesterol ; hepatitis ; antigen ; therapeutic ; therapeutical ; antimicrobial ; antibacterial ; antiviral ; inflammatory ; intestinal ; gut ; blood ; neurology ; radiology ; psychiatry ; anesthesia ; biomedicine ; prescription ; medication ; public health ; contagious ; biopharmaceutical ; pharmacology ; covid ; covid-19 ; anti-inflammatory ; odorant-binding ; neurons ; alzheimer ; digestion ; gastric ; medecine ; anti obesity ; gastrointestinal ; carcinoma ; hippocampus

10 BIBLIOGRAPHIE

- ▶ European Parliament. (2024). Alternative Protein Sources for Food and Feed.
- ▶ FAO. (2024). Résumé de La Situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture 2024. Pour une transformation des systèmes agroalimentaires axée sur la valeur.
- ▶ Food System Economics Commission (FSEC). (2024). The Economics of the Food System Transformation.
- ▶ Good Food Institute. (2023). Fermentation : Meat, Seafood, Eggs and Dairy.
- ▶ Good Food Institute. (2023). Plant-Based : Meat, Seafood, Eggs and Dairy.
- ▶ Haut-Commissariat au Plan. (2021). L'Agriculture : Enjeu de Reconquête. Haut-Commissariat au Plan.
- ▶ OCDE. (2009). Manuel de l'OCDE sur les statistiques des brevets.
- ▶ World Intellectual Property Organisation. (2024). Patent Landscape Report : Agrifood.

11 REMERCIEMENTS

L'INPI tient à exprimer ses sincères remerciements à l'ensemble des personnes et organisations qui ont apporté leur précieux concours à cette étude, en consacrant de leur temps pour répondre à nos questions ou en facilitant nos mises en relation, en particulier :

- ▶ **Virginie Bernois**, Conseillère Agriculture, Alimentation, Forêts au SGPI
- ▶ **Grégoire Burgé**, Directeur adjoint de la recherche, de l'innovation et du transfert technologique à AgroParisTech
- ▶ **Tristan Maurel**, cofondateur et président de SWAP
- ▶ **Damien Paineau**, Directeur Exécutif de Ferments du Futur



www.inpi.fr



statsdatapi@inpi.fr



INPI Direct

+33 (0)1 56 65 89 98



L'INPI près de chez vous
liste et adresses sur
www.inpi.fr ou INPI Direct

f in X

INPI France