



LA FERMENTATION : UNE RÉVOLUTION BIOSOURCÉE ?

La demande croissante de **solutions biosourcées et naturelles** transforme les industries, de l'alimentation et des cosmétiques aux produits pharmaceutiques et produits chimiques de spécialité. Au cœur de cette transformation se trouve la **fermentation**, un processus ancestral qui est désormais optimisé pour le développement durable. Mais la fermentation est-elle juste une nouvelle tendance ou s'agit-il d'un changement fondamental dans les méthodes de production ?

Dans cet article, nous explorerons l'avenir de la fermentation en comparant différents processus et leur évolution, et examinons comment la technologie de **fermentation innovante d'AFYREN** fait progresser la durabilité. Si vous souhaitez avoir un premier aperçu de l'histoire de la fermentation, de comment la fermentation industrielle permet d'obtenir des produits biosourcés et des défis de l'industrialisation d'un processus de fermentation, veuillez lire notre article sur le sujet.

Qu'est-ce que la fermentation ?

Pour faire simple, la fermentation est un processus métabolique dans lequel des micro-organismes, tels que des bactéries ou des levures, transforment des substances organiques en différents produits. Les types de fermentation les plus répandus sont :

- **Fermentation lactique** : les bactéries décomposent les sucres en acide lactique, utilisé dans les yaourts, le fromage et les aliments marinés.
- **Fermentation alcoolique** : les micro-organismes convertissent les sucres en éthanol, produisant de la bière, du vin et des biocarburants.
- **Fermentation acétique** : les bactéries transforment l'éthanol en acide acétique, créant du vinaigre et du kombucha.
- **Fermentation butyrique** : les bactéries transforment les sucres en acide butyrique, contribuant à la saveur du fromage et à la production de biocarburants.

Fermentation: tendance ou changement à long terme?

La fermentation est bien plus qu'une tendance passagère. Elle représente un **changement structurel** dans les industries mondiales, motivé par des impératifs de durabilité, d'innovation technologique et l'évolution des préférences des consommateurs.

Des études récentes confirment cette transformation. Le marché mondial des aliments fermentés devrait atteindre **989 milliards de dollars d'ici 2032, et le taux de croissance annuel composé (TCAC) devrait être de 5,6 %**. La fermentation de précision, une méthode innovante de production de protéines alternatives et de produits chimiques biosourcés, devrait également avoir un TCAC très

élevé. En outre, la demande des consommateurs pour des produits naturels et durables continue d'augmenter, plus de 60 % des consommateurs étant prêts à payer plus pour de telles alternatives.

Le soutien réglementaire accélère également ce changement. Des initiatives telles que le **Pacte vert de l'UE et la US Biomanufacturing Initiative** aux États-Unis promeuvent activement les alternatives biosourcées, intégrant davantage la fermentation dans le paysage industriel. Avec un impact environnemental moindre, des gains d'efficacité et un fort soutien des consommateurs et de la réglementation, la fermentation n'est pas seulement une tendance éphémère, c'est l'avenir.



Evolution de la fermentation: de la fermentation artisanale traditionnelle à la fermentation industrielle optimisée

La fermentation est utilisée depuis des années, à commencer par la fermentation spontanée (à partir de levures indigènes). Elle s'est développée au fil du temps jusqu'à la fermentation industrielle optimisée et à grande échelle. **La fermentation est une biotechnologie** qui permet, entre autres, la **production d'alternatives biosourcées** aux produits chimiques dérivés des ressources fossiles, réduisant généralement les émissions de carbone et l'impact environnemental.

Fermentation traditionnelle artisanale

La fermentation indigène existe depuis des milliers d'années. Les exemples remontent à des civilisations anciennes comme la Mésopotamie, l'Égypte et la Chine, où **la fermentation était utilisée à des fins de conservation, d'amélioration de la saveur et à des fins médicinales**. Aujourd'hui, ces méthodes sont encore couramment utilisées dans la production alimentaire artisanale et sont de plus en plus populaires en raison de leurs bienfaits supposés pour la santé. Certains des exemples les plus connus sont le pain au levain, le kimchi et le vinaigre naturel. Cependant, la fermentation artisanale traditionnelle n'est pas optimisée pour une production à grande échelle.

La fermentation "DIY" – de plus en plus populaire

“ La fermentation « fait maison » est en plein essor, car les consommateurs recherchent des aliments naturels, durables et bons pour la santé. Du kombucha au levain en passant par le kimchi et le yaourt, les kits de fermentation maison facilitent la création de produits riches en probiotiques. Cependant, ces pratiques ont encore de nombreux défis, comme l'éducation des utilisateurs et le contrôle de la qualité. En effet, une activité microbienne incontrôlée conduit à des résultats variables et la fermentation artisanale doit toujours être effectuée avec prudence. »

Fermentation industrielle traditionnelle

La fermentation industrielle a commencé au début du XXe siècle. Les moteurs étaient l'augmentation de l'efficacité et la nécessité d'une **production de masse à grande échelle**, dont les avantages ont été immédiatement constatés. La découverte de la pénicilline et la capacité d'en produire à grande échelle a conduit à une réelle révolution, permettant d'en distribuer suffisamment pendant la Seconde Guerre mondiale, et de sauver ainsi de nombreuses vies.

La fermentation traditionnelle utilise des micro-organismes naturels ou sélectionnés de manière sélective dans des conditions contrôlées pour produire, par exemple, des acides **organiques, des alcools, des enzymes, des antibiotiques et des biocarburants**.





Optimiser la fermentation pour augmenter les rendements

La fermentation optimisée a commencé à prendre son essor au milieu du 20^e siècle en réponse au **besoin croissant de productions à grande échelle efficaces et rentables**. L'optimisation de la fermentation naturelle va encore plus loin que la fermentation industrielle traditionnelle. L'objectif est effectivement d'optimiser le rendement et de minimiser les déchets en trouvant des variables optimales pendant le processus de fermentation, telles que le contrôle nutritionnel, la recherche du bon mélange de micro-organismes naturels, le pH, la température, etc. Aujourd'hui, différentes entreprises travaillent de différentes manières pour optimiser leur rendement.

Dans la catégorie des fermentations optimisées, nous retrouvons la « **fermentation de précision** ». Elle conduit à un produit spécifique grâce à des micro-organismes sélectionnés, naturels ou génétiquement modifiés. Elle a pris un essor considérable avec les progrès du génie

génétique, qui ont permis une fermentation plus précise et plus efficace, ce qui peut permettre d'augmenter les rendements. L'une des étapes les plus remarquables de la fermentation de précision s'est produite en 1982, lorsque le premier médicament à base d'ADN recombinant a été approuvé : l'insuline pour traiter le diabète.

Au moment de la publication de cet article, il n'existait pas de définition officielle de la fermentation de précision, mais la Precision Fermentation Alliance (PFA) et Food Fermentation Europe (FFE), deux associations professionnelles, ont proposé cette définition :

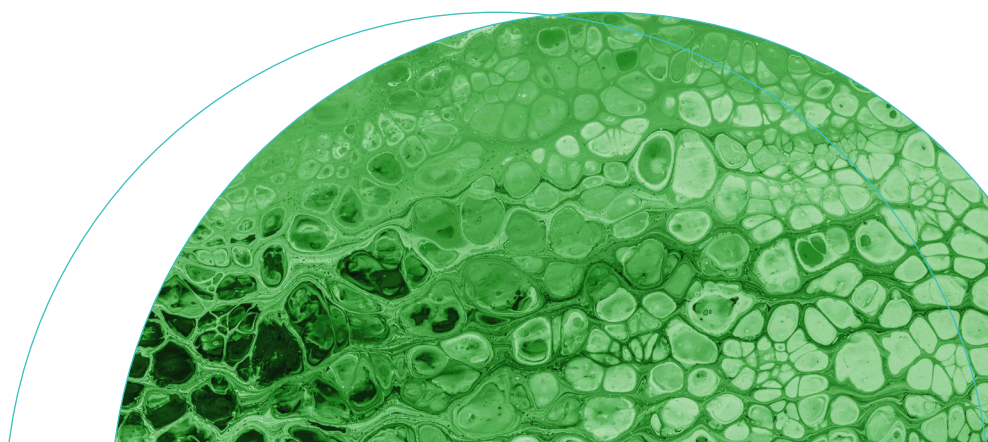
“ La fermentation de précision combine le processus de fermentation traditionnelle avec les dernières avancées en biotechnologie pour produire efficacement un composé d'intérêt, comme une protéine, une molécule d'arôme, une vitamine, un pigment ou une graisse. »

La fermentation aujourd'hui

Si la **fermentation indigène** est idéale pour les produits artisanaux et traditionnels, la **fermentation industrielle et optimisée** est la pierre angulaire des solutions biosourcées modernes et durables.

Aujourd'hui, c'est un élément essentiel des chaînes d'approvisionnement mondiales, avec une utilisation généralisée dans différentes industries. L'industrie alimentaire utilise largement la fermentation à base de micro-organismes naturels pour la fabrication de nombreux ingrédients alimentaires différents. Par exemple, les acides acétique, citrique et lactique qui sont ensuite utilisés pour améliorer la durée de conservation des produits alimentaires. Les cultures fermentées peuvent être utilisées dans les produits laitiers tels que le yaourt et le fromage. La fermentation industrielle est aujourd'hui utilisée pour produire, entre autres des produits chimiques, de l'éthanol, du bioéthanol et des produits pharmaceutiques, par exemple les probiotiques et les vitamines.

La fermentation joue un rôle essentiel dans la durabilité et le développement de la bioéconomie.





Comment la fermentation biosourcée d'AFYREN apporte de la valeur

AFYREN est une entreprise pionnière avec un procédé de fermentation circulaire et innovant qui transforme les co-produits agricoles en **acides organiques à haute valeur ajoutée**. Basé sur plus d'une décennie de recherche en chimie et biologie et protégé mondialement par 10 familles de brevets, le procédé AFYNERIE® convertit une large gamme de **déchets organiques en molécules biosourcées en utilisant un mélange naturel et non génétiquement modifié de micro-organismes** (consortiums microbiens). Inspiré du vivant et entièrement biomimétique, le procédé reproduit à l'échelle industrielle la fermentation qui existe depuis des millions d'années dans les écosystèmes naturels et sur laquelle repose par exemple le procédé de méthanisation,

utilisé aujourd'hui pour la production d'énergie. L'expertise d'AFYREN réside dans la maîtrise de **la transformation de la matière première biosourcée pour favoriser la production d'acides carboxyliques**. Les acides sont extraits puis traités par des étapes de séparation et de purification pour obtenir des produits conformes aux spécifications industrielles et aux réglementations en vigueur. Grâce à cette technologie innovante, AFYREN optimise le processus de fermentation et produit simultanément 7 acides carboxyliques, qui, à l'exception de l'acide acétique et de l'acide caproïque, n'existent actuellement que sous forme de dérivés de la pétrochimie.

“ Nous nous sommes inspirés des écosystèmes naturels, où rien ne se perd, rien ne se crée et tout se transforme, pour construire une technologie allégée et performante basée sur la valorisation de la biomasse. En 12 ans de recherche appliquée sur la maîtrise de la méthanisation en laboratoire, nous avons développé un procédé de fermentation à l'échelle industrielle unique en son genre. »

Jérémy PESSIOT, Directeur Général, Directeur R&D et co-fondateur d'AFYREN



La technologie de fermentation d'AFYREN est utilisée dans de nombreux secteurs :

- **VITAFYREN™** : acides biosourcés pour la conservation des aliments, l'amélioration des saveurs et les probiotiques.
- **FLAVYREN™** : acides biosourcés pour les parfums, les cosmétiques et les formulations durables de soins personnels
- **LUBYREN / AFYBIO™** : acides organiques pour les lubrifiants, les revêtements et les applications de chimie verte

Faire le choix durable avec AFYREN

La fermentation façonne l'avenir des industries biosourcées, et le choix du bon procédé est essentiel. **La technologie de fermentation optimisée d'AFYREN** offre une alternative durable et performante, à la fois évolutive et rentable. Si vous recherchez des solutions biosourcées, **sans OGM et à haute valeur ajoutée**, AFYREN est votre partenaire idéal.

- Une empreinte carbone inférieure de plus de 80 %
- Des matières premières renouvelables et circulaires
- Une technologie par biomimétisme