

Titre du devoir: Microbiologie alimentaire avancée

Nom de l'étudiant: Abdelkerim Mahamat Yacoub

Student ID: UD95201FO104422

Doctorate in Food Science

Date de Soumission: 16/02/2026

Table des matières

1.1.	Microorganismes et aliments.....	5
1.1.1.	Altération et conservation des aliments	5
1.1.2.	Sécurité alimentaire.....	7
1.2.	Analyses des aliments et détection	8
1.3.	Assurance qualité microbiologique	10
	Bibliographie : documentations utiles pour ce support de cours	11

Introduction

La microbiologie alimentaire avancée est la science qui étudie la présence et le rôle des bactéries, des champignons, des protozoaires et des algues, qui constituent le point de départ et d'arrivée des chaînes alimentaires complexes dont dépend toute vie. La plupart des chaînes alimentaires débutent là où des organismes photosynthétiques captent l'énergie lumineuse et l'utilisent pour synthétiser de grandes molécules à partir de dioxyde de carbone, d'eau et de sels minéraux, formant ainsi les protéines, les lipides et les glucides dont tous les autres êtres vivants se nourrissent.

A l'intérieur et à la surface du corps de tous les êtres vivants, ainsi que dans le sol et l'eau, les microorganismes se développent et modifient les molécules, en extrayant de l'énergie et des substances de croissance. Ils contribuent également à la régulation des populations animales et végétales supérieures par parasitisme et pathogénicité.

Lorsque les plantes et les animaux meurent, leurs systèmes antimicrobiens protecteurs cessent de fonctionner, de sorte que, tôt ou tard, la décomposition libère les molécules plus petites qui peuvent être réutilisées par les plantes. Sans intervention humaine, la croissance, la mort, la décomposition et la régénération formaient un réseau complexe de plantes, d'animaux et de microorganismes, variant au gré des changements climatiques et présentant souvent des fluctuations apparemment chaotiques au sein des populations de chaque espèce, mais intrinsèquement équilibré entre les groupes producteurs, consommateurs et recycleurs.

Dans un passé lointain, ces cycles de croissance et de déclin auraient été peu influencés par la faible population humaine que pouvait nourrir la chasse et la cueillette. Il y a environ 10 000 ans, cependant, la culture délibérée des plantes et l'élevage des animaux ont commencé dans certaines régions du monde. L'accroissement de la productivité des terres et l'amélioration de la nutrition qui en ont résulté ont entraîné une croissance démographique et probablement une augmentation de l'espérance de vie. L'abondance alimentaire a également libéré certains du labeur quotidien des champs et a stimulé le développement d'artisanats spécialisés, des centres urbains et du commerce - en bref, la civilisation.

La microbiologie alimentaire est l'étude des micro-organismes présents dans l'aliment, contaminant l'aliment ou ajoutés à l'aliment.

La microbiologie alimentaire étudie ces différents microorganismes pour s'assurer de l'absence de pathogènes, comprendre l'origine de la présence ou de la contamination de microorganismes

indésirables risquant de détériorer l'aliment, suivre les microorganismes ajoutés. Ceux-ci sont essentiels à la fabrication des fromages, du yaourt, du pain, de la bière, du vin et d'autres aliments fermentés. Ce sont, entre autres, des bactéries lactiques, des levures (*Saccharomyces*) et souvent des probiotiques.

1.1. Microorganismes et aliments

Les aliments que nous consommons sont rarement, voire jamais, stériles. Ils abritent des associations microbiennes dont la composition dépend des organismes qui y accèdent et de la manière dont ils se développent, survivent et interagissent au fil du temps. Les microorganismes présents proviennent de la microflore naturelle de la matière première et de ceux introduits lors de la récolte/l'abattage, de la transformation, du stockage et de la distribution.

L'équilibre numérique entre les différents types de microorganismes est déterminé par les propriétés de l'aliment, son environnement de stockage, les propriétés des organismes eux-mêmes et les effets de la transformation.

Dans la plupart des cas, cette microflore est indétectable et les aliments sont consommés sans problème et sans conséquences néfastes. Cependant, dans certains cas, les microorganismes manifestant leur présence de différentes manières :

- (i) Ils peuvent provoquer une détérioration ;
- (ii) Ils peuvent provoquer des maladies d'origine alimentaire ;
- (iii) Ils peuvent transformer les propriétés d'un aliment de manière bénéfique-fermentation alimentaire.

1.1.1. Altération et conservation des aliments

Depuis la nuit des temps, le stockage de noix et de céréales pour l'hiver était probablement une pratique partagée par de nombreux animaux. Cependant, avec l'avènement de l'agriculture, la conservation des surplus de production a pris une importance accrue afin d'optimiser l'utilisation des cycles de croissance saisonniers. Des techniques de conservation des aliments, fondées sur principes microbiologiques solides, bien qu'alors inconnus, ont été développées empiriquement pour stopper ou ralentir le processus naturel de décomposition. Les aliments de base dans la plupart des régions du monde étaient les graines-riz, blé, sorgho, millet, maïs, avoine et orge-qui se conservaient une ou deux saisons si elles étaient correctement séchées. Il est probable que la plupart des premières méthodes de conservation des aliments reposaient en grande partie sur la réduction de l'activité de l'eau, par le séchage, la conservation dans des solutions de sucre concentrées ou le fumage au-dessus d'un feu.

La révolution industrielle, qui a débuté en Grande-Bretagne à la fin du XVIII^e siècle, a donné un nouvel élan au développement des techniques de conservation des aliments. Elles ont engendré une

croissance démographique massive dans les nouveaux centres industriels, qui nécessitaient d'être nourris ; un problème que beaucoup pensaient insoluble. Ces opinions s'appuyaient souvent sur les travaux du Pasteur anglais Thomas Malthus qui, dans son "Essai sur le principe de population", observait que la conséquence inévitable de la croissance exponentielle de la population et de l'augmentation arithmétique de la productivité agricole serait la surpopulation et la famine. Or, il n'en fut rien, car le XIXe siècle a vu l'essor d'importantes industries de conservation des aliments, fondées sur la réfrigération, la mise en conserve et la congélation, ainsi que les premières importations à grande échelle de denrées alimentaires en provenance de pays lointains.

Aujourd'hui encore, ces préoccupations persistent, même si la production alimentaire mondiale est suffisante pour nourrir la population mondiale, estimée à 8 milliards d'habitants en 2023, et que la production céréalière mondiale a suivi le rythme de la croissance démographique. Cependant, il convient de rester vigilant, car les chaînes d'approvisionnement alimentaire peuvent être rapidement perturbées par les guerres, les bouleversements politiques et autres événements.

Malgré la situation alimentaire globalement satisfaisante d'aujourd'hui, on estime que 828 millions de personnes dans le monde souffrent de la faim et que 45% des décès d'enfants de moins de 5 ans sont liés à la malnutrition. La cause principale de ce phénomène n'est cependant pas l'insuffisance alimentaire. Mais la pauvreté, qui prive environ un cinquième de la population mondiale des moyens de subvenir à ses besoins quotidiens, constitue un problème majeur. Toute solution durable à ce problème passe nécessairement par l'amélioration de la situation économique des populations comparable à celle observée ces dernières années dans les pays plus riches.

Quoi qu'il en soit, l'approvisionnement alimentaire Mondial devra augmenter pour suivre la croissance démographique, qui devrait atteindre 9 milliards d'ici 2050, ce qui aura des coûts environnementaux et sociaux liés à une exploitation plus intensive des ressources terrestres et marines.

Une façon d'atténuer ce problème est de réduire les pertes considérables avant et après récolte, notamment dans les pays en développement où les problèmes d'approvisionnement alimentaire sont souvent les plus aigus. Selon FAO, les pertes alimentaires entre la récolte et la vente au détail sont restées relativement stables entre 2016 et 2020, à un peu plus de 13%. Le PNUE estime les pertes ultérieures au niveau de la vente au détail et de la consommation à 17%.

Il a été montré que l'augmentation des revenus des populations pauvres entraîne une hausse de la demande en denrées alimentaires de base, tandis que chez les populations plus aisées, elle se traduit par une demande accrue de produits animaux plus périssables. Approvisionner des populations urbaines de plus en plus aisées et en expansion nécessitera un élargissement des chaînes d'approvisionnement alimentaire mondiale existantes et exercera une forte pression sur la microbiologie alimentaire.

1.1.2. Sécurité alimentaire

La sûreté ou sécurité sanitaire des aliments est un axe majeur de la microbiologie alimentaire. Le terme sûreté est plus juste car sécurité est réservé à la quantité d'aliments nécessaire à la vie d'un individu.

Les bactéries pathogènes, virus, champignons et les toxines produites par des microorganismes sont indésirables dans les produits alimentaires car ils peuvent déclencher des intoxications alimentaires (intoxinations, infections) appelées TIA (Toxi-infections alimentaires) ou TIAC (TIA collectives). Certains microorganismes peuvent aussi être utilisés pour combattre ces microbes pathogènes : c'est par exemple le cas des bactéries lactiques avec l'acidité produite par fermentation lactique.

Des bactéries produisant des bactériocines, peuvent tuer et inhiber des pathogènes. Par ailleurs, des bactériocines purifiées telles que la nisine peuvent être directement ajoutés à des produits alimentaires.

La sûreté alimentaire est assurée avant tout en utilisant des matières premières saines, des procédés éliminant les indésirables (cuisson, pasteurisation stérilisation), des techniques de fabrication rigoureuses pour éviter la contamination par les opérateurs. Le suivi microbiologique et éventuellement des analyses terminales permettent de limiter les risques.

Outre sa valeur indésirable, l'alimentation est depuis longtemps associée à la transmission des maladies. Les règles d'hygiène alimentaire figurent dans de nombreuses sources anciennes, telles que l'ancien testament et les écrits de Confucius, ainsi que dans les textes hindous et islamiques. Ces auteurs n'avaient, au mieux, qu'une idée vague des véritables causes des maladies d'origine alimentaire, et nombre de leurs recommandations n'ont probablement eu qu'un faible impact sur leur incidence. Aujourd'hui encore, il est très difficile d'appréhender pleinement le fardeau des maladies d'origine alimentaire, et ce n'est qu'en 2015 que l'OMS a publié sa première estimation

mondiale. Ce rapport, portant sur les maladies d'origine alimentaire causées par 31 agents pathogènes – bactéries, virus, parasites, toxines et produits chimiques – conclut que chaque année, jusqu'à 600 millions de personnes, soit près d'une personne sur dix dans le monde, tombent malades après avoir consommé des aliments contaminés. Parmi elles, 420 000 personnes décèdent, dont 125 000 enfants de moins de 5 ans.

1.1.3. Fermentation

La fermentation est une méthode utilisée pour conserver des aliments et en modifier les propriétés. La levure, et tout particulièrement *Saccharomyces cerevisiae*, est utilisée pour faire lever le pain, brasser la bière et faire du vin. Certaines bactéries, notamment des bactéries lactiques, sont utilisées pour confectionner le yaourt, certains fromages, certaines sauces piquantes, les cornichons, les saucisses fermentées et des plats tels que le kimchi. Un point commun de ces différentes fermentations est que l'aliment est un terrain d'accueil moins favorable pour des microorganismes concurrents, en particulier des pathogènes et microorganismes à l'origine de la détérioration des aliments, ce qui en accroît la durée de vie. Certains types de fromage requièrent aussi des moisissures pendant l'affinage pour développer leur goût caractéristique. Les viandes sont souvent maturées au froid, des microorganismes assurant des transformations de la viande. Dans le cas des moisissures et des bactéries acétiques du vinaigre on ne peut pas parler de fermentations car ces microorganismes respirent en utilisant donc du d'oxygène. D'ailleurs, remarquer que l'on pique les fromages bleus pour que l'air pénètre dans le fromage où les moisissures (*Penicillium roquefortii*) se développent.

Les microbes peuvent toutefois jouer un rôle positif dans l'alimentation. Ils peuvent être consommés tels quels, comme les champignons, les mycoprotéines et les algues comestibles. Ils peuvent également opérer des transformations souhaitables dans un aliment, en modifiant ses propriétés de manière bénéfique.

1.2. Analyses des aliments et détection

Des analyses microbiologiques sont couramment utilisées pour assurer la sûreté et la qualité des produits alimentaires,

La plupart des techniques utilisées en microbiologie alimentaire sont normalisées. Elles concernent des pathogènes mais aussi des indicateurs en particulier de contamination fécale. Elles sont parfois longues à réaliser et leurs résultats dépendent des techniques utilisées.

Elles sont utilisées préventivement au niveau de la fabrication des aliments (analyses finales, analyses en cours de fabrication, analyse des produits primaires). Actuellement les analyses en cours de fabrication sont privilégiées.

Dans le cas d'expertises, après une intoxication alimentaire, les recherches portent à la fois chez les malades et dans les aliments consommés.

La détection de microorganismes repose sur leur isolement sur des milieux spécifiques comme la gélose *Salmonella-Shigella*, la gélose ALOA (*Listeria*)... ou sur des techniques de biologie moléculaire ou immunologiques. Un enrichissement est souvent réalisé pour abaisser le seuil de détection.

En règle générale, la mesure de la concentration (ou de la teneur) des microorganismes est mesurée, en particulier pour les indicateurs. En effet leur effet négatif ou révélateur dépend de leur quantité dans l'aliment, certains microorganismes en faible quantité ne pouvant pas être éliminés. Cette mesure impose la réalisation de dilutions (le plus souvent décimales 1/10, 1/100...) puis des ensemencements spécifiques selon les recherches.



Laboratoire de microbiologie alimentaire, Faculté de technologie alimentaire, Université d'agriculture de Lettonie

1.3. Assurance qualité microbiologique

La microbiologie alimentaire est sans conteste une science appliquée, et la principale mission du microbiologiste alimentaire est de contribuer à garantir un approvisionnement en aliments sains et sûrs pour le consommateur. Pour ce faire, il est indispensable de tenir compte des évolutions sociales et autres, telles que l'accroissement du niveau de vie, la hausse de la consommation de repas pris hors domicile, la diminution de la fréquence des achats alimentaires, l'augmentation des voyages internationaux et le développement de nouvelles technologies de transformation des aliments. Cela requiert la synthèse et l'application systématique de nos connaissances en microbiologie alimentaire à des situations concrètes, afin de garantir une production constante d'aliments sûrs, stables et abordables.

Bibliographie : documentations utiles pour ce support de cours

- **Jean-Noël JOFFIN, Christiane JOFFIN**, *Microbiologie alimentaire*, Paris, LEXITIS, 2025, 336 p. (ISBN 978-2-36233-195-4)
- **FAO**, pertes et gaspillage alimentaires mondiaux. Ampleur, causes et prevention ; Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture : Rome, Italie, 2011. Disponibles sur <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/details/en/c/266053/> ; pertes et gaspillage alimentaires mondiaux – Ampleur, causes et prévention (fao.org), consulté le 23 février 2026.