ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

Encyclopédie : *Question sur*

Les erreurs passent, il n'y a que le vrai qui reste (Diderot)

Série procédures sécuritaires

3 - Durée de vie microbiologique des aliments et rôle de la microbiologie prévisionnelle

Fiche *QUESTIONS SUR…* n° 08.07.Q07 | **mars 2026**

Didier MAJOU, membre de l'Académie d'Agriculture de France

Mots clés : filière alimentaire, sécurité sanitaire

Les exploitants de la filière alimentaire sont responsables de la sécurité sanitaire des produits qu'ils mettent sur le marché. Ils doivent prendre les mesures nécessaires tout au long de leur production, de leur transformation et de leur distribution afin que ces produits respectent les critères microbiologiques.

La durée de vie microbiologique des denrées alimentaires conditionnées est une des mesures de maîtrise de la qualité sanitaire des aliments ; sa détermination est de la responsabilité du conditionneur final. Les exploitants ont l'obligation de valider cette durée de vie microbiologique et de la vérifier.

Pour ces deux étapes, l'opérateur peut s'appuyer sur une combinaison des outils listés en annexe II du règlement (CE) n° 2073/2005 : autocontrôles (dont les tests de vieillissement), détermination des caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques du produit, tests de croissance, littérature scientifique et microbiologie prévisionnelle.

Les modèles prédictifs ou de microbiologie prévisionnelle peuvent être utilisés par les exploitants du secteur alimentaire afin de s'assurer que les critères microbiologiques sont respectés pendant toute la durée de conservation de l'aliment. Ces outils d'aide à la décision sont complémentaires aux autres outils disponibles pour la détermination de la durée de vie microbiologique des aliments.

L'annexe II du règlement (CE) n° 2073/2005 précise que ces études doivent tenir compte de la variabilité inhérente au produit, aux micro-organismes en question ainsi qu'aux conditions de transformation et d'entreposage. Cette disposition s'applique notamment aux denrées alimentaires prêtes à être consommées, permettant le développement de *Listeria monocytogenes* et susceptibles de présenter un risque pour la santé publique (cf. article 3 du règlement (CE) n° 2073/2005).

Utilisation de la microbiologie prévisionnelle pour la détermination de la durée de vie microbiologique des aliments

La microbiologie prévisionnelle est une discipline permettant de prévoir, à l'aide de modèles mathématiques, le comportement d'un micro-organisme donné dans un aliment donné, en fonction :

- de ses caractéristiques physico-chimiques : aw[1], pH[2]… ;
- de ses conditions de conservation : température, atmosphère protectrice… ;
- ou des traitements subis : traitements thermiques, fumage…

La validité et la fiabilité des simulations imposent une très bonne formation de l'utilisateur à l'outil de microbiologie prévisionnelle, et une haute qualité des données d'entrée du modèle, c'est-à-dire la prise en compte :

- des caractéristiques de l'aliment : pH, aw, teneur en conservateurs, flore annexe… ;

[1] aw = activité de l'eau

[2] pH = *potentiel hydrogène*, exprimé par un nombre entre 0 et 14. Sa valeur représente la mesure de l'acidité ou de l'alcalinité en chimie, pour une solution ou un milieu. L'acidité maximale est atteinte par 0 (eau pure), la neutralité par 7 et l'alcalinité maximale par 14.

Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

- des conditions de conservation : température, emballage, atmosphère protectrice, durée ;
- des caractéristiques du micro-organisme : concentration initiale, état physiologique, paramètres de croissance, variabilité biologique…

La pertinence du modèle utilisé doit être justifiée. L'opérateur doit fournir un compte rendu de la simulation comportant la description du modèle utilisé et la démarche mise en œuvre, les enregistrements doivent être conservés, comme les rapports générés par l'outil *Sym'Previus*, dans le cadre du plan de maîtrise sanitaire.

Pour l'utilisation de modèles mathématiques prédictifs, on peut distinguer deux approches (également décrites dans le guide de la DG Santé à destination des opérateurs).

L'approche déterministe

Elle consiste à considérer que les facteurs influençant l'évolution microbienne d'un aliment sont fixes (non variables). En cas de contamination par un agent pathogène, par exemple, les hypothèses sont les suivantes :

- l'aliment contient initialement une quantité fixe de cellules ;
- cet aliment a des caractéristiques données ;
- il est conservé dans des conditions également données.

Cette évaluation permet de simuler un potentiel de croissance et de prévoir si le seuil limite fixé (par exemple 100 UFC[3]/g pour *L. monocytogenes*) est dépassé en fin de durée de vie, en tenant compte d'une contamination initiale donnée.

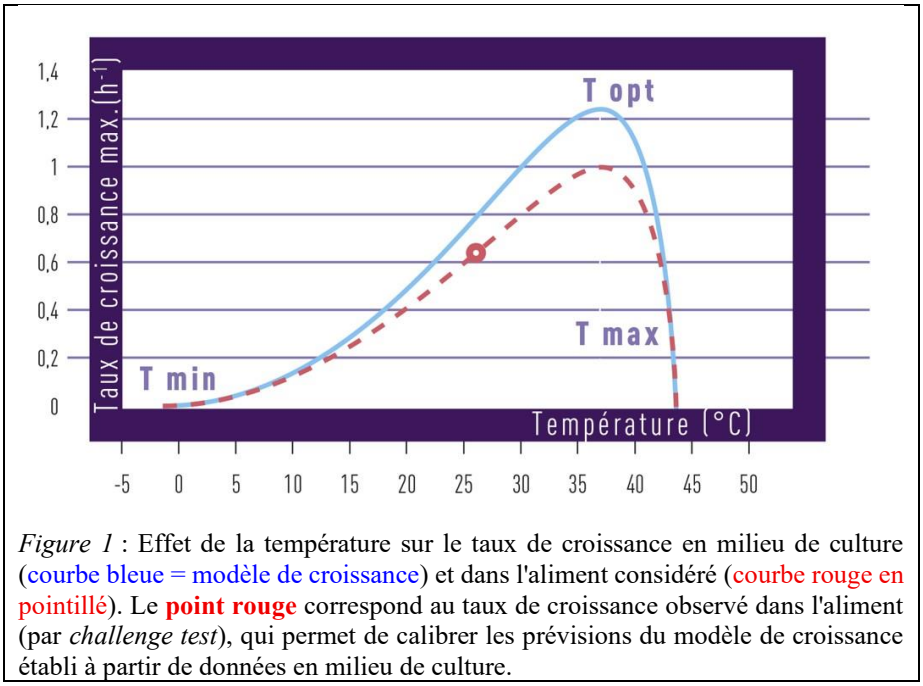

Figure 1 : Effet de la température sur le taux de croissance en milieu de culture (courbe bleue = modèle de croissance) et dans l'aliment considéré (courbe rouge en pointillé). Le **point rouge** correspond au taux de croissance observé dans l'aliment (par *challenge test*), qui permet de calibrer les prévisions du modèle de croissance établi à partir de données en milieu de culture.

L'approche déterministe fournit un résultat quantitatif binaire et simple à communiquer, ce qui facilite la décision à prendre quant à la vérification ou la validation de la durée de vie microbiologique. Cependant, ce résultat ne reflète que partiellement la réalité, car il ne tient pas compte des variabilités inhérentes au produit, à l'espèce microbienne et au niveau de contamination initial, et il dépend du lot de produit testé. Dans cette approche, il est donc recommandé de disposer de données sur plusieurs lots, et de tenir compte du (des) lot(s) le(s) plus favorable(s) à la croissance du micro-organisme considéré.

Cette méthode peut être utilisée comme une première approche pour déterminer la durée de vie microbiologique. En particulier, dans le cas sécuritaire (temps de latence le plus court et taux de croissance le plus élevé), l'analyse peut conduire à réduire la durée de vie du produit.

L'approche probabiliste

Elle prend en compte différentes sources de variabilité telles que la contamination initiale, les caractéristiques pH et aw de l'aliment, la variabilité biologique de l'espèce microbienne considérée, les conditions de production, la chaîne du froid, comme cela est recommandé dans l'annexe II du règlement

[3] UFC = unité formant colonie

 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "***Publications***" puis "***Table des matières des documents de l'Encyclopédie***".
Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

européen n° 2073/2005. Cette approche permet de prévoir une probabilité de dépasser le seuil limite fixé en fin de durée de vie.

Dans le cas probabiliste, le risque de dépasser le seuil réglementaire pour une durée de vie donnée s'exprime sous forme de probabilité ou, de manière équivalente, sous forme de proportion de produits qui dépasserait ce seuil.

En fonction de la concentration initiale et des paramètres de simulation, la proportion de produits non conformes peut ne pas être nulle. Aussi, la communication de ce type de résultat probabiliste peut être délicate, et la prise de décision quant à la durée de vie microbiologique à déterminer est complexe, puisque le risque n'est jamais nul.

L'approche probabiliste permet en effet d'aboutir à des résultats et à une prise de décision en accord avec la réalité de production et de contamination. Elle permet également de s'appuyer sur les données d'autocontrôles obtenues sur produit fini, pour surveiller la pertinence de la durée de vie microbiologique en vigueur.

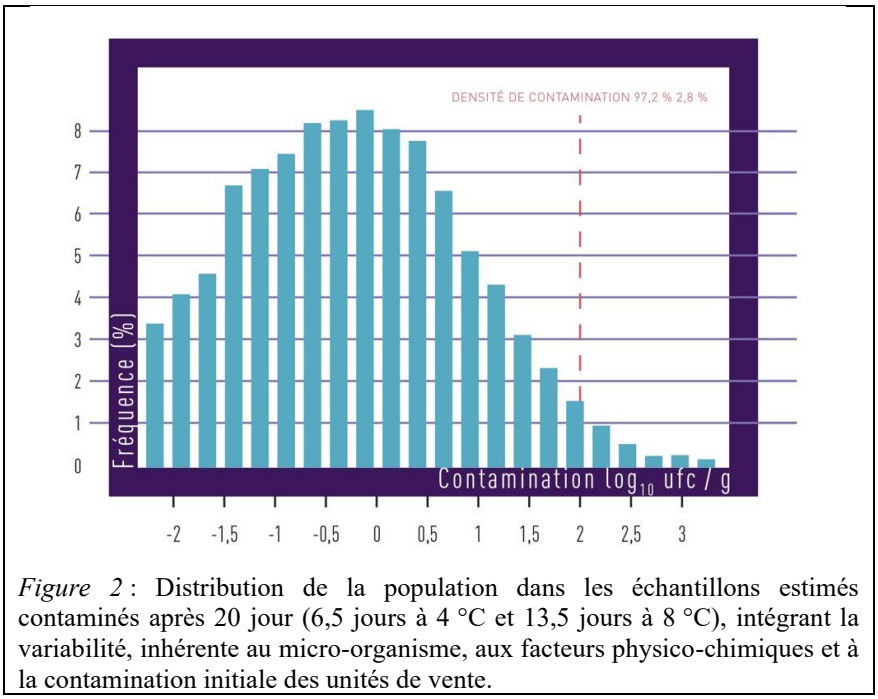

Figure 2 : Distribution de la population dans les échantillons estimés contaminés après 20 jour (6,5 jours à 4 °C et 13,5 jours à 8 °C), intégrant la variabilité, inhérente au micro-organisme, aux facteurs physico-chimiques et à la contamination initiale des unités de vente.

Exemple d'outil de microbiologie prévisionnelle : *Sym'Previus*

Sym'Previus est un outil complet de **prévision** des données microbiologiques, développé par le GIS[4] *Sym'Previus* avec ses partenaires (Actia[5], Inrae, Unir[6], École nationale vétérinaire d'Alfort) depuis plus de 25 ans.

Reconnu par la communauté scientifique, il permet aux industriels de garantir la **sécurité** et la **qualité** des aliments.

Disponible en ligne en version gratuite ou sur abonnement, le logiciel *Sym'Previus* est un outil complet de prévision des données microbiologiques, qui intègre :

- une base de modèles de simulation de la croissance bactérienne, validés en aliments,
- l'interface croissance/non-croissance,
- l'inactivation thermique et l'identification des dangers microbiologiques,
- des modules d'ajustement de données microbiologiques.

[4] GIS = Groupement d'intérêt scientifique

[5] Actia = Association de coordination technique pour l'industrie agro-alimentaire

[6] Unir = Ultra-propre nutrition industrie recherche

 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "***Publications***" puis "***Table des matières des documents de l'Encyclopédie***".
Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance

Dédié à toutes les matrices alimentaires, *Sym'Previus* permet de prévoir l'évolution de la contamination microbienne, en prenant en compte les différentes variabilités inhérentes aux produits, aux procédés et aux micro-organismes, comme indiqué dans le règlement (CE) 2073/2005.

Sym'Previus comprend une base extensive de microorganismes pathogènes et d'altération : 25 espèces pour la simulation de croissance, 36 espèces pour l'inactivation thermique.

Sym'Previus est utilisé par des industriels, des groupes internationaux comme des PME, dans le développement de leurs produits. Sa cellule opérationnelle – portée par l'Adria[7] – et le réseau *Sym'Previus* organisent régulièrement des formations pour faciliter la prise en main du logiciel. Des formations personnalisées d'une journée en entreprise ou par téléconférence peuvent être aussi organisées.

Ce qu'il faut retenir :

La durée de vie microbiologique des denrées alimentaires conditionnées est une des mesures de maîtrise de la qualité sanitaire des aliments. Les exploitants de la filière alimentaire ont l'obligation de valider cette durée de vie microbiologique et de la vérifier.

Pour ce faire, la microbiologie prévisionnelle est un des outils utilisés. Elle permet de déterminer la durée de vie microbiologique d'une denrée, à partir des paramètres physico-chimiques de l'aliment et des conditions de conservation, de température et de durée, en évaluant leur impact sur la croissance du micro-organisme, cet impact étant identifié comme limitant pour la durée de vie microbiologique de l'aliment. La mise en œuvre de la microbiologie prévisionnelle demande un opérateur averti et expert.

Grâce à l'expertise apportée par ses partenaires (Actia, Inrae, Unir, École nationale vétérinaire d'Alfort) et à sa simplicité d'utilisation, l'outil de microbiologie prévisionnelle *Sym'Previus* fournit à ses utilisateurs des réponses personnalisées répondant à leurs problématiques industrielles.

Pour en savoir plus :

- ACTIA-DOCS : *Base de données scientifiques et techniques pour les professionnels de l'agro-alimentaire*
- RMT Actia Qualima, site internet pour Sym'Previus : https://symprevius.eu/fr/

[7] Un centre technique alimentaire

 Fiche consultable sur le site internet www.academie-agriculture.fr onglet "***Publications***" puis "***Table des matières des documents de l'Encyclopédie***".
Reproduction autorisée sous réserve d'en citer la provenance