

RMT

ACTIA

QUALIMA

MAÎTRISE DE LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE  
DES ALIMENTS

**LIGNES DIRECTRICES  
D'AIDE À LA BONNE  
UTILISATION  
DES OUTILS  
DE MICROBIOLOGIE  
PRÉVISIONNELLE  
& À L'INTERPRÉTATION  
DES RÉSULTATS**



ACTIA

ITAI ACTIA : ACTALIA - ADIV - ADRIA - AERIAL - CTCPA - IFIP  
ANSES - CNIEL - MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION  
UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE

# LA MICROBIOLOGIE PRÉVISIONNELLE, UN OUTIL D'ÉVALUATION DE LA DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE (DVM)

Ce document est destiné aux opérateurs de la filière alimentaire, à leurs fédérations, aux ITAI et centres techniques ainsi qu'aux inspecteurs des services vétérinaires. dans le cadre de l'évaluation de dossiers de détermination ou de vérification de la durée de vie microbologique des aliments ayant recours à la microbiologie prévisionnelle. Ces lignes directrices sont liées à l'Instruction technique DGAL/SDSSA/2019-861 du 24 décembre 2019 relative à la durée de vie microbologique <sup>[1]</sup>. Ce document constitue un outil d'aide à la décision pour :

choisir la démarche la plus pertinente, selon les objectifs du professionnel

appréhender la qualité scientifique et technique des données d'entrée utilisées pour les simulations

exprimer les résultats associés aux plans d'échantillonnage ou aux études de microbiologie prévisionnelle

Les exploitants de la filière alimentaire sont responsables de la sécurité des produits qu'ils mettent sur le marché et doivent prendre les mesures nécessaires tout au long de leur production, transformation et de leur distribution pour que ces produits respectent les critères microbiologiques. La durée de vie microbologique des denrées alimentaires conditionnées est une des mesures de maîtrise de la qualité sanitaire des aliments. La détermination de cette durée de vie est de la responsabilité du conditionneur final. Les exploitants ont l'obligation de valider cette durée de vie microbologique 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 microbologique des aliments. L'annexe II du règlement (CE) n° 2073/2005 <sup>[2]</sup> 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 [article 3 du règlement (CE) n° 2073/2005].

## I. 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 ( $a_w$ , pH...), de ses conditions de conservation (température, atmosphère protectrice...) ou des traitements subits (traitements thermiques, fumage...).


La validité et la fiabilité des simulations reposent sur un utilisateur averti de l'outil de microbiologie prévisionnelle et sur la qualité des données d'entrée du modèle, c'est-à-dire la prise en compte :

- des caractéristiques de l'aliment (pH,  $a_w$ , teneur en conservateurs, flore annexe...);
- 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 mettant en œuvre ces modèles doit disposer des compétences nécessaires et des éléments objectifs permettant d'apprécier la validité de l'interprétation. Il 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.


Pour l'utilisation de modèles mathématiques prédictifs, on peut distinguer deux approches (également décrites dans le guide de la DG Santé<sup>1</sup> à destination des opérateurs) :

[https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety\\_fh\\_mc\\_guidance\\_document\\_listeria.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/biosafety_fh_mc_guidance_document_listeria.pdf)

 **L'APPROCHE DÉTERMINISTE** qui 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 donnée de cellules ;
- cet aliment a des caractéristiques données ;
- il est conservé dans des conditions également données.

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

 **L'APPROCHE PROBABILISTE** [Couvert, 2010<sup>[8]</sup>] qui prend en compte différentes sources de variabilité telles que la contamination initiale, les caractéristiques pH et  $a_w$  de l'aliment, la variabilité biologique de l'espèce microbienne considérée... Cette approche permet de prévoir une probabilité de dépasser le seuil limite fixé en fin de durée de vie.

## II. ÉLÉMENTS À PRENDRE EN COMPTE ET À FOURNIR DANS UN RAPPORT D'ÉTUDE UTILISANT LA MICROBIOLOGIE PRÉVISIONNELLE

### DESCRIPTION DE L'OUTIL UTILISÉ

(logiciel utilisé, micro-organismes, facteurs impactant le comportement des micro-organismes, milieux et/ou aliments pris en compte) et de l'approche utilisée (probabiliste, déterministe). S'il ne s'agit pas d'un outil connu [voir Tenenhaus & Ellouze, 2015<sup>[12]</sup>], il faut préciser les éléments permettant de justifier la validité du modèle.

### DESCRIPTION PRÉCISE DU PRODUIT CONCERNÉ PAR L'ÉTUDE

- la composition lorsqu'elle est connue (incluant par exemple les ingrédients, les additifs, les flores endogènes telles que les flores naturellement présentes ou l'ajout de ferments) ;
- les caractéristiques physico-chimiques de l'aliment (pH,  $a_w$ , atmosphère protectrice) avec leurs moyennes et écarts-types, minimum et maximum (variabilité intra-lot et inter-lots si nécessaire). Préciser les normes, les appareillages utilisés notamment pour la mesure d' $a_w$  ;
- le cas échéant, la description d'étapes du procédé ou de mesures de maîtrise pouvant être utiles à l'interprétation des résultats ainsi que la description du conditionnement utilisé ;
- la date d'origine Jour zéro (Jo) choisie comme point de départ de la durée de vie microbiologique et la durée de vie microbiologique du produit ;
- les conditions prévisibles d'utilisation ;
- la taille des unités de vente étudiées.

### DESCRIPTION DU MICRO-ORGANISME ÉTUDIÉ

- espèce(s) retenue(s) et nombre de souches ;
- caractéristiques de croissance (exemples : valeurs cardinales connues ou caractère mésophile / psychrotrophe, autre information).

### TAUX DE CONTAMINATION INITIAL

Préciser s'il est :

- fixé en l'absence de données d'autocontrôles ; justifier le choix qui sera à confronter ultérieurement aux données d'autocontrôles ;
- fixé d'après des données bibliographiques (fournir les références, le pays et justifier la proximité avec l'aliment étudié), qui sera à confronter ultérieurement aux données d'autocontrôles ;
- basé sur un historique d'autocontrôles (prévalence, niveaux de quantification). Il faudra alors préciser l'origine des données (entreprise, filière), la période d'accumulation des résultats, le stade d'analyse (en sortie de fabrication, pendant la durée de vie), le nombre d'analyses réalisées et le nombre d'échantillons positifs, la taille de la prise d'essai. Préciser la valeur moyenne et l'écart type, le maximum, le minimum. Vérifier la représentativité de la prise d'essai, qui doit permettre de tenir compte de l'hétérogénéité de la contamination par le pathogène dans l'échantillon analysé.

### PARAMÈTRES DE CROISSANCE

- préciser si les simulations sont effectuées par rapport à des données de croissance en milieu de culture ou dans l'aliment ou un aliment proche en apportant des justifications de représentativité des données ;
- pour les simulations prenant en compte le couple micro-organisme / aliment, fournir le temps de latence, le taux de croissance et le taux maximal atteint utilisés (moyenne et écart type) et préciser si les données sont :
  - . basées sur des tests de croissance<sup>2</sup> : décrire de façon synthétique les conditions de réalisation du test : souche(s) étudiée(s) (origine, si valeurs cardinales disponibles, état physiologique le cas échéant si un stress a été appliqué, conditions d'inoculation), caractéristiques de l'aliment soumis au test (pH,  $a_w$ , conservateurs, flores annexes, type de conditionnement, atmosphère modifiée...), température du test de croissance, nombre de lots pris en compte, référentiel utilisé pour la réalisation du test de croissance (norme Afnor, norme ISO ; guide européen de référence), nombre de points expérimentaux, modèle utilisé pour l'ajustement primaire et qualité de l'ajustement...),
  - . issues de bibliographie ou de base de données (référence, justifier la représentativité des données publiées par rapport à l'aliment, la recette étudiée).

### CONDITIONS ENVIRONNEMENTALES

- caractéristiques physico-chimiques (exemple, pH,  $a_w$ , acide lactique, nitrites...) : moyenne et écart type, minimum, maximum ou, le cas échéant, évolution de ces facteurs au cours du temps ; justifier le choix (mesures expérimentales, données bibliographiques) et la représentativité ;
- scénario de conservation utilisé : justifier le choix, la représentativité au regard des conditions de transport, de distribution et d'utilisation raisonnablement prévisibles.

<sup>2</sup> Il existe une liste de laboratoires reconnus par la DGAL pour la réalisation de tests de croissance pour *Listeria monocytogenes*  
<http://agriculture.gouv.fr/laboratoires-agrees-et-reconnus-methodes-officielles-en-alimentation>

### INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE SIMULATIONS

Préciser si elle porte sur :

- une interface croissance / non croissance ;
- le potentiel de croissance ;
- la probabilité de dépasser un seuil limite fixé (à mettre en lien avec, entre autres, la prévalence et le taux de contamination initial) ;
- la prise en compte de l'intervalle de confiance sur les résultats ;
- le cas échéant, confrontation aux données issues d'autres études (tests de vieillissement, données d'autocontrôle) ;
- tout point de vigilance pertinent quant à l'utilisation des données.

### III. INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS DE SIMULATION PAR MICROBIOLOGIE PRÉVISIONNELLE

Les exemples ci-dessous portent sur le respect du critère réglementaire pour *Listeria monocytogenes* dans les denrées prêtes à être consommées. Ils permettent d'illustrer comment les deux approches, déterministe et probabiliste, peuvent être utilisées de façon complémentaire et de comparer leurs avantages et limites respectifs. Les exemples ont été développés en utilisant l'outil d'aide à l'expertise, Sym'Previus ([www.symprevius.eu](http://www.symprevius.eu)).



#### EXEMPLES D'UTILISATION DE LA MICROBIOLOGIE PRÉVISIONNELLE

##### 1 PRÉVISION DU TAUX DE CROISSANCE À DIFFÉRENTES TEMPÉRATURES

(exemple fourni dans le guide DG SANTÉ, 2008 <sup>[15]</sup>)

Il est possible d'intégrer des données de croissance en aliment, afin d'affiner les prévisions d'un modèle développé à partir de données générées en milieu de culture. Avec les paramètres de croissance (taux de croissance maximum,  $\mu_{max}$ , et temps de latence, lag) de *Listeria monocytogenes* déterminés dans un aliment donné à une température donnée, les paramètres de croissance à une autre température peuvent être prévus.

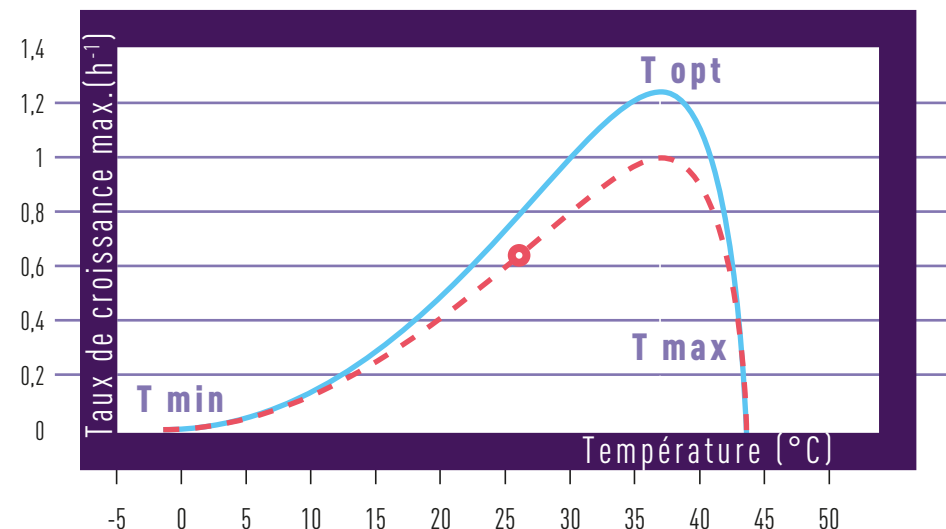


FIGURE 1. EFFET DE LA TEMPÉRATURE SUR LE TAUX DE CROISSANCE EN MILIEU DE CULTURE (COURBE BLEUE, MODÈLE DE CROISSANCE) ET DANS L'ALIMENT CONSIDÉRÉ (COURBE ROUGE POINTILLÉE).

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.

VOIR FIGURE 2 PAGE SUIVANTE

Par exemple, en tenant compte d'un taux de croissance de 0,17 log ufc / g par jour et d'un temps de latence de 3,1 jours obtenu dans un aliment à + 8 °C, il est possible, grâce à un modèle de prévision des effets de la température, de prévoir les paramètres de croissance dans ce même aliment à 4 °C, 6 °C ou 10 °C.

À + 4 °C, le taux de croissance serait de 0,06 log ufc / g par jour et le temps de latence de 8,8 jours.

À + 6 °C, le taux de croissance serait de 0,11 log ufc / g par jour et le temps de latence de 4,8 jours.

À + 10 °C, le taux de croissance serait de 0,25 log ufc / g par jour et le temps de latence de 2,1 jours.

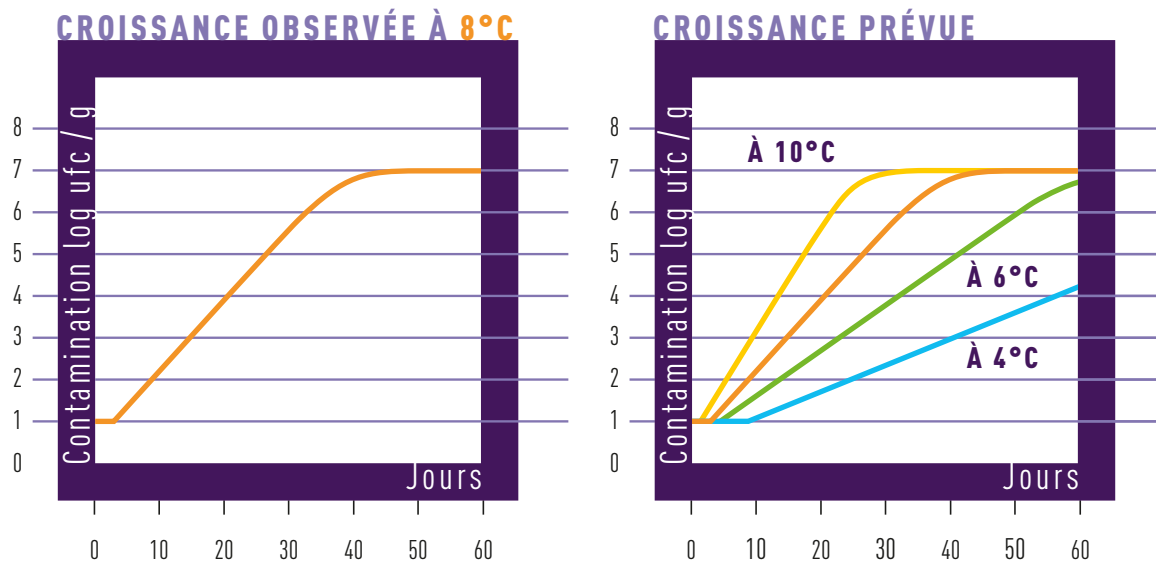


FIGURE 2. CINÉTIQUE DE CROISSANCE OBTENUE À + 8 °C ET CINÉTIQUES DE CROISSANCE PRÉVUES À + 4 °C, + 6 °C ET + 10 °C

## 2 ÉVALUATION DE LA CROISSANCE D'UN MICRO-ORGANISME PENDANT UNE DURÉE DE VIE MICROBIOLOGIQUE DE 20 JOURS

Dans l'exemple ci-dessous, des simulations de croissance de *L. monocytogenes* dans un aliment pendant 20 jours (1/3 à 4 °C et 2/3 à 8 °C) sont réalisées selon une approche déterministe qui utilise des valeurs fixes pour les facteurs physico-chimiques et le niveau de contamination initial et selon une approche probabiliste intégrant la variabilité inhérente au micro-organisme, aux facteurs physico-chimiques et à la contamination initiale.

### APPROCHE DÉTERMINISTE

Pour des niveaux de pH de 5,30 et d' $a_w$  de 0,988 mesurés dans un lot, les prévisions du modèle sont les suivantes :

- taux de croissance maximum = 0,026  $\log_{10}$  / jour à 4 °C et 0,22  $\log_{10}$  / jour à 8 °C;
- temps de latence = 11,5 jours (pas de croissance pendant les 6,5 jours à 4 °C et 5 jours à 8 °C).

Le potentiel de croissance peut être calculé à une température donnée en multipliant le nombre de jours de conservation par le taux de croissance à cette température, en tenant compte du temps de latence durant lequel la croissance est nulle. Dans, cet exemple, après 20 jours avec 6,5 jours à 4 °C suivi de 13,5 jours à 8 °C, le **potentiel de croissance serait :**

$$(11,5 \times 0) + (20-11,5) \times 0,22 \log_{10} = 1,9 \log_{10}$$

Pour une concentration initiale de 1 ufc / g (soit 0  $\log_{10}$  ufc / g), la concentration finale serait :

$$0 + 1,9 \log_{10} \text{ ufc / g soit } 80 \text{ ufc / g}$$

Avec l'approche déterministe, le seuil de 100 ufc / g ne serait pas atteint à la fin de la durée de vie pour une contamination initiale de 1 ufc / g pour le lot étudié. Cependant ce taux est très proche de la valeur limite de 100 ufc / g et le résultat est donc à interpréter avec beaucoup de précaution.

### APPROCHE PROBABILISTE

(exemple d'application avec le logiciel de microbiologie prévisionnelle Sym'Previus<sup>3</sup>)

L'approche probabiliste permet de prendre en compte la variabilité inhérente au produit, ainsi que la variabilité inhérente au micro-organisme et d'évaluer la probabilité de dépasser le seuil limite.

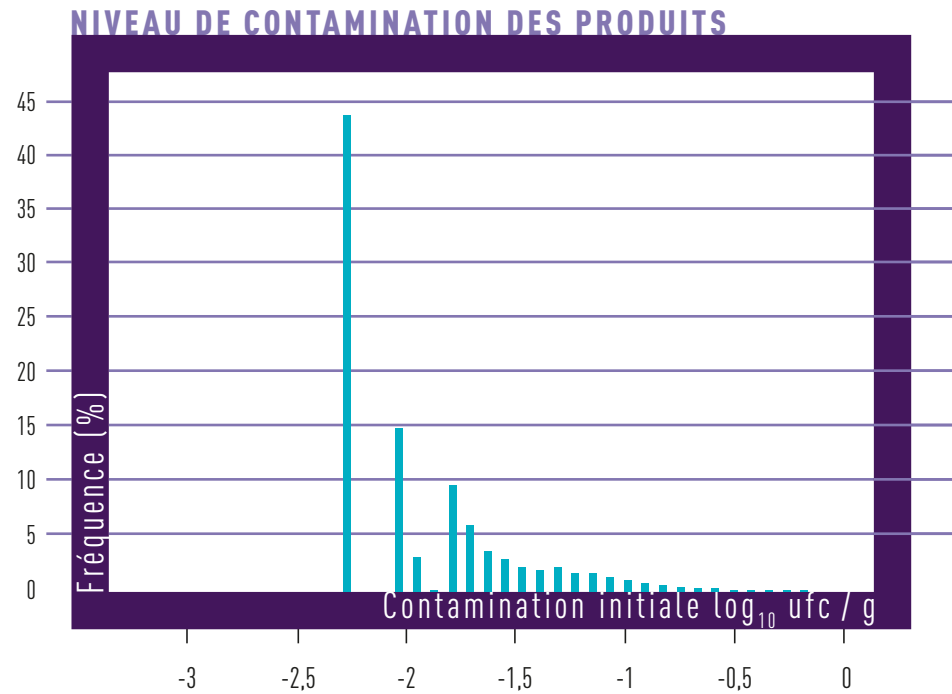
Taille des unités de vente = 200 g  $\pm$  2 g.

Les caractéristiques physico-chimiques du produit sont pH 5,30  $\pm$  0,05 et  $a_w$  0,988  $\pm$  0,005.

La contamination initiale est évaluée d'après l'historique d'analyses microbiologiques : 6 échantillons positifs sur 246 analyses pour des échantillons de 25 g sur une période définie. Avec pour hypothèse que la distribution de la contamination est homogène dans le produit, si l'on tient compte de la taille de l'unité de vente, 19,4 % des unités de vente de 200 g seraient contaminées avec au moins 1 ufc par unité de vente. Pour ces unités contaminées, il est possible d'estimer la variabilité du niveau de contamination initial en se basant sur les données d'autocontrôle.

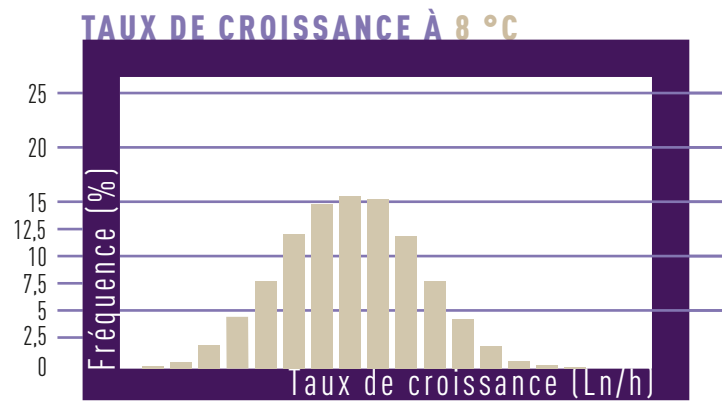
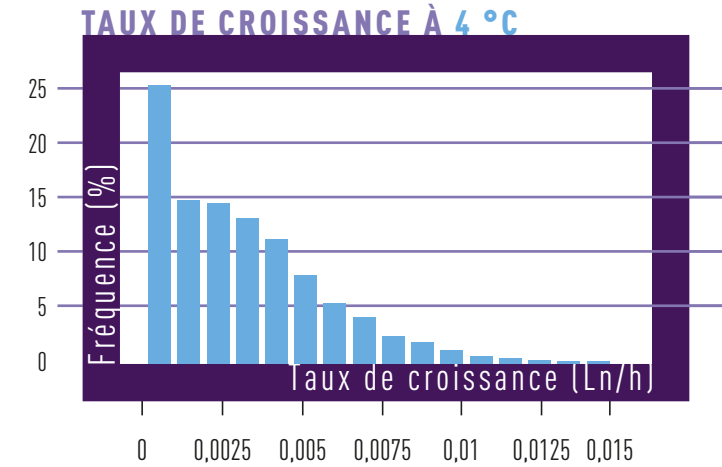
<sup>3</sup>Sym'Previus est un outil complet de prévision des données microbiologiques (voir page 19)

[WWW.SYMPREVIUS.EU](http://WWW.SYMPREVIUS.EU)



**FIGURE 3.**  
VARIABILITÉ DU NIVEAU INITIAL DE CONTAMINATION EN *L.MONOCYTOGENES*

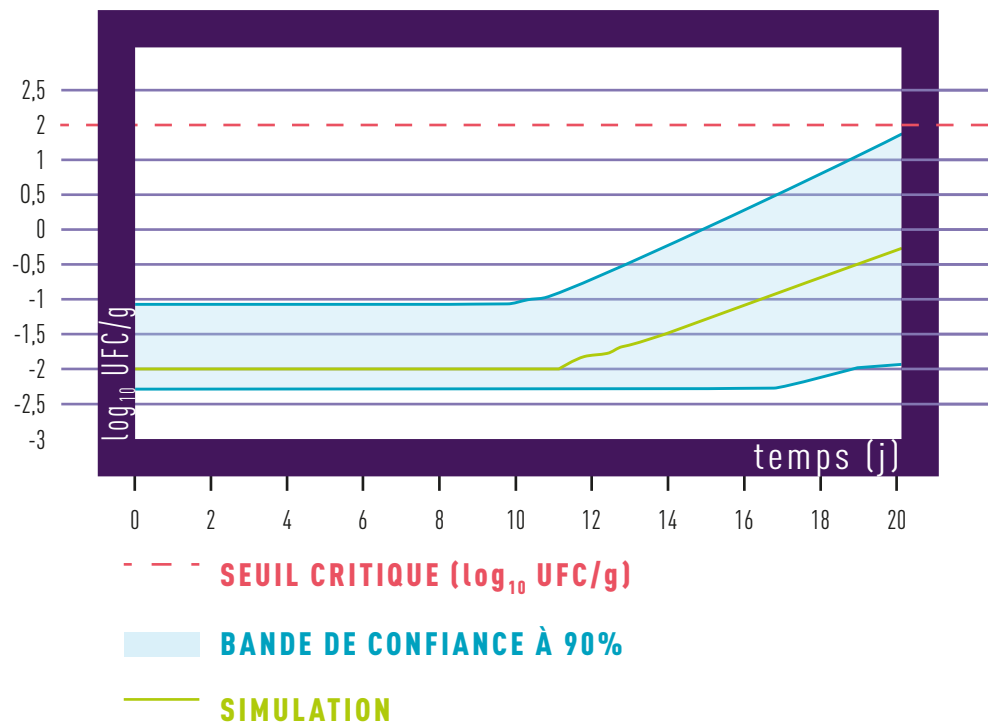
Il n'y a pas de croissance prévue pendant les 6,5 jours à 4 °C (le temps de latence à 4 °C étant supérieur à 18 jours). Le temps de latence est compris entre 10,1 jours et plus de 26,5 jours avec une valeur médiane de 14 jours. La variabilité des taux de croissance dans le produit (en se basant sur la variabilité du pH et de l'a<sub>w</sub> et sur la variabilité inter-souches) est représentée sur la figure 4.



**FIGURE 4.** VARIABILITÉ DU TAUX DE CROISSANCE  
(EXPRIMÉ EN LN/H)

**FIGURE 5.** SIMULATION DE CROISSANCE AVEC LES LIMITES DE L'INTERVALLE DE CONFIANCE À 90 % (COURBES DU HAUT ET DU BAS) INTÉGRANT LA VARIABILITÉ INHÉRENTE AU MICRO-ORGANISME, AUX FACTEURS PHYSICO-CHIMIQUES ET À LA CONTAMINATION INITIALE

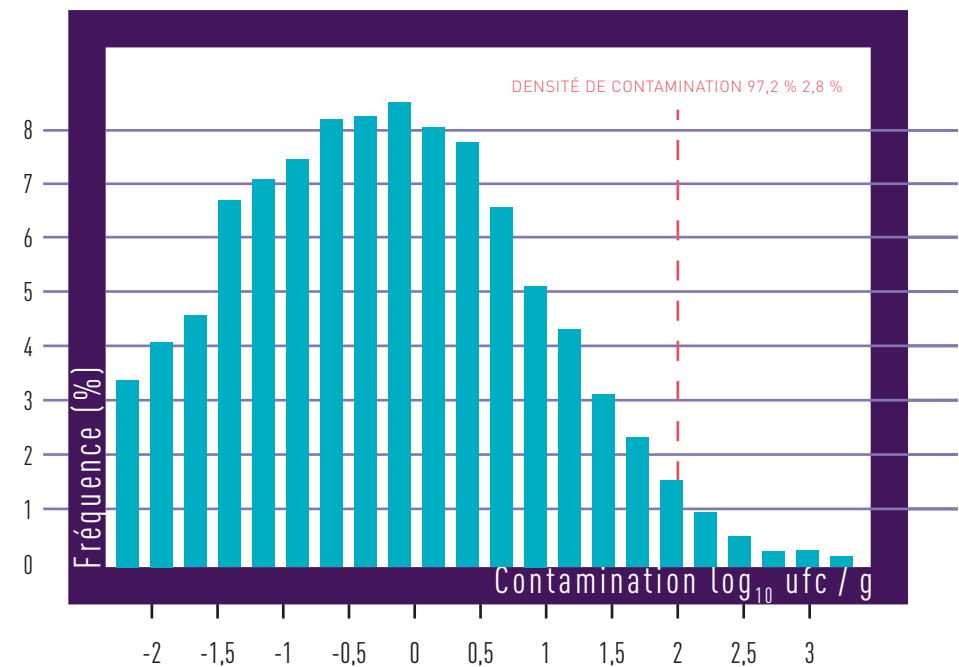
(le niveau de contamination initiale, défini d'après les données de prévalence du micro-organisme, est dans cet exemple de 1 ufc dans une unité de vente de 200 g)



Si l'on tient compte de l'intervalle de confiance à 90 %, la concentration finale des unités de vente de 200 g après 6,5 jours à 4 °C suivis de 13,5 jours à 8 °C est comprise entre 0,01 ufc / g et 50 ufc / g (soit entre -2 et 1,7  $\log_{10}$  ufc/g) avec une moyenne de 0,6 ufc / g (- 0,2  $\log_{10}$  ufc/g).

Les résultats des simulations intégrant les différentes sources de variabilité (variabilité inter-souches, facteurs physico-chimiques et contamination initiale) permettent de calculer que 2,8 % des unités de 200 g contaminées dépasseraient la limite de 100 ufc / g (figure 6). Si l'on tient compte que 19,4 % des unités de vente sont initialement contaminées, 0,5 % de la totalité des unités produites dépasseraient la limite de 100 ufc / g [(19,4 x 2,8) / 100].

**FIGURE 6.** DISTRIBUTION DE LA POPULATION DANS LES ÉCHANTILLONS ESTIMÉS CONTAMINÉS APRÈS 20 JOURS (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.



### 3 INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS OBTENUS AVEC LA MICROBIOLOGIE PRÉVISIONNELLE

#### APPROCHE DÉTERMINISTE (AVANTAGES ET LIMITES)

L'approche déterministe fournit un résultat quantitatif et simple à communiquer, ce qui facilite la décision à prendre quant à la vérification et/ou la validation de la durée de vie microbologique. 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 dépend du lot de produit testé. Il est recommandé dans cette approche de disposer de données sur plusieurs lots et de tenir compte du (des) lot(s) les plus favorable(s) à la croissance du micro-organisme considéré.



En particulier dans le cas sécuritaire (temps de latence le plus court et taux de croissance le plus élevé), l'analyse conduit à réduire la durée de vie du produit.

#### APPROCHE PROBABILISTE (AVANTAGES ET LIMITES)

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. Ainsi, d'une part, la communication de ce type de résultat probabiliste peut être délicate ; d'autre part, la prise de décision quant à la durée de vie microbiologique à déterminer est complexe, puisque le risque n'est jamais nul.

À titre comparatif, nous présentons l'exemple de la mise en place d'un plan d'autocontrôle en fin de durée de vie pour une validation de durée de vie microbiologique (dans le cadre d'un test de vieillissement par exemple). Ainsi, dans le cas du dénombrement de *L. monocytogenes* sur des prises d'essai de 10 g dans un lot en fin de durée de vie, le pourcentage estimé d'unités analysées dépassant le seuil de 100 ufc/g en fin de durée de vie, et l'intervalle de confiance de 95 % associé dépend du nombre n d'unités analysées et est :

- 0 % [0 % - 46 %] si 5 unités sont analysées et aucune n'est non-conforme ;
- 0 % [0 % - 11 %] si 30 unités analysées et aucune n'est non-conforme ;
- 0 % [0 % - 2,9 %] si 100 unités analysées et aucune n'est non-conforme.

Ainsi, dans le cadre d'un plan d'autocontrôles ponctuel pour vérifier ou surveiller une durée de vie microbiologique, un lot « conforme » dans le cadre du plan présente, comme dans le cas de l'approche probabiliste avec la microbiologie prévisionnelle, toujours un risque de non-conformité, aussi minime soit-il.

Un des avantages de l'approche probabiliste est qu'elle intègre les résultats d'analyses microbiologiques des produits finis en sortie d'usine (cadre réglementaire ou client) réalisées pour vérifier que le système de gestion de la qualité sanitaire reste performant. Dans ce cadre, toute dérive détectée lors de cette surveillance doit conduire, soit à des actions correctives lors de la fabrication, soit à une réévaluation de la durée de vie microbiologique du produit.

Enfin, il est nécessaire de rappeler que l'approche probabiliste tient compte de la variabilité inhérente au produit et au taux de contamination initial, comme recommandé dans l'annexe II du règlement européen n° 2073/2005. Elle permet en effet d'aboutir à des résultats et à une prise de décision en accord avec la réalité de production et de contamination.

## CONCLUSION

Une connaissance approfondie du produit est indispensable pour utiliser la microbiologie prévisionnelle. En effet, elle permet de déterminer la durée de vie microbiologique à partir des paramètres physico-chimiques de l'aliment, et des conditions de conservation, température et durée, en évaluant leur impact sur la croissance du micro-organisme identifié comme limitant pour la durée de vie microbiologique de l'aliment. En tenant compte de l'ensemble des facteurs impactant la durée de vie microbiologique d'un produit, la microbiologie prévisionnelle permet de rationaliser sa détermination, et au besoin d'optimiser la formulation, tout en réduisant les coûts analytiques. Sous réserve de leur bonne utilisation par l'utilisateur averti, les outils de microbiologie prévisionnelle permettent d'apprécier la qualité microbiologique des produits avant leur mise sur le marché et d'adapter des mesures de gestion pour réduire l'exposition du consommateur.

Les approches déterministes ou probabilistes présentent chacune leurs avantages et inconvénients. L'approche déterministe permet d'obtenir un résultat binaire, qui facilite la prise de décision, mais elle ne tient pas compte de la variabilité des conditions de production et de contamination réelles. Elle peut être utilisée comme une première approche pour déterminer la durée de vie microbiologique.

Pour aller plus loin, l'approche probabiliste tient compte des conditions de production et de contamination issues des autocontrôles et de la variabilité liée à l'aliment, au micro-organisme et à la chaîne du froid. Elle fournit un résultat probabiliste, sur lequel la difficulté à communiquer doit être relativisée, notamment en confrontant les résultats à ceux obtenus avec des tests de vieillissement. 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.

- 1 AFNOR,  
*NF V 01-002, Hygiène des aliments - glossaire français-anglais*,  
Paris, Afnor, décembre 2015, 29 p.
- 2 AFNOR,  
*NF V01-003, Traçabilité et sécurité des aliments - Lignes directrices pour la réalisation de tests de vieillissement microbiologique-aliments périssables réfrigérés*,  
Paris, Afnor, V01-01, décembre 2018, 18 p.
- 3 AFNOR,  
*NF V 01-009, Hygiène et sécurité des produits alimentaires - lignes directrices pour la réalisation des tests de croissance microbiologiques « challenge tests »*,  
Paris, Afnor, V01-01, décembre 2018, 26 p.
- 4 AFNOR,  
*NF EN ISO 20976-1, Microbiologie de la chaîne alimentaire. Exigences et lignes directrices pour la réalisation des tests d'épreuves microbiologiques - partie 1*,  
Paris, Afnor, avril 2019, 38 p.
- 5 ANSES,  
*Guide technique du laboratoire de référence de l'Union européenne pour L. monocytogenes, EURL Lm Guidance document for conducting shelf-life studies for Listeria monocytogenes in ready-to-eat foods*,  
Paris, LRUE, version 3, juin 2014 - Amendement 1 du 21 février 2019, 47 p.
- 6 COMMISSION EUROPÉENNE,  
*Règlement (CE) n° 2073/2005 de la commission du 15 novembre 2005, concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires*,  
JOCE n° L 338 du 22 décembre 2005, p 1-26.
- 7 COMMISSION EUROPÉENNE,  
*Guide DG SANTÉ, Guidance document on Listeria monocytogenes shelf-life studies for ready-to-eat foods, under Regulation (EC) n° 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs*,  
Bruxelles, novembre 2008, 37 p.
- 8 COUVERT (O.), PINON (A.), BERGIS (H.), BOURDICHON (F.), CARLIN (F.), CORNU (M.), DENIS (C.), GNANOU BESSE (N.), GUILLIER (L.), JAMET (E.), STAHL (V.), THUAULT (D.), ZULIANI (V.), AUGUSTIN (J.-C.),  
*Validation of a stochastic modelling approach for Listeria monocytogenes growth in refrigerated foods*, Londres, Academic Press, *International Journal of Food Microbiology*, n° 144, 15 décembre 2010, p. 236-242.
- 9 ICMSF (INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS)  
*Microorganisms in Foods 7 : Microbiological Testing in Food Safety Management*,  
New York, Springer, 2<sup>e</sup> édition, 2018,
- 10 MINISTÈRE CHARGÉ DE L'AGRO-ALIMENTAIRE,  
*Note de service DGAL/SDSSA/N2008-8009 sur les précisions relatives aux modalités de mise en œuvre des analyses microbiologiques des denrées alimentaires et d'exploitation des résultats*, Paris, 14 janvier 2008, 15 p.
- 11 MINISTÈRE CHARGÉ DE L'AGRO-ALIMENTAIRE,  
*Instruction technique DGAL/SDSSA/2019-861 sur la durée de vie microbiologique des aliments*, Paris, 24 décembre 2019, 27 p.
- 12 TENENHAUS-AZIZA (F.), ELLOUZE (M.),  
*Software for predictive microbiology and risk assessment : a description and comparison of tools presented at the ICPMF8 Software Fair*, Londres, Academic Press, *International Journal of Food microbiology*, vol. 45, février 2015, p. 290-299.

## SYM'PREVIUS [WWW.SYMPREVIUS.EU](http://WWW.SYMPREVIUS.EU)

Ensemble d'outils d'aide à l'expertise en sécurité des aliments, Sym'Previus est conçu pour les professionnels de l'alimentation pour : renforcer les plans HACCP, développer de nouveaux produits, mieux comprendre et quantifier le comportement microbien, et enfin déterminer les durées de vie microbiologiques et produire des aliments plus sûrs. Il apporte des arguments basés sur les modèles de microbiologie prévisionnelle les plus récents.

Points de contact pour l'utilisation de Sym'Previus : les Instituts techniques de l'Agro-alimentaire (ITA) ACTALIA, ADRIA, Aerial, CTCPA, IFIP. [voir page 21]



## RÉDACTEURS

### **ACTALIA / CATHERINE DENIS**

310 rue Popiélujko . 50000 Saint-Lô  
c.denis@actalia.eu

### **ACTALIA / VALÉRIE MICHEL**

419 route des Champs-Laitiers . C.S. 50030  
74801 la Roche-sur-Foron  
v.michel@actalia.eu

### **ACTIA / ALICE DULAS**

16 rue Claude-Bernard . 75231 Paris Cedex 05  
a.dulas@actia-asso.eu

### **ADIV / SOUAD CHRISTIEANS**

10 rue J.-Auriol . ZAC du parc industriel Gravanches  
63039 Clermont-Ferrand Cedex 2  
souad.christieans@adiv.fr

### **ADRIA / VÉRONIQUE HUCHET / YVAN LE MARC**

Z.A. Creac'h Gwen . 29196 Quimper Cedex  
veronique.huchet@adria.tm.fr - yvan.lemarc@adria.tm.fr

### **AERIAL / VALÉRIE STAHL**

Parc d'innovation . rue Laurent-Fries  
B.P. 40443 . 67412 Illkirch Cedex  
v.stahl@aerial-crt.com

### **ANSES / HÉLÈNE BERGIS**

14 rue P.-et-M.-Curie . 94701 Maisons-Alfort Cedex  
helene.bergis@anses.fr

### **CNIEL / FANNY TENENHAUS-AZIZA**

42 rue de Châteaudun . 75009 Paris  
ftenenhaus@cniel.com

### **CTCPA / STELLA PLANCHON**

Site Agroparc . 449 avenue Clément-Ader  
B.P. 21203 . 84911 Avignon Cedex 9  
splanchon@ctcpa.org

### **IFIP / SABINE JEUGE**

7 avenue du Général-de-Gaulle . 94700 Maisons-Alfort  
sabine.jeuge@ifip.asso.fr

### **MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION DGAL - BASCA / SÉBASTIEN RÉMY-FERNANDEZ**

251 rue de Vaugirard . 75732 Paris Cedex 15

### **UNIVERSITÉ DE BRETAGNE OCCIDENTALE - LUBEM / OLIVIER COUVERT**

6 rue de l'Université . 29000 Quimper  
olivier.couvert@univ-brest.fr



# RMT

ACTIA

# QUALIMA

MAÎTRISE DE LA QUALITÉ MICROBIOLOGIQUE  
DES ALIMENTS

**ORGANISME PORTEUR : AERIAL**  
**ORGANISME D’AFFILIATION : ACTIA**

**CONTACTS - CO-ANIMATION DU RMT :**

**AERIAL, VALÉRIE STAHL**

CHEF DE PROJETS EN MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE

V.STAHL@AERIAL-CRT.COM

**ACTALIA SÉCURITÉ DES ALIMENTS, CATHERINE DENIS**

CHEF DE PROJETS EN MICROBIOLOGIE ALIMENTAIRE

C.DENIS@ACTALIA.EU

LE RMT ACTIA QUALIMA

[WWW.ACTIA-ASSO.EU](http://WWW.ACTIA-ASSO.EU) - R&D - RMT - RMT QUALIMA

**ACTIA**

16 RUE CLAUDE-BERNARD

75 231 PARIS CEDEX 05

01 44 08 86 20

[WWW.ACTIA-ASSO.EU](http://WWW.ACTIA-ASSO.EU)



ACTIA

