La directrice générale

Maisons-Alfort, le 06 août 2026

NOTE
d'appui scientifique et technique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

relative à « l'évolution, à la demande des professionnels, de la valeur pasteurisatrice VP40 pour l'assainissement de certains produits élaborés à base de viandes de volailles contaminées par *Salmonella* spp »

L'Anses a été saisie le 09/01/2026 par la DGAL pour la réalisation de l'appui scientifique et technique relatif à la demande d'évolution émanant des professionnels, de la valeur pasteurisatrice VP40 pour l'assainissement de certains produits élaborés à base de viandes de volailles contaminées par *Salmonella* spp.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA DEMANDE

Comme prévu par le règlement (CE) n°2073/2005, les opérateurs peuvent recourir, en vue de les éliminer, à un traitement thermique lorsque les denrées ne respectent pas les critères de sécurité relatifs à la présence de *Salmonella*. Si la réglementation européenne n'impose pas la nature de ces traitements (obligation de moyens) mais leurs effets (obligation de résultat), des instructions techniques nationales ont historiquement préconisé un traitement très protecteur, équivalent à une valeur pasteurisatrice[1] VP_{10}^{70} > 40 minutes, fondée sur une performance de réduction de 13 $\log_{10}$ de la population d'*Enterococcus faecalis*, choisi comme micro-organisme de référence en raison de sa forte thermorésistance (D_{70} = 2,95 min ; z = 10 °C) parmi les bactéries végétatives.

Toutefois, cette intensité de traitement des lots contaminés est difficilement compatible, d'après les professionnels, avec leur usage sur certains produits élaborés de volailles (par exemple nuggets ou cordons bleus), en raison de son impact sur les qualités organoleptiques et donc sur la valeur commerciale. Dans ce contexte, et au regard de références

[1] La notation $VP_z^{T\mathrm{ref}}$ désigne une valeur pasteurisatrice calculée avec une température de référence (°C) et un facteur d'activation thermique z (en °C)

internationales, telles que celles du FSIS (*Food Safety Inspection Service*[2]), indiquant qu'une réduction de l'ordre de 7 $\log_{10}$ de *Salmonella* peut être suffisante, la Fédération des Industries Avicoles (FIA) propose de réviser cette exigence de réduction de 13 $\log_{10}$ d'*Enterococcus faecalis*.

Une étude de microbiologie prévisionnelle conduite par ACTALIA (centre technique agro-alimentaire) propose ainsi une valeur pasteurisatrice cible ($VP_{6,23}^{70}$) de 1,82 minute, correspondant à une réduction de 7 $\log_{10}$ de *Salmonella*. En intégrant un facteur de sécurité, la FIA propose de retenir une valeur cible de $VP_{6,23}^{70}$ d'au moins 5 minutes (notée VP5).

Dans ce contexte, la saisine transmise par la DGAL formule deux questions et spécifie la gamme de produits concernés : « *S'agissant de l'efficacité sanitaire d'un traitement thermique à VP5 pour certaines catégories spécifiques de produits élaborés cuits à base de volaille, les questions posées à l'Anses sont les suivantes :*

a. Concernant l'étude de microbiologie prévisionnelle fournie par ACTALIA : quelle évaluation en fait l'Anses quant à la robustesse des hypothèses formulées, la justesse d'application du modèle utilisé, ainsi que sa pertinence au regard des données disponibles.

b. Concernant la méthodologie générale de validation par les exploitants de l'efficacité de l'application d'une VP5 sur leurs produits pour maîtriser le risque Salmonella *spp. Quels sont pour l'Anses les éléments essentiels à maîtriser, surveiller et vérifier par les exploitants pour garantir l'efficacité sanitaire d'un traitement à VP5 ?*

Et en conséquence, l'Anses peut-elle formuler des recommandations quant à la méthodologie de validation expérimentale : nombre de répétitions, conditions de test, paramètres à suivre, etc. (ces recommandations seraient utilement prises en compte dans le cadre des contrôles de second niveau réalisés par les services déconcentrés).

Les produits susceptibles d'être concernés sont tous les produits élaborés cuits à base de viande de volaille comme : Cordon bleu de volaille, Escalope Cordon bleu de volaille, Nuggets de volaille, Escalope à la viennoise destinés à être consommés cuits. »

2. ORGANISATION DES TRAVAUX

L'expertise a été réalisée dans le respect de la norme NF X 50-110 « Qualité en expertise – Prescriptions générales de compétence pour une expertise (janvier 2024) ».

L'expertise a été conduite par le groupe de travail « Évaluation des guides de bonnes pratiques d'hygiène et d'application des principes HACCP » (GT GBPH) de janvier à juillet 2026, avec validation par le Comité d'experts spécialisé « Évaluation des risques biologiques dans les aliments » (CES BIORISK) le 8 juillet 2026.

Pour répondre à la question *a.*, l'analyse a porté sur l'examen critique de l'étude FIA/ACTALIA, en particulier sur les choix méthodologiques, les hypothèses retenues et les paramètres utilisés pour construire la valeur pasteurisatrice cible. Le GT GBPH a analysé la représentativité et la fiabilité des données bibliographiques mobilisées, notamment pour les paramètres de thermorésistance de *Salmonella*, les données de prévalence et l'estimation de la contamination initiale. Lorsque cela était possible, les calculs et modèles présentés dans le dossier ont été reproduits afin d'en vérifier la cohérence. Des analyses complémentaires ont

[2] Le FSIS, littéralement « Service d'inspection de la sécurité sanitaire des aliments » est une agence de l'USDA, le ministère américain chargé de l'agriculture.

également été réalisées, incluant une revue bibliographique ciblée et des comparaisons avec d'autres modèles ou données de la littérature, afin d'apprécier la pertinence et le caractère protecteur des choix retenus.

Pour répondre à la question b, les recommandations relatives à la validation, la surveillance et la vérification d'un traitement thermique de type VP5 ont été élaborées à partir des principes généraux de validation des mesures de maîtrise, des références bibliographiques disponibles, des pratiques connues en matière de traitements thermiques et des éléments d'analyse issus de la première question. Le GT GBPH a également pris en compte des éléments complémentaires, notamment les données disponibles sur les toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) impliquant les catégories de produits concernées, afin d'élargir la réflexion aux conditions réelles de mise en œuvre et de maîtrise du risque. Les principaux éléments de traçabilité des analyses conduites dans le cadre de cette expertise ont été archivés sur la plateforme Zenodo[3] afin d'en assurer la transparence et la reproductibilité scientifique.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet : https://dpi.sante.gouv.fr/.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS

3.1. Rappels théoriques relatifs à l'inactivation thermique des micro-organismes

Les micro-organismes et leurs spores, exposés à un traitement thermique, suivent le plus souvent, à température constante, une loi cinétique d'inactivation d'ordre 1, avec une diminution exponentielle au cours du temps : c'est la « probabilité de survie » individuelle. Pour définir et visualiser la vitesse avec laquelle les micro-organismes sont détruits, il est usuel de représenter le nombre de micro-organismes survivants N sur une échelle logarithmique à base 10 ou de représenter $\log_{10}(N) = f(t)$, ce qui permet de linéariser la courbe, d'en déterminer la pente et de définir simplement le premier paramètre de thermorésistance D_T. Cette relation linéaire est valable dans la gamme de températures létales considérée.

- Valeur D_T durée de réduction décimale (en minutes)

D_T est la durée de réduction décimale, exprimée le plus souvent en minutes : durée de traitement à une température T donnée qui permet de diviser par 10 le nombre de micro-organismes. Elle est toujours accompagnée de la température à laquelle cette durée a été mesurée. Le temps nécessaire d'exposition de micro-organismes connus à une température donnée, permettant leur inactivation attendue d'un facteur n $\log_{10}$, se détermine sous la forme de l'équation suivante :

$$t_T = n \cdot D_T$$

avec : t_T : temps d'exposition à la température T, n : nombre de réductions décimales et D_T : durée de réduction décimale du micro-organisme à la température d'exposition T.

- Valeur z facteur d'activation thermique (en °C)

[3] https://doi.org/10.5281/zenodo.21398945

La durée de réduction des micro-organismes D_T suit elle-même une loi de réduction également d'ordre 1, en fonction de la température. Cette loi définit le paramètre *z* (en °C) ou facteur d'activation thermique.

Le paramètre *z*, qui caractérise la thermosensibilité, est l'écart de température, exprimé en °C, qui permet de faire varier la valeur D_T d'un facteur 10, pour un micro-organisme donné. Ainsi, l'élévation d'une valeur *z* de la température d'un traitement thermique appliqué à un micro-organisme permet de réduire de 90 % la durée D_T de ce dernier.

Le paramètre *z* est déterminé par l'équation de droite suivante :

$$z = \frac{T_2 - T_1}{log_{10}(D_{T_2}) - log_{10}(D_{T_1})}$$

Ou encore, pour illustrer simplement : « *lorsque la température s'élève de z °C, la réduction décimale de la population microbienne est obtenue en un temps dix fois plus court* ». Ainsi, pour un *z* de 10 °C, si la $D_{70°C}$ est de 3 minutes, la $D_{80°C}$ sera de 0,3 minute et la $D_{60°C}$ sera de 30 minutes.

- Relation générale

Par la connaissance de ce paramètre *z*, caractéristique d'une souche de micro-organisme, et d'une valeur D_T à une température donnée, il devient possible de déterminer les valeurs de D_T pour toute autre température dans la gamme de températures d'inactivation. Il est ainsi possible de ramener des valeurs de D_T obtenues à différentes températures vers une même température de référence, ce qui facilite la comparaison des données de thermorésistance issues de différentes études.

Les paramètres *z* et D_T permettent donc de caractériser ensemble la thermorésistance de n'importe quelle souche de micro-organisme exposée à un traitement thermique quelconque, dans un milieu donné.

Cette relation entre (D_T) et la température est également classiquement décrite par l'équation de Bigelow (Bigelow 1921). Ce modèle linéaire relie le logarithme décimal de la durée de réduction décimale à la température de traitement :

$$log_{10}(D_T) = log_{10}(D_{Tref}) - \frac{(T - T_{ref})}{z}$$

où (D_{Tref}) est la durée de réduction décimale à la température de référence (T_{ref}). Cette équation permet d'estimer la valeur de (D_T) à différentes températures de traitement, dans la gamme de températures létales considérée.

Ces caractéristiques sont exploitées pour définir une échelle d'intensité des traitements thermiques : la valeur pasteurisatrice, qui peut être reliée au niveau d'inactivation attendu.

- Notion de valeur pasteurisatrice

Lorsqu'un produit est exposé à un traitement thermique, le point froid (c'est-à-dire la zone recevant l'intensité minimale de traitement) peut être suivi en température. Son historique thermique peut être exprimé en intégrant la température réelle par rapport au temps, pour calculer une grandeur cumulative qualifiée de valeur pasteurisatrice (*VP*), qui caractérise l'intensité du traitement reçu.

  - Définition générale

Lorsque la température du produit varie au cours du temps, la valeur pasteurisatrice est définie par la relation suivante :

$$VP_z^{\mathrm{T_{ref}}} = \int_0^t 10^{\left(\frac{T(t)-T_{\mathrm{ref}}}{z}\right)} \cdot dt$$

où *T*(t) est la température mesurée au point froid du produit à l'instant *t* ; *T*ref est la température de référence (généralement 70 °C pour la pasteurisation des produits non acides) ; *z* est le facteur d'activation thermique retenu pour le microorganisme cible.

- Cas particulier d'un traitement à température constante

Lorsque la température du produit reste constante pendant toute la durée du traitement, l'expression précédente se simplifie et la valeur pasteurisatrice est donnée par :

$$VP = t \cdot 10^{\frac{T-T_{\mathrm{ref}}}{z}}$$

où *VP* est la valeur pasteurisatrice (en min), *t* est la durée du traitement thermique (en min) à température constante du produit au cours de ce traitement thermique (en °C) *T*.

La valeur de température de référence T_{ref} pour le calcul est usuellement de 70 °C pour la pasteurisation de produits non-acides. La valeur de *z* est usuellement établie à 10 °C (en référence à *E. faecalis*) pour la pasteurisation des produits carnés (mais une autre valeur peut être choisie pour exprimer l'inactivation thermique d'une souche particulière, ou pour refléter l'influence des caractéristiques de la matrice alimentaire).

- Calcul de la valeur pasteurisatrice lors d'un traitement réel

Cependant, dans les conditions réelles de transformation dans les entreprises agroalimentaires, ni l'enceinte de traitement thermique (autoclave, four, tunnel, etc.), ni le produit lui-même ne sont maintenus à température strictement constante au cours du temps. Les températures évoluent durant les différentes phases du procédé (montée en température, maintien éventuel, refroidissement), tandis que la température au sein du produit varie également sous l'effet des transferts de chaleur.

Pour l'évaluation de l'efficacité microbiologique du traitement, le raisonnement est classiquement conduit au niveau du point froid du produit, c'est-à-dire la zone recevant l'intensité thermique la plus faible. La température de ce point froid évolue donc continuellement au cours du traitement thermique (Figure 1).

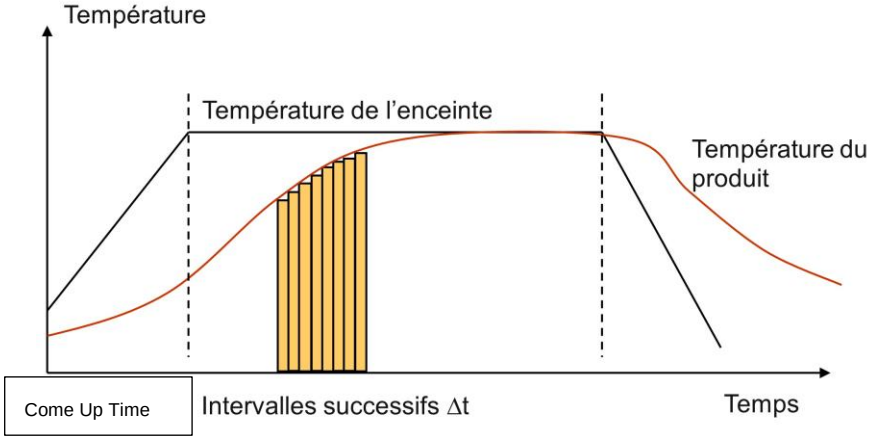

Figure 1. Représentation des valeurs pasteurisatrices partielles (surfaces oranges) calculées au cours du temps. Le profil comprend une phase de montée en température de l'enceinte jusqu'à la température de consigne (*Come-Up Time*, CUT), une phase de maintien à la température cible, puis une phase de refroidissement.

En pratique, l'intégrale précédente est calculée numériquement en divisant le traitement thermique en petits intervalles de temps Δt, pendant lesquels la température du produit est

supposée constante. La valeur pasteurisatrice acquise pendant chacun de ces intervalles est alors :

$$VP_p = \Delta t \cdot 10^{\left(\frac{T - T_{\text{ref}}}{z}\right)}$$

où VP_p : valeur pasteurisatrice partielle acquise pendant le petit intervalle de temps Δ(t) ; Δt : durée d'exposition du produit à la température T(t) ; T(t) : température du produit pendant la durée Δ (t), supposée constante ; T_{ref} : température de référence (généralement 70 °C) ; z : facteur d'activation thermique de référence pour la cible microbiologique choisie, dans les conditions définies.

L'effet des traitements thermiques successifs est cumulatif en termes d'inactivation des micro-organismes. La valeur pasteurisatrice totale est calculée en faisant la somme algébrique des valeurs pasteurisatrices partielles (VP_p) accumulées au cours du traitement thermique.

$$VP = \sum_i VP_{p,i}$$

La valeur pasteurisatrice totale (*VP*), ainsi calculée, correspond à une durée « équivalente » au traitement thermique de référence.

- Relation entre intensité du traitement thermique et efficacité d'inactivation

La valeur pasteurisatrice cumulée au cours d'un traitement thermique est une mesure obtenue par le suivi de la température au point froid, au cours du temps. La valeur *z* utilisée pour le calcul est une grandeur expérimentale caractéristique de la thermorésistance des micro-organismes cibles ; la température de référence T_{ref} utilisée pour le calcul peut être associée à la valeur de *D* à cette même T_{ref}, seconde caractéristique permettant de relier la *VP* au micro-organisme cible.

$$VP_z^{T\text{ref}} = D(T_{\text{ref}}) \cdot \log_{10}\left(\frac{N_0}{N(t)}\right)$$

où N_0 représente la concentration initiale du micro-organisme, N(t) la concentration après le traitement thermique, et $\log_{10}(N_0/N(t))$, noté *n* le nombre de réductions décimales obtenu.

Cette relation permet de relier directement l'intensité du traitement thermique, quantifiée par la valeur pasteurisatrice, à son efficacité microbiologique, exprimée par le nombre de réductions décimales ($\log_{10}$) obtenues sur le microorganisme cible.

Ainsi, il est possible, si l'on caractérise expérimentalement la thermorésistance d'un micro-organisme cible (valeurs *D* et z) à une température quelconque (dans la gamme des températures d'inactivation), de calculer D_{Tref}, et ainsi d'évaluer la décontamination (*n*, nombre de $\log_{10}$ d'inactivation), qui sera obtenue pour un traitement conférant une *VP* connue.

3.2. Évaluation de l'étude de microbiologie prévisionnelle réalisée par ACTALIA

3.2.1. Données bibliographiques relatives à la thermorésistance de *Salmonella*

Le dossier de la FIA et d'ACTALIA s'appuie sur une synthèse bibliographique visant à caractériser la thermorésistance de *Salmonella* dans différentes matrices à base de volailles, afin de définir des objectifs de réduction décimale et des valeurs pasteurisatrices cibles. Cette synthèse repose principalement sur l'analyse des paramètres de thermorésistance issus de la littérature, ainsi que sur la prise en compte des conditions effectives de traitement thermique,

incluant la montée en température jusqu'à la consigne choisie dans le milieu de traitement thermique (enceinte) (*Come Up Time* ou CUT, voir Figure 1).

- Données relatives à la thermorésistance de *Salmonella*
  - Description de la démarche de la FIA/ACTALIA

La revue de la littérature a permis d'identifier plusieurs études expérimentales de la thermorésistance de *Salmonella* dans différentes matrices alimentaires, incluant notamment des produits à base de volailles crus ou cuits (hachés, filets, viandes séparées mécaniquement, produits transformés). Dans ces études, des suspensions bactériennes, composées soit de souches individuelles soit de mélanges de souches de sérotypes différents, ont été soumises à des traitements thermiques à différentes températures.

À partir des cinétiques d'inactivation obtenues, les paramètres classiques de thermobactériologie ont été déterminés, à savoir la valeur *D* et la valeur *z*. Ces paramètres ont été compilés et synthétisés dans des tableaux récapitulatifs. L'essentiel des données récoltées vient d'une méta-analyse (Silva and Gibbs 2012) qu'ACTALIA a complétée avec d'autres références.

  - Analyse critique

La souche *Salmonella* Senftenberg 775W (ATCC 43845) est largement reconnue dans la littérature comme l'une des souches de salmonelles les plus thermorésistantes en conditions de chaleur humide (EFSA Panel on Biological Hazards et al. 2025). Or, dans plusieurs études utilisées pour construire le tableau 1 du rapport de la FIA/ACTALIA, cette souche n'est pas toujours incluse dans les souches utilisées.

Par ailleurs, les informations disponibles sur les conditions expérimentales des études compilées restent parfois limitées, notamment en ce qui concerne la composition des matrices (par exemple la teneur en matières grasses), l'activité de l'eau ou encore les modalités d'inoculation des micro-organismes. Or, la présence de lipides est connue pour augmenter la thermorésistance de certains agents pathogènes, dont *Salmonella*, en exerçant un effet protecteur (Juneja, Eblen, and Marks 2001; Ahmed, Conner, and Huffman 1995). Cette influence du taux de matières grasses est d'ailleurs prise en compte dans les barèmes temps-température proposés par la FSIS[4] pour les produits de volailles, qui prévoient des combinaisons de cuisson différentes selon la teneur en lipides des produits (FSIS 2021). L'absence de description précise de ces paramètres dans les études considérées constitue ainsi une source d'incertitude dans l'interprétation des valeurs de thermorésistance.

D'autres travaux expérimentaux sont également disponibles, par exemple ceux de Bemrah et al. (2003) qui portent sur des sérovars fréquemment isolés dans certains produits transformés tels que les cordons-bleus (Hadar, Typhimurium). Toutefois, les valeurs de thermorésistance rapportées dans cette étude sont globalement plus faibles que celles retenues dans la synthèse présentée par la FIA/ACTALIA, ce qui les rend moins pertinentes dans une approche visant à identifier des paramètres conservateurs pour la validation générique des traitements thermiques.

Une représentation graphique des valeurs *D* en fonction de la température, compilant les données issues de 11 études (Bucher, D'Aoust, and Holley 2008; ESR 2015; Juneja, Eblen, and Marks 2001; Juneja 2007; Mazzotta 2000; Murphy et al. 2003; Murphy et al. 2002; Murphy, Martin, et al. 2004; Murphy, Osaili, et al. 2004; Osaili et al. 2006; Murphy et al. 2000), a été

[4] https://www.usda.gov/guidance-documents/pathogen-reduction/fsis/fsis-cooking-guideline-meat-and-poultry-products-revised-appendix (pages 37-38)

élaborée afin d'apprécier la variabilité inter-études des paramètres de thermorésistance et de positionner la relation de Bigelow retenue dans ce contexte (Figure 2).

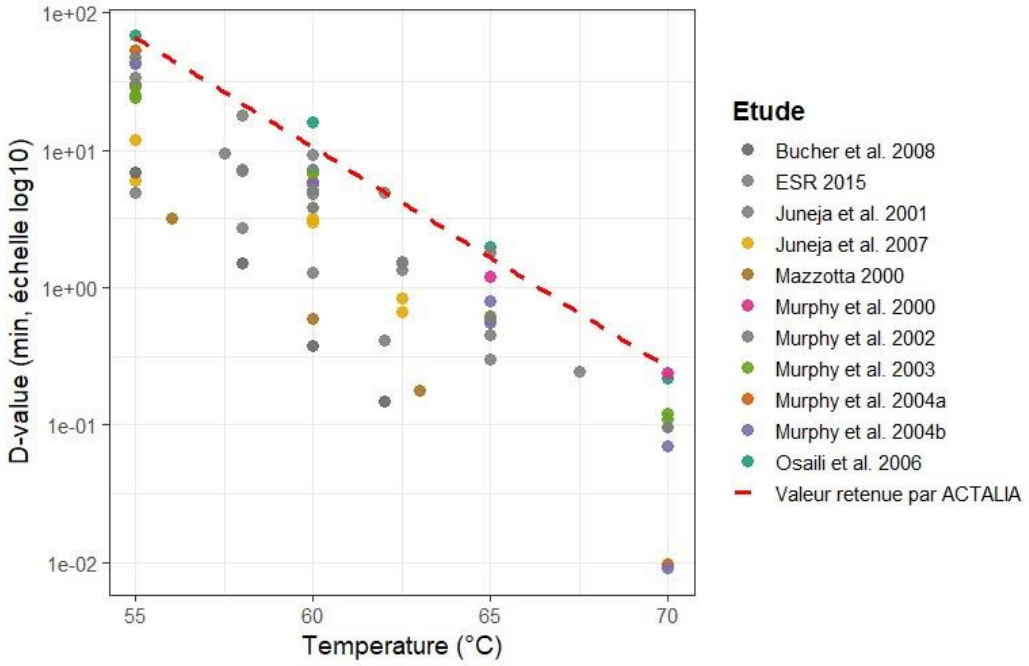

Figure 2. Synthèse des valeurs de *D* présentées dans l'analyse bibliographique réalisée dans le rapport de la FIA/ACTALIA. Les points représentent les données expérimentales. La droite pointillée représente la relation établie sur les données de l'étude d'Osaili et al. (2006)

Pour la détermination d'une *VP* cible, le rapport d'ACTALIA retient une approche protectrice en s'appuyant sur les valeurs de thermorésistance les plus élevées rapportées par Osaili et al. (2006), obtenues avec un mélange de souches de *Salmonella* Senftenberg, sérovar reconnu comme particulièrement thermorésistant. La relation retenue est caractérisée par une valeur $D_{70°C}$ de 0,26 minute et une valeur *z* de 6,23 °C. Toutefois, le GT GBPH rencontre des difficultés à comprendre précisément la méthode d'estimation de ces valeurs, celles-ci ne reprenant pas strictement les valeurs présentées dans la revue de Silva et Gibbs (Silva and Gibbs 2012) qui a servi à établir le tableau des valeurs de *D (*cf tableau 1 du rapport FIA/ACTALIA). La Figure 2 montre que les données issues de cette étude se situent effectivement parmi les valeurs de *D* les plus élevées rapportées dans la littérature compilée.

Afin de mettre en perspective les paramètres retenus par la FIA/ACTALIA, différentes relations de Bigelow issues de la littérature et de travaux de validation ont été comparées graphiquement (Figure 3). Cette représentation permet de confronter l'approche conservatrice proposée par ACTALIA aux valeurs qui auraient pu être retenues sur la base d'une méta-analyse des données disponibles (van Asselt and Zwietering 2006; van Lieverloo et al. 2021) ou de paramètres utilisés dans des études de validation expérimentales de l'IZSVe[5] (Bortolami et al. 2025), qui ont utilisé des données de thermorésistance dérivées notamment des travaux de Murphy et al. (2002). Elle permet également de positionner ces relations par rapport aux combinaisons temps-température empiriques proposées par la FSIS (2021), qui tiennent compte de la teneur en matières grasses des produits et illustrent l'influence de ce facteur sur la thermorésistance apparente de *Salmonella*. La relation retenue par ACTALIA donne des valeurs plus sécuritaires que celles données pour 12% de matières grasses. Afin d'illustrer l'impact pratique du choix des paramètres de thermorésistance, la relation retenue par la

[5] Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (IZSVe)

FIA/ACTALIA a été comparée à la borne haute (90ème percentile) de la méta-analyse de van Lieverloo et al. (2021). Ainsi, à 55 °C, la durée théorique nécessaire pour atteindre une réduction de 7 $\log_{10}$ est de 465 min avec la relation de la FIA/ACTALIA, contre 289 min avec la borne supérieure de l'intervalle de prédiction à 90 % du modèle de van Lieverloo. À 65 °C, les deux approches convergent : 11,6 min avec la relation de la FIA/ACTALIA contre 16,6 min avec la borne supérieure du modèle. Au-delà de 70 °C, la relation d'ACTALIA conduit à des durées légèrement plus faibles ; à 75 °C, l'écart n'est toutefois que d'environ 40 secondes (17 s contre 57 s pour une réduction de 7 $\log_{10}$). Les comparaisons réalisées montrent que le choix des paramètres de thermorésistance influence les durées de traitement calculées, en particulier aux températures élevées. Toutefois, dans la gamme de températures supérieures à 70 °C, les valeurs de *D* deviennent très faibles et les différences observées se traduisent par des écarts de durée de l'ordre de quelques dizaines de secondes seulement pour atteindre un objectif de réduction de 7 $\log_{10}$. Leur impact pratique apparaît donc limité au regard des durées de traitement concernées et des marges de sécurité ensuite retenues par la FIA pour définir une valeur pasteurisatrice cible. Les traitements thermiques industriels ne sont toutefois pas appliqués à température constante, mais selon des profils temps/température exprimés sous forme de valeur pasteurisatrice. Les comparaisons réalisées à température constante permettent d'apprécier les différences entre modèles, sans préjuger de leur caractère plus ou moins protecteur sur des profils thermiques réels. En l'état des connaissances, les paramètres retenus par la FIA/ACTALIA apparaissent scientifiquement justifiés et protecteurs. Si la FIA souhaitait adopter une approche encore plus conservatrice, elle pourrait néanmoins évaluer l'incidence de l'utilisation de la borne haute (90ème percentile ou d'autres percentiles) proposée par van Lieverloo et al. (2021).

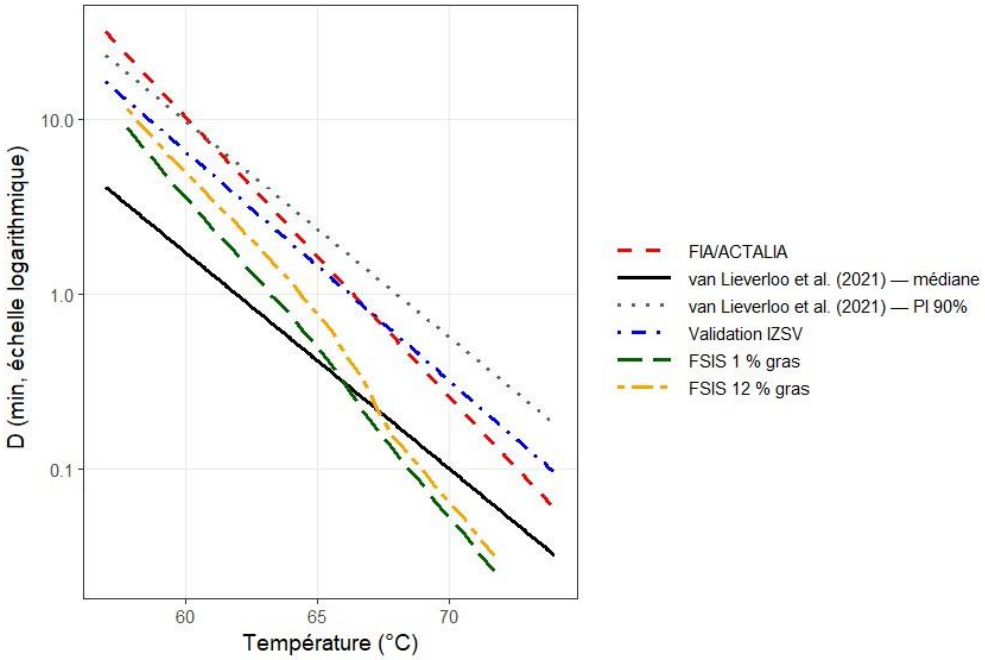

Figure 3. Comparaison de différentes relations de Bigelow décrivant la thermorésistance de *Salmonella*. La droite rouge pointillée correspond aux paramètres retenus par la FIA/ACTALIA (D_{70} = 0,26 min ; z = 6,23 °C), établis à partir des données d'Osaili et al. (2006). Les deux droites noires correspondent au modèle prédictif de van Lieverloo et al. (2021) pour *Salmonella enterica*, appliqué à une matrice viande (a_w = 0,95 ; pH = 6,01 ; teneur en sucre = 4,6%) : le trait plein représente la prédiction médiane du modèle validé et le trait pointillé la borne supérieure de l'intervalle de prédiction à 90 %. La droite bleue correspond aux paramètres utilisés dans l'étude de validation de l'IZSVe, fondés notamment sur les travaux de Murphy et al. (2002). Les courbes verte et orange représentent les relations empiriques dérivées des barèmes temps–température de la FSIS (2021) pour des produits contenant respectivement 1 % et 12 % de matières grasses.

Si ces différentes approches de modélisation visent à intégrer de manière conservatrice certains facteurs influençant la thermorésistance, tels que la variabilité entre sérovars ou la teneur en matières grasses des matrices (Lee, Kong, and Chen 2026), d'autres déterminants importants sont plus rarement pris en compte. En particulier, les conditions de préparation des souches et leur historique d'exposition à des stress sub-létaux peuvent modifier leur résistance thermique (Georgalis et al. 2025). Les modèles prédictifs qui ne prennent pas en compte l'exposition à des températures sub-létales peuvent donc surestimer la létalité globale des procédés thermiques présentant des temps de montée en température (McMinn et al. 2025). Cependant, peu de travaux ont été réalisés pour caractériser l'effet d'un chauffage sublétal sur les valeurs de *D* (Corradini and Peleg 2009; Stasiewicz et al. 2008; Valdramidis, Geeraerd, and Van Impe 2007; J.-Y. Kim et al. 2021; Mackey and Derrick 1986; Mackey and Derrick 1987). Dans l'étude de Mackey et Derrick (1986), une adaptation de 30 min à 48 °C multipliait par environ 2,5 à 3 le temps nécessaire pour obtenir une réduction de 7 log de *Salmonella* Typhimurium lors de traitements ultérieurs entre 55 et 59 °C. Kim et al. (2021) ont montré qu'une exposition préalable de *Salmonella* Typhimurium à un chauffage sublétal (50 °C pendant 120 min) augmentait significativement sa thermorésistance lors d'un traitement ultérieur à 60 °C. Selon les matrices alimentaires, les valeurs D_{60} augmentaient d'un facteur d'environ 2, traduisant une augmentation importante de la durée nécessaire pour obtenir un même niveau d'inactivation. Ce constat vient renforcer l'importance de l'application d'une marge de sécurité dans les calculs de la *VP* cible afin de tenir compte de cette réalité biologique.

3.2.2. Températures effectives et prise en compte de la montée en température à cœur

- Description de la démarche de la FIA/ACTALIA

Le dossier mentionne la notion de montée en température à cœur du produit et son rôle potentiel dans l'inactivation thermique de *Salmonella*.

- Analyse critique du GT GBPH

La durée et les conditions de montée en température dépendent fortement des caractéristiques du produit (masse, géométrie, composition), des températures de traitement retenues et des équipements utilisés. Dans ce contexte, il apparaît que la contribution de la montée en température à l'inactivation thermique doit être appréhendée non pas comme un phénomène spécifique, mais comme une composante à part entière de la létalité thermique cumulée au cours de l'ensemble du cycle de traitement.

Ainsi, l'efficacité sanitaire du procédé doit être évaluée à partir de la valeur pasteurisatrice totale atteinte, calculée sur la totalité du cycle thermique, incluant la phase de montée en température (*Come Up Time*), le palier éventuel et la phase de refroidissement. Dans certaines configurations de traitement à température élevée, la valeur pasteurisatrice cible peut être atteinte dès la fin de la montée en température, rendant la durée de maintien en palier théoriquement nulle. Cette approche souligne l'importance de raisonner en termes de létalité thermique intégrée plutôt que de durée de traitement à température constante. Le GT considère que cette approche est correctement prise en compte dans le dossier de la FIA/ACTALIA, qui raisonne en termes de valeur pasteurisatrice cumulée sur l'ensemble du cycle thermique.

3.2.3. Données bibliographiques relatives à la prévalence et la diversité de *Salmonella* dans la filière volaille et chez les cas humains

- Description de la démarche de la FIA/ACTALIA

Pour documenter le niveau de contamination de la filière avicole par *Salmonella*, le rapport de la FIA/ACTALIA s'appuie sur plusieurs sources de données de surveillance et d'épidémiologie. En premier lieu, les données issues des autocontrôles réalisés en abattoirs français sont mobilisées, celles-ci étant enregistrées dans la base nationale DONAVOL[6]. Le rapport de la FIA/ACTALIA exploite également les données européennes, publiées par l'Efsa et l'ECDC dans les rapports « zoonoses », relatives à la présence de *Salmonella* dans les viandes et produits à base de viande, à différents stades de la chaîne alimentaire. Enfin, le rapport de la FIA/ACTALIA analyse la répartition des principaux sérovars responsables de salmonelloses humaines et présents dans la filière volaille.

- Analyse critique du GT GBPH

Les données présentées dans le dossier permettent de documenter de manière générale la présence de *Salmonella* dans la filière avicole, à partir de sources issues de la surveillance nationale et européenne. Toutefois, l'analyse repose principalement sur un constat descriptif des niveaux de prévalence observés, sans discussion approfondie des facteurs susceptibles d'expliquer les variations selon les matrices alimentaires ou les étapes de la chaîne de production.

Ainsi, les différences de prévalence entre produits peuvent en partie s'expliquer par la mise en œuvre d'étapes assainissantes, notamment les traitements thermiques appliqués aux produits à base de viande de volailles destinés à être consommés cuits. À l'inverse, l'absence de détection dans certaines catégories de produits crus pourrait refléter une sélection plus stricte des matières premières ou des stratégies de gestion du risque en amont. Par ailleurs, la contribution potentielle de la contamination environnementale au cours des opérations de transformation et de distribution qui pourrait influencer les niveaux de prévalence observés n'est pas discutée.

Les données européennes mobilisées présentent également des limites d'interprétation. Elles reposent en partie sur des déclarations d'exploitants du secteur alimentaire, susceptibles d'introduire des biais, notamment en lien avec les stratégies d'échantillonnage, la performance des méthodes analytiques ou les volumes analysés. Les différences importantes de prévalence entre États membres ne sont pas discutées, alors qu'elles pourraient être liées à des facteurs structurels tels que les volumes de production, les pratiques d'élevage ou les modalités de contrôle. En outre, les résultats issus des contrôles officiels apparaissent généralement plus élevés que ceux provenant des autocontrôles des exploitants, ce qui souligne l'importance de considérer la nature et les caractéristiques des dispositifs de surveillance dans l'analyse des données.

S'agissant de la diversité des sérovars, les données présentées mettent en évidence la prédominance de sérovars fréquemment impliqués dans les cas de salmonellose humaine et dans la filière avicole, tels que *S.* Enteritidis, *S.* Typhimurium ou *S.* Infantis. Toutefois, les paramètres de thermorésistance associés à ces sérovars ne sont pas documentés dans la première partie du dossier, qui s'appuie principalement sur des données obtenues avec des souches réputées particulièrement thermorésistantes, notamment *Salmonella* Senftenberg. Le contraste entre les sérovars prédominants dans la filière avicole (*S.* Enteritidis, *S.* Typhimurium, *S.* Infantis) et les souches utilisées pour documenter la thermorésistance, souligne que les données de prévalence sont utilisées par la FIA/ACTALIA davantage pour

[6] Plateforme créée par la FIA et le Comité National des Abattoirs et Ateliers de découpe de Volailles (CNADEV) afin de mutualiser les données d'autocontrôles microbiologiques des abattoirs agréés de volailles, lapins et chevreaux français

caractériser le contexte de contamination que pour orienter directement ses choix des paramètres de traitement thermique.

Enfin, le choix de la donnée de prévalence retenue pour l'estimation de la contamination initiale (cf. partie 3.2.4 ci-dessous) repose essentiellement sur des données issues d'abattoirs français et de données fournies par les partenaires industriels ayant participé à l'étude FIA/ACTALIA. Cette approche, fondée sur un nombre limité de sites volontaires, peut limiter la représentativité des résultats vis-à-vis de l'ensemble de la filière, notamment pour les établissements transformant des viandes de volailles provenant d'autres pays ou opérant dans des contextes technologiques différents. La variabilité observée entre sites suggère par ailleurs l'existence d'une hétérogénéité des situations de contamination au sein de la filière.

3.2.4. Estimation de la contamination initiale

- Description de la démarche de la FIA/ACTALIA

À partir des données issues de DONAVOL et de cinq partenaires industriels volontaires, la FIA/ACTALIA estime plusieurs scénarios de prévalence (moyenne, médiane, maximale et agrégée sur l'ensemble des données), en se limitant aux matrices crues ou à la peau de cou, afin d'estimer la contamination initiale avant traitement thermique. Le logiciel SymPrevius est ensuite utilisé pour estimer la distribution de la contamination.

- Analyse critique sur la méthode d'estimation de la distribution de la contamination initiale à partir de données de prévalence

La méthode mathématique utilisée n'est pas décrite dans le rapport de la FIA/ACTALIA, mais l'outil SymPrevius semble s'appuyer, d'après Couvert et al. (2010), sur l'approche proposée par Crépet et al. (2007). Ces auteurs proposent de déterminer les paramètres de la distribution lognormale à partir de données de prévalence (estimée à partir de *r* le nombre d'échantillons positifs et de *n* le nombre d'échantillons de masse *m*). La méthode est décrite ci-dessous.

- Estimation de la concentration moyenne

Sous l'hypothèse d'une distribution de Poisson du nombre de cellules dans un échantillon, la probabilité qu'un échantillon de masse *m* soit positif s'écrit :

$$p = 1 - \exp(-q \cdot m)$$

où *q* est la concentration moyenne en UFC/g. En inversant cette relation, la concentration moyenne est estimée par (Crépet et al., 2007) :

$$q = \frac{\ln\left({}^{n}/_{(n-r)}\right)}{m}$$

La moyenne de la distribution lognormale est alors $\mu = \log_{10}(q)$.

- Estimation de l'écart-type

En l'absence de plusieurs études indépendantes permettant d'estimer directement la variabilité entre études (σ_p), l'écart-type de la distribution est dérivé à partir du seuil de détection *d* et de la prévalence observée α = r/n, selon la relation (Crépet et al., 2007) :

$$\sigma = \frac{\log_{10}(d) - \mu}{F^{-1}(1-\alpha)}$$

où F^{-1} désigne la fonction quantile de la loi normale standard. Le seuil de détection retenu est *d* = 1 UFC/25 g (soit 0,04 UFC/g), correspondant à la limite de détection théorique des méthodes de recherche utilisées.

- Simulation de Monte Carlo

Si l'on applique la méthode sur les données de *r* et *n* données dans le rapport de la FIA/ACTALIA (*r* = 12 876 positifs sur *n* = 168 098 échantillons de 25 g) pour définir la prévalence dite maximale, on obtient la distribution de contamination ainsi paramétrée : μ = −2,50 et σ = 0,77. Ces valeurs ont été utilisées pour simuler N = 100 000 valeurs de $\log_{10}(C_0)$ selon une loi normale N(μ, σ). Seules les valeurs satisfaisant $\log_{10}(c_0) > -2$ ont été conservées, correspondant à une concentration minimale de 0,01 UFC/g, soit au moins 1 cellule dans une portion de 100 g. Cette troncature permet d'exclure les concentrations théoriquement non détectables dans les conditions pratiques d'analyse. Les percentiles 5, 50 et 95 de la distribution tronquée ont été calculés et sont présentés graphiquement sur la Figure 4.

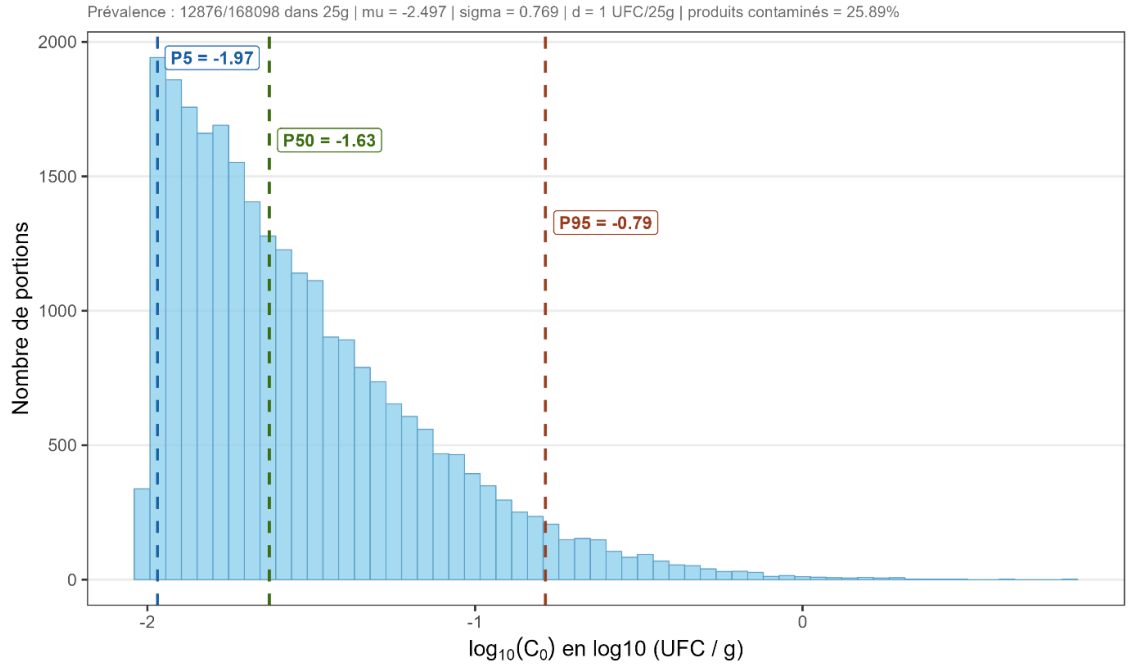

Figure 4. Distribution simulée de la concentration en *Salmonella* ($\log_{10}$(UFC/g)) dans les portions de volailles contaminées, estimée à partir des données de prévalence et selon la méthode de Crépet et al. (2007)

Au final, l'application de la méthode de Crépet et al. (2007) permet aux experts du GT de retrouver de manière globalement cohérente les résultats présentés dans le rapport, notamment pour la médiane et le 95^{éme} percentile de la distribution simulée. Les concentrations maximales obtenues atteignent environ 1 $\log_{10}$ UFC/g.

Si ces valeurs apparaissent plausibles au regard d'une contamination initiale faible des produits crus, leur discussion par la FIA/ACTALIA reste incomplète en l'absence de confrontation explicite avec les données de la littérature décrivant les niveaux de contamination effectivement observés dans les viandes de volailles. La cohérence de ces résultats au regard des données de la littérature relatives aux niveaux de contamination observés dans les viandes de volailles est examinée ci-dessous.

Plusieurs études rapportent en effet des niveaux de contamination pouvant dépasser la valeur retenue dans le rapport de la FIA/ACTALIA. Dans des produits de volailles crus panés et surgelés impliqués dans des toxi-infections alimentaires collectives, des niveaux de *Salmonella* compris entre <0,003 et 3 NPP/g ont été mesurés (Catford, Ganz, and Tamber 2017), illustrant que des concentrations de l'ordre de quelques UFC/g peuvent être associées à des cas humains. Dans une étude de terrain sur des filets de poulets au détail (Straver et al. 2007), des niveaux allant jusqu'à 3,81 $\log_{10}$ NPP par filet ont été observés, soit des charges

nettement supérieures à celles retenues dans la distribution simulée. De même, sur des produits de volailles crus prêts à cuire, Jørgensen et al. (2022) rapportent des concentrations atteignant 54 NPP/g pour certains échantillons, bien que la majorité des échantillons présentent des niveaux inférieurs à 1 NPP/g. Pour les viandes de dindes collectées aux États-Unis entre 2016 et 2019, les concentrations en *Salmonella* ont été estimées par la méthode NPP, avec une plage de quantification allant de 0,03 à 1100 UFC/g (Li, Barnett-Neefs, and Stasiewicz 2026).

Les approches de modélisation réalisées dans le cadre d'appréciation quantitative du risque confirment également l'existence d'une queue de distribution vers des niveaux élevés. Ainsi, M. Kim et al. (2024), montrent que, même si la majorité des viandes de volailles présente des faibles niveaux de contamination, une faible proportion de produits peut dépasser 1 (1,2%) ou 10 UFC/g (0,4%) et concentrer une part majeure du risque sanitaire. Li, Barnett-Neefs, and Stasiewicz (2026) aboutissent à des observations similaires sur les viandes de dindes.

Enfin, dans une démarche d'évaluation quantitative du risque appliquée à des produits de type cordon bleu, Bemrah et al. (2003) retiennent explicitement des scénarios de contamination initiale plus élevés afin d'explorer des situations défavorables. Les auteurs retiennent l'hypothèse de 10 UFC/g.

Les données issues d'autres études suggèrent ainsi que des niveaux de contamination plus élevés que ceux retenus par la FIA/ACTALIA peuvent être observés, ce qui interroge le caractère sécuritaire des hypothèses retenues. Dans ce contexte, les valeurs maximales issues de la distribution retenues par la FIA/ACTALIA apparaissent relativement basses au regard de la variabilité des niveaux de contamination documentée dans la littérature.

3.2.5. Probabilité d'une portion positive après traitement thermique

- Description de la démarche de la FIA/ACTALIA

À partir des concentrations initiales estimées et d'objectifs de réduction décimale (5, 6 ou 7 $\log_{10}$), le rapport de la FIA/ACTALIA présente un calcul de la probabilité de présence d'au moins une cellule de *Salmonella* dans une portion de 100 g après traitement thermique, en s'appuyant sur une approche probabiliste de type loi de Poisson.

- Analyse critique du GT GBPH

La prise en compte conjointe de la contamination initiale et d'un objectif de réduction logarithmique constitue un élément positif de la démarche. En effet, les approches de validation des traitements thermiques reposent le plus souvent uniquement sur la démonstration de l'atteinte d'un critère de performance donné (par exemple une réduction de 6 ou 7 $\log_{10}$), sans intégrer explicitement les niveaux de contamination attendus dans les matières premières ou les produits. L'approche proposée permet ainsi de mieux relier les paramètres de traitement thermique à un objectif de sécurité des aliments.

Le choix d'objectifs de réduction décimale de l'ordre de 5 à 7 $\log_{10}$ est cohérent avec les pratiques couramment retenues pour la maîtrise de *Salmonella* dans les produits à base de viande. Toutefois, la justification du niveau de réduction retenu pourrait être davantage explicitée au regard des hypothèses relatives aux concentrations initiales. Dans une approche protectrice, l'utilisation d'hypothèses de contamination plus élevées pourrait être envisagée.

Par ailleurs, le recours à une modélisation probabiliste basée sur la loi de Poisson apparaît pertinent pour décrire la probabilité de présence résiduelle de cellules après traitement thermique. Néanmoins, les hypothèses sous-jacentes à cette approche, notamment en termes d'homogénéité de la contamination et d'indépendance des événements, pourraient être

discutées, notamment au regard de la pertinence de la marge de sécurité vis-à-vis de certaines réalités biologiques (nature de la matrice, mode de contamination, etc.). En effet, la prévision d'inactivation des micro-organismes présuppose que ces derniers reçoivent, chacun, l'énergie suffisante à leur inactivation, ce qui n'est pas toujours le cas dans la réalité.

Enfin, il convient de souligner que, dans la démarche proposée, le choix du niveau de réduction logarithmique retenu influence principalement l'objectif de sécurité sanitaire associé, mais n'a pas d'impact majeur sur les valeurs pasteurisatrices calculées, qui dépendent avant tout des paramètres de thermorésistance retenus.

3.2.6. *VP* cible et barèmes temps/température

- Description de la démarche de la FIA/ACTALIA

Les paramètres de thermorésistance issus de l'étude d'Osaili et al. (2006) ont été retenus comme référence, avec une valeur *D* à 70 °C de 0,26 minute et une valeur *z* de 6,23 °C. Sur cette base, la valeur pasteurisatrice ($VP_{6,23}^{70}$) cible est calculée en multipliant la valeur *D* de référence (D_{Tref}) par le nombre de réductions décimales souhaitées (7 $\log_{10}$).

La démarche de la FIA/ACTALIA utilise ensuite les relations de type Bigelow pour déterminer différents couples temps-température permettant d'atteindre la $VP_{6,23}^{70}$ cible. Des tableaux de barèmes thermiques sont ainsi établis pour plusieurs températures de traitement. Ils donnent aussi le nombre de réductions décimales associées à une $VP_{6,23}^{70}$ de 5 minutes.

- Analyse critique du GT GBPH

Les données de thermorésistance (valeurs D_{70} et *z*) retenues par la FIA/ACTALIA correspondent à une souche de *Salmonella* parmi les plus résistantes : ce choix est justifié, la *VP* sera calculée en utilisant cette valeur *z*, pour répondre à la question posée.

Il est pertinent de garder une température de référence T_{ref} pour le calcul, de 70 °C, usuelle pour exprimer la *VP*, car elle permet de rester dans les ordres de grandeur usuels pour les utilisateurs : *VP* exprimée en minutes dans une gamme de 0,1 à 1000 minutes.

Pour les produits carnés en général, l'usage est d'exprimer les valeurs pasteurisatrices, pour la pasteurisation des matrices non acides, avec une température de référence de 70 °C et un facteur d'activation thermique de 10 °C. Ce choix de valeur *z* est sécuritaire puisque le micro-organisme de référence *E. faecalis*, qui présente une valeur *z* de 10 °C environ, est l'une des bactéries végétatives les plus résistantes. Toutefois, la valeur pasteurisatrice peut être définie en fonction d'un danger microbiologique ciblé. Dans le cas présent, l'objectif est l'inactivation de *Salmonella* spp. Il convient donc d'utiliser des paramètres de thermorésistance représentatifs de ce micro-organisme. Cela concerne à la fois la valeur *D* de référence et la valeur z.

Le niveau d'inactivation retenu (7 $\log_{10}$) correspond aux pratiques usuelles, notamment imposées par l'USDA et la FDA (USA) pour l'inactivation des micro-organismes pathogènes non sporulés, incluant les salmonelles. Cette cible de décontamination est supportée par l'analyse quantitative de l'exposition du rapport FIA/ACTALIA (contamination initiale estimée ; contamination résiduelle - statistique - souhaitée cf. discussions ci-dessus dans les paragraphes 3.2.4 et 3.2.5).

En utilisant la formule exposée en introduction, avec (i) une décontamination de 7 $\log_{10}$ de réduction ciblée pour *Salmonella*, (ii) une température de référence de 70°C et (iii) la valeur D_{70} = 0,26 min et *z* = 6,23 °C (en référence à *Salmonella* Senftenberg*,* la plus résistante identifiée par la bibliographie)

=> Le calcul donne $VP_{6,23}^{70}$ = 7 x D_{70} = 1,82 minutes

Remarque : La FIA/ACTALIA doit présenter clairement sa *VP* cible comme une $VP_{6,23}^{70}$.

Remarque : tous les matériels professionnels de sondage thermique et de calcul automatiques de *VP* instantanée et cumulée sont paramétrables par l'opérateur avec les valeurs de température de référence et *z* de son choix.

La validation de la *VP* dans les ateliers de transformation n'est pas abordée dans le rapport FIA/ACTALIA. Le GT rappelle que la validation pratique doit être réalisée dans les conditions les plus défavorables, en mesurant la température au point froid du produit, lui-même placé dans la zone la plus froide de l'enceinte de traitement thermique. Cela nécessite une cartographie thermique préalable de l 'enceinte pour définir la zone froide du matériel de traitement thermique (four, tunnel de cuisson, etc. Voir les recommandations pratiques pour la validation du traitement de chaque produit, au point 3.3.2 ci-dessous et la réponse à la question b*.)*. Le protocole doit également intégrer la variabilité des mesures de la *VP* à cœur entre plusieurs échantillons du même produit.

Concernant la justification des marges de sécurité proposées, les différents choix faits par la FIA/ACTALIA sont protecteurs :

- valeur *D* retenue correspondant aux salmonelles les plus thermorésistantes en matrices viandes humides : pH > 5 ; a_w > 0,9 ;
- cible de réduction de 7 $\log_{10}$ issue du calcul de concentration et prévalence ;
- facteur de sécurité final de 2,7 pour passer d'une *VP* minimale théorique de 1,82 min à une *VP* cible de 5 min (préconisée par la FIA).

Cette *VP* cible de 5 minutes correspond théoriquement à une réduction d'environ 19 $\log_{10}$ de *Salmonella* lorsque les valeurs centrales des paramètres D_{70} et *z* sont retenues. Les experts relèvent toutefois que le calcul initial ne prend pas explicitement en compte l'incertitude associée à l'estimation de ces paramètres issus de l'étude d'Osaili et al. (2006). Une analyse complémentaire réalisée par le GT (cf. dépôt sur Zenodo) intégrant leurs intervalles de confiance montre que, même dans l'hypothèse la plus défavorable, le niveau minimal d'inactivation reste voisin de l'objectif de 7 $\log_{10}$ (6,9 $\log_{10}$), donc compatible avec l'objectif de performance retenu. Les experts considèrent ainsi que le facteur de sécurité appliqué par la FIA/ACTALIA est suffisant pour absorber non seulement de modestes variations de la contamination initiale, mais également l'incertitude associée à l'estimation des paramètres de thermorésistance.

En revanche, la valeur de *z* (6,23 °C) implique une forte sensibilité de la valeur pasteurisatrice aux écarts de température. Une variation limitée de la température du produit se traduit par une variation exponentielle de la *VP* calculée. Cette propriété renforce l'importance d'une maîtrise métrologique des mesures de température et d'une validation expérimentale robuste des barèmes de traitement thermique (cf. ci-après).

Enfin, la comparaison des paramètres retenus par la FIA/ACTALIA avec d'autres modèles de thermorésistance issus de la littérature (Figure 3) montre que la relation utilisée est plus protectrice aux températures les plus basses de la gamme étudiée, où les différences de durée de traitement sont les plus importantes. Au-delà de 70 °C, certaines relations deviennent légèrement plus protectrices. Toutefois, comme mentionné précédemment, à ces températures élevées, les valeurs de *D* sont très faibles et les écarts observés correspondent à des différences de durée de traitement de l'ordre de quelques dizaines de secondes. L'impact pratique de ces différences apparaît donc limité au regard des marges de sécurité retenues par la FIA/ACTALIA et des variabilités intrinsèques des procédés industriels.

3.2.7.Prise en compte d'autres micro-organismes

- Description de la démarche de la FIA/ACTALIA

Le dossier évalue l'impact des traitements thermiques envisagés sur d'autres micro-organismes d'intérêt, notamment *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter jejuni* et les bactéries pathogènes sporulées.

- Analyse critique du GT GBPH

Les dangers retenus apparaissent globalement pertinents au regard des connaissances disponibles pour la filière volailles ; toutefois, d'autres agents pathogènes d'intérêt, tels que *Staphylococcus aureus*, pourraient également être pris en compte afin de compléter l'analyse (Baéza 2020).

Les résultats présentés mettent en évidence que la FIA/ACTALIA a retenu, pour *Salmonella*, des paramètres de thermorésistance correspondant à une situation défavorable (souches fortement thermorésistantes, notamment avec *Salmonella* Senftenberg). En revanche, pour les autres agents pathogènes, les paramètres utilisés reposent sur des valeurs issues de la littérature correspondant à des estimations moyennes, sans nécessairement cibler les souches les plus thermorésistantes décrites. Ainsi, la comparaison entre agents pathogènes repose sur des hypothèses de thermorésistance qui ne sont pas homogènes en termes de niveau de protection : une approche « pire-cas » est appliquée pour *Salmonella*, mais pas pour les autres micro-organismes. Ainsi, les données présentées dans le tableau 1 montrent que, pour certains agents pathogènes tels que *Listeria monocytogenes* ou *Campylobacter*, des études expérimentales rapportent des valeurs de D_{70} significativement plus faibles, conduisant à des niveaux d'inactivation beaucoup plus élevés pour une même valeur pasteurisatrice (par exemple > 250 $\log_{10}$ pour *Listeria* selon Aryani et al. (2015), ou > 300 $\log_{10}$ pour *Campylobacter* selon Nguyen, Corry, and Miles (2006)).

Une démarche plus cohérente consisterait à comparer les différents agents pathogènes sur la base de leurs souches les plus thermorésistantes, afin d'évaluer de manière homogène le niveau de protection apporté par la valeur pasteurisatrice retenue. Cette approche est celle retenue dans la Figure 5 et le tableau 1 ci-dessous, qui permettent de positionner *Salmonella* par rapport aux autres agents pathogènes dans une logique de comparaison. Les paramètres sécuritaires issus de la méta-analyse de van Asselt et Zwietering (2006) conduisent à des niveaux d'inactivation nettement plus faibles (Tableau 1).

Dans ce contexte, il est également utile de disposer d'un modèle générique permettant de caractériser la thermorésistance de l'ensemble des formes végétatives pathogènes sans distinguer les espèces. van Lieverloo et al. (2021) ont développé un modèle prédictif de régression linéaire multiple ajustant l'effet de la température pour les effets de l'activité de l'eau (a_w), du pH et de la teneur en sucre, calibré sur 521 valeurs de $\log_{10}$(D) pour *Salmonella enterica* puis validé sur 2 483 valeurs couvrant neuf autres espèces bactériennes pathogènes végétatives (dont *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. aureus*). La conclusion centrale de ce travail est que la variabilité de la résistance thermique au sein d'une même espèce est plus grande que la variabilité entre genres : un modèle générique unique suffit donc pour caractériser l'inactivation thermique de l'ensemble des bactéries végétatives pathogènes courantes.

Tableau 1. Paramètres de thermorésistance de différents micro-organismes et réductions logarithmiques associées pour une valeur pasteurisatrice $VP_{6,23}^{70}$ = 5 min. Les valeurs retenues pour *Salmonella* correspondent aux paramètres utilisés par la FIA/ACTALIA, tandis que celles des autres micro-organismes sont issues de la littérature, notamment des méta-analyses de van Asselt et Zwietering et van Lieverloo et al. (2021) (P90 des intervalles de prédiction) ou d'études expérimentales spécifiques (Aryani et al., 2015 ; Nguyen et al., 2006).

Micro-organisme	Source	*z*	D_{70} (min)	$\log_{10}D_{70}$	Réduction en $\log_{10}$ pour une *VP*5
Salmonella	FIA/ACTALIA	6,23	0,26	-0,59	19,2
L. monocytogenes	van Asselt & Zwietering (borne haute 90%)	7,00	0,40	-0,40	12,6
L. monocytogenes	Aryani et al. (2015)	5,20	0,0200	-1,70	250,0
Campylobacter	van Asselt & Zwietering (borne haute 90%)	12,30	0,76	-0,12	6,6
Campylobacter	Nguyen et al. (2006)	5,92	0,0153	-1,81	325,9
Staphylococcus aureus	van Asselt & Zwietering (borne haute 90%)	8,80	1,55	0,19	3,2
Formes végétatives pathogènes (générique)	van Lieverloo et al. (2021) - aw=0,95, pH=6,01, sucre=4,6% - Médiane	6,94	0,10	-1,00	49,9
Formes végétatives pathogènes (générique)	van Lieverloo et al. (2021) - aw=0,95, pH=6,01, sucre=4,6% - PI 90%	6,94	0,57	-0,24	8,8
Formes végétatives pathogènes (générique)	van Lieverloo et al. (2021) - aw=0,95, pH=6,01, sucre=4,6% - PI 95%	6,94	0,80	-0,10	6,3

Ce modèle présente l'avantage de fournir un intervalle de prédiction explicite, permettant de choisir un niveau de protection adapté à la démarche d'évaluation pour un pathogène donné. Appliqué aux conditions d'une matrice viande (a_w = 0,95 et pH = 6,01 d'après Venâncio et al. (2025) et Yilmaz and Yilmaz (2018)) et en gardant la teneur en sucre par défaut (4,6 %), il conduit à un D_{70} médian de l'ordre de 0,10 min et à une borne supérieure de l'intervalle de prédiction à 95 % d'environ 0,80 min (*z* = 6,94 °C). Les valeurs déterminées avec ce modèle générique (médiane et P90) sont représentées en Figure 5 par les deux droites noires ; ceci permet de positionner ce modèle générique par rapport aux données espèce-spécifiques. Il est à noter que la borne supérieure (PI 90%) du modèle de van Lieverloo et al. (2021) se situe dans une gamme de thermorésistance comparable aux paramètres retenus pour *Salmonella* par la FIA/ACTALIA, ce qui conforte la cohérence de l'approche retenue pour le danger cible.

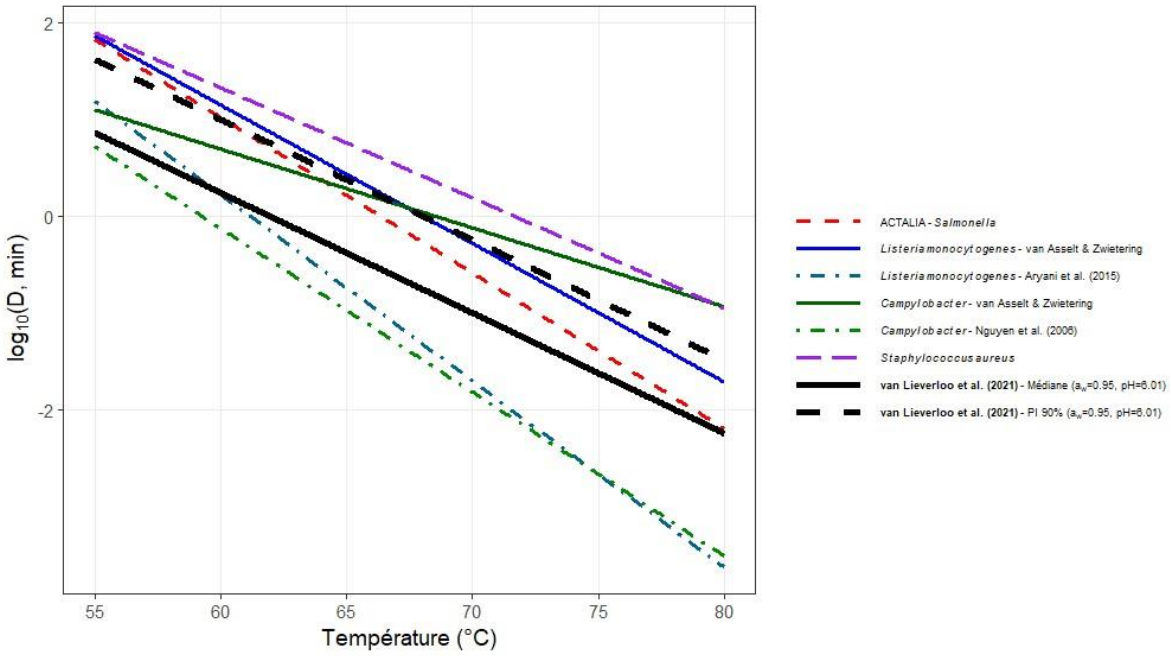

Figure 5. Comparaison des relations de Bigelow décrivant la thermorésistance de différents agents pathogènes. La droite rouge en tirets correspond aux paramètres retenus par la FIA/Actalia pour *Salmonella* (D_{70} = 0,26 min ; z = 6,23 °C). Les autres droites représentent des relations établies à partir des bornes supérieures des intervalles de confiance issues de la méta-analyse de van Asselt & Zwietering (2006), pour *Listeria monocytogenes*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*; la droite en tirets pour *L. monocytogenes* est issue de Aryani et al. (2015) et celle en tirets pour *Campylobacter* de Nguyen et al. (2006). Les deux droites noires correspondent au modèle générique de van Lieverloo et al. (2021) pour les formes végétatives pathogènes en matrice viande (a_w = 0,95 ; pH = 6,01) : trait plein = valeur médiane du modèle validé ; trait pointillé = borne supérieure à 90 % de l'intervalle de prédiction (PI 90%).

3.2.8.Conclusion

- Résumé de la démarche globale de la FIA/ACTALIA

La démarche de la FIA/ACTALIA consiste à combiner un critère de performance (réduction logarithmique) à une estimation de la contamination initiale (estimée à partir d'une prévalence). Cette combinaison permet d'aboutir à l'estimation de la probabilité qu'une portion de 100 g contienne au moins une cellule de *Salmonella* après traitement (objectif de performance). Cette estimation permet d'apprécier le niveau de sécurité sanitaire obtenu en sortie de procédé, en lien avec un objectif de sécurité des aliments (Figure 6).

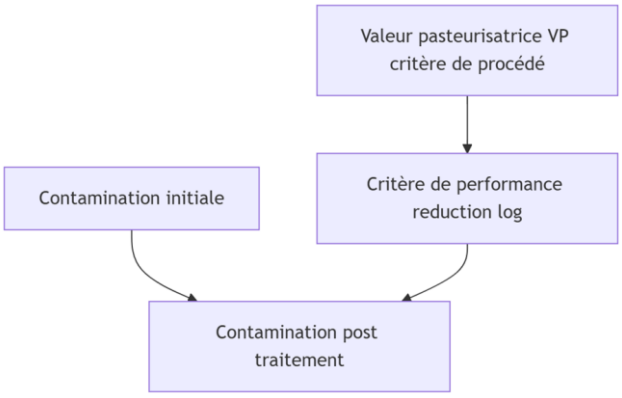

Figure 6. Schéma de la démarche de la FIA/ACTALIA reliant contamination initiale, critère de performance, critère de procédé et objectif de performance.

- Analyse critique du GT GBPH et conclusion

La démarche proposée par la FIA/ACTALIA présente un intérêt en ce qu'elle cherche à relier explicitement les niveaux de contamination initiale, les performances du traitement thermique et le niveau de sécurité sanitaire obtenu. Elle permet ainsi d'inscrire le raisonnement dans une approche quantitative intégrée du risque (Augustin 2015).

Si l'objectif est de raisonner sur la proportion de produits encore contaminés après application du traitement thermique, la pertinence des résultats obtenus dépend fortement des hypothèses retenues concernant les niveaux de contamination initiale. Or, plusieurs études rapportent des niveaux plus élevés que ceux considérés dans la démarche de la FIA/ACTALIA (cf. 3.2.3 ci-dessus).

Toutefois, dans la plupart des démarches de validation des traitements thermiques, le raisonnement repose principalement sur la démonstration de l'atteinte d'un critère de performance donné (réduction logarithmique cible), associé à des conditions de procédé définies (critère de procédé, par exemple une valeur pasteurisatrice), sans prise en compte explicite des niveaux de contamination initiale.

Dans la démarche proposée, la FIA/ACTALIA définit dans un premier temps un critère de performance exprimé en réduction logarithmique de *Salmonella*, qui est traduit en une valeur pasteurisatrice équivalente à l'aide des paramètres de thermorésistance retenus. Un facteur de sécurité est ensuite appliqué à cette valeur théorique, afin de proposer une valeur pasteurisatrice cible ($VP_{6,23}^{70}$ = 5 minutes). Cette valeur peut être, en retour, interprétée en termes de réduction logarithmique équivalente de *Salmonella*.

La démarche de calcul mise en œuvre par la FIA/ACTALIA apparaît globalement cohérente et repose sur une application correcte des relations reliant les paramètres de thermorésistance, le critère de performance et le critère de procédé. Les experts rapporteurs du GT relèvent toutefois que le calcul initial ne prend pas explicitement en compte l'incertitude associée à l'estimation des paramètres D_{70} et z issus des travaux d'Osaili et al. (2006). Une analyse complémentaire réalisée dans le cadre de la présente expertise (cf. https://doi.org/10.5281/zenodo.21398945), intégrant les intervalles de confiance de ces paramètres, montre que le facteur de sécurité proposé par la FIA/ACTALIA permet néanmoins de conserver, dans l'hypothèse la plus défavorable, un niveau minimal d'inactivation voisin de 7 $\log_{10}$ (6,9 $\log_{10}$), conforme à l'objectif de performance microbiologique retenu.

Le choix de la valeur pasteurisatrice cible relève toutefois conjointement des exploitants du secteur alimentaire, responsables de la définition et de la validation des mesures de maîtrise dans le cadre de leur plan de maîtrise sanitaire (PMS), et des autorités compétentes chargées d'apprécier l'acceptabilité du niveau de protection sanitaire associé. Ce choix doit être établi en tenant compte des incertitudes associées aux données de contamination et de thermorésistance, ainsi que des contraintes technologiques des procédés.

3.3. Éléments essentiels à maîtriser, surveiller et vérifier par les exploitants pour garantir l'efficacité sanitaire d'un traitement à « *VP*5 »

3.3.1. Rappel sur la notion de validation de mesures de maîtrise

Dans le cadre de la réglementation européenne relative à la sécurité sanitaire des aliments, les exploitants du secteur alimentaire sont soumis à une obligation de résultat. Ils doivent garantir que les denrées mises sur le marché ne présentent pas de risque pour la santé des consommateurs.

Dans ce cadre, les dispositions prises par les professionnels pour assurer la sécurité sanitaire des productions sont formalisées au sein du plan de maîtrise sanitaire (PMS), qui constitue un élément central de la démonstration du niveau de maîtrise des dangers. Le PMS décrit les mesures mises en œuvre pour prévenir, éliminer ou réduire à un niveau acceptable les dangers biologiques, physiques et chimiques, ainsi que les éléments permettant d'en assurer la mise en œuvre et la traçabilité.

L'autorité compétente vérifie, dans le cadre des contrôles officiels, que le PMS comporte les éléments requis par la réglementation, que les mesures de maîtrise retenues sont justifiées et documentées, et que leur mise en œuvre effective est démontrée par des enregistrements et des audits internes (cf. DGAL Vade-Mecum général V4[7]).

Les mesures de maîtrise constituent ainsi un élément central de la gestion du risque. Elles peuvent être définies comme des interventions mises en œuvre en un point du procédé afin de prévenir, d'éliminer ou de réduire à un niveau acceptable un danger pour la sécurité sanitaire des aliments. Pour garantir leur efficacité, ces mesures doivent être (i) validées, afin de démontrer qu'elles permettent effectivement de maîtriser le danger lorsqu'elles sont correctement appliquées, (ii) surveillées en routine pour s'assurer de leur mise en œuvre conforme, et (iii) vérifiées, notamment par l'analyse des données collectées et le retour d'expérience.

Dans le cas particulier des traitements thermiques visant l'atteinte d'une valeur pasteurisatrice cible ($VP_{6,23}^{70}$ = 5 minutes) minimale à cœur pour la maîtrise du danger *Salmonella* spp., ces trois dimensions sont déterminantes. Les recommandations formulées ci-après visent ainsi à préciser les éléments essentiels à prendre en compte par les exploitants pour la conception et la validation expérimentale de cette mesure de maîtrise, ainsi que pour son suivi opérationnel et sa vérification dans le temps.

3.3.2. Recommandations pour une validation de la mesure de maîtrise

Les modalités de cette validation préalable de la mesure de maîtrise, relèvent de la responsabilité des professionnels et doivent être définies dans leur PMS.

La démarche de validation d'un traitement thermique calculé et appliqué pour obtenir *a minima* une valeur cible de *VP* (ici $VP_{6,23}^{70}$ = 5 minutes), décrite ci-dessous à titre d'exemple, s'inspire de la démarche de validation fixée par la DGAL pour la fabrication des conserves (cf. la Note Technique 364 / 2015[8]) :

- la validation doit être réalisée par chaque entreprise devant mettre en œuvre le protocole de décontamination thermique, **pour chaque type de produits** identifiés comme susceptibles de porter une contamination par *Salmonella*, **sur le site et avec les matériels qui seront utilisés en production** ;

- la procédure de validation dépend des types de produits (nature, géométrie, taille) ET des moyens techniques utilisés pour réaliser le traitement thermique : four de cuisson, four tunnel de cuisson, autre... désignés ci-après comme « l'enceinte ».

[7] https://agriculture.gouv.fr/telecharger/129252

[8] Instruction Technique DGAL/SDSSA 2015-364 du 6 octobre 2015 : Conditions hygiéniques et sanitaires de production et de mise sur le marché de **produits végétaux ou animaux appertisés** (produits à base de viande et produits de la pêche) et aux modalités de contrôle officiel de ces établissements.

Il est fortement conseillé de réaliser des pré-essais de mesure de *VP* à cœur avant de réaliser la cartographie, pour « caler » la température de traitement et sa durée.

La température de traitement doit être choisie de manière à atteindre la *VP* cible à cœur avec un temps de process adapté. Dans la pratique dans le cas présent : préférentiellement entre 75 et 90 °C, mais la température optimale doit être déterminée pour chaque produit, par l'industriel, sur son propre matériel.

❶ **Cartographie thermique préalable de l'enceinte**. L'enceinte du traitement thermique discontinu ou continu, doit faire l'objet d'une cartographie thermique :

- par des personnels compétents pour cette opération ;
- avec des sondes thermiques en nombre suffisant, suivant la taille et la géométrie de l'enceinte, et raccordées métrologiquement (sondes filaires et/ou *data-loggers* étalonnés) ;
- la cartographie doit être idéalement réalisée à la température qui sera ensuite appliquée en production. Elle reste valide dans une gamme de température d'ambiance de plus ou moins 5 °C autour de la température qui sera ensuite appliquée en routine ;
- la cartographie doit être enregistrée durant tout le cycle (montée en température de l'enceinte, palier éventuel, refroidissement jusqu'à une température à cœur obtenue dans les produits : < 60 °C) ;
- pour les process continus en tunnel de cuisson : durant le palier chaud et la phase de refroidissement ;
- deux cycles indépendants doivent être appliqués avant de pouvoir identifier avec confiance la zone froide.

Le « point froid » ou « zone froide » de l'enceinte doit être ainsi identifié : zone où la *VP* totale **dans l'ambiance** (appelée « puissance pasteurisatrice ») sera la plus faible au cours d'un cycle complet. La programmation des sondes et du calculateur de *VP* devra être faite en utilisant une température de référence égale à 70 °C et une valeur de *z* égale à 6,23 °C.

Les mesures de *VP* à cœur des produits devront ensuite être réalisées en plaçant les produits instrumentés, dans cette zone où la pasteurisation est la plus faible.

❷ Détermination du cycle temps / température (barème) par calcul ou par mesure instrumentale directe, qui sera appliqué en phase de production, nécessaire et suffisant pour obtenir durant tout ce cycle de traitement (montée en température (*Come Up Time*), palier éventuel, refroidissement), la valeur *VP* minimale retenue, à cœur des produits. Ce calcul dépend des paramètres de transfert de chaleur dans les produits, et donc de leur nature, géométrie, distribution des coefficients de convection, diffusivité thermique, etc. Le calcul de barème tient également compte de la température initiale minimale des produits au moment du début du cycle. Pour la validation du process, il faut choisir systématiquement des produits avec la température initiale la plus faible prévisible.

❸ Validation de l'obtention de la *VP* cible minimale

- Instrumentation des produits pour une mesure de température à cœur : **choisir les produits présentant la taille ou la masse unitaire maximale, et la température initiale prévisible la plus faible, pour se placer délibérément en « pire-cas » pour la démarche de validation.**

- Compte tenu de la petite taille des produits (cordons bleus, nuggets, escalopes panées, etc.), il est fortement conseillé d'utiliser des sondes filaires dites « aiguilles » de très faible diamètre (par exemple des sondes thermocouples Ellab(tm) en inox ou matériel similaire), et une contention des produits sur les sondes. Il est toutefois possible d'utiliser des capteurs embarqués (*data-loggers*) si les sondes à cœur sont de petit diamètre.
- La pointe de la sonde doit être placée au centre géométrique des produits. Il est assumé que ces produits chauffent à cœur par conduction pure ; leur point froid est ainsi situé au centre géométrique. La pointe de la sonde ne doit pas bouger durant les mesures.
- Réalisation d'au moins trois cycles identiques, complets et indépendants de traitement thermique, avec à chaque fois au moins trois produits instrumentés placés à proximité immédiate de la zone point froide de l'enceinte (conduisant ainsi à l'obtention d'au moins neufs enregistrements « réputés identiques »).
- Enregistrement de la température au cours du temps, à cœur. Traitement des enregistrements temps / température pour l'estimation des $VP_{6,23}^{70}$ à cœur pour chacun des produits.
- **La *VP* la plus faible mesurée doit être ≥ *VP* minimale cible**. Si ce n'est pas le cas, le barème doit être recalculé et la procédure de mesure à cœur doit être appliquée de nouveau en totalité. S'il est nécessaire de modifier la température de l'enceinte, le GT considère que cela peut être fait dans une fourchette de plus ou moins 5 °C autour de la température de cartographie. Au-delà, il faut refaire la cartographie à la nouvelle température.

3.3.3. Recommandations pour une surveillance de la mesure de maîtrise

La surveillance a pour objectif de s'assurer, en routine, que le traitement thermique est mis en œuvre conformément aux conditions définies lors de la validation. Elle repose principalement sur le suivi continu ou fréquent des paramètres du procédé directement liés à l'atteinte de la valeur pasteurisatrice cible, en particulier la température, le temps de maintien et, le cas échéant, la valeur pasteurisatrice calculée automatiquement.

Les modalités de surveillance sont spécifiques à chaque établissement. Elles doivent être définies en fonction des caractéristiques du procédé, des équipements utilisés et des résultats de la validation expérimentale, qui permet d'identifier les situations ou les zones les plus défavorables. La surveillance doit ainsi porter en priorité sur les paramètres critiques et les points du procédé conditionnant l'efficacité sanitaire du traitement.

Elle doit s'appuyer sur des dispositifs de mesure adaptés et correctement étalonnés pour la mesure de la température dans l'enceinte de traitement thermique, ainsi que sur des enregistrements réguliers permettant de démontrer la maîtrise du procédé dans le temps : mesure de la *VP* atteinte à cœur, à intervalle réguliers, (fréquence à déterminer dans le PMS de l'entreprise). Des seuils d'alerte et des limites critiques doivent être définis afin de permettre la détection rapide de toute dérive. En cas de non-respect des conditions validées, des actions correctives appropriées doivent être mises en œuvre, telles que l'ajustement des paramètres de traitement, l'identification et la gestion des lots potentiellement non conformes, ou la réévaluation du procédé.

Par nature, la surveillance de routine repose sur un dispositif plus léger que celui mis en œuvre lors de la validation expérimentale. Elle doit toutefois rester suffisamment robuste pour garantir la détection des écarts susceptibles de compromettre l'efficacité de la mesure de maîtrise.

3.3.4. Recommandations pour une vérification de la mesure de maîtrise

Au regard de l'objectif sanitaire du traitement thermique, les exploitants peuvent mettre en œuvre des analyses microbiologiques visant à rechercher *Salmonella* dans des produits ayant subi le traitement. En complément, le suivi d'indicateurs microbiologiques peut également être envisagé afin d'apporter des éléments supplémentaires sur la maîtrise globale du traitement thermique.

Les modalités de ces auto-contrôles visant à vérifier la bonne application de la mesure de maîtrise (plan d'échantillonnage, fréquence, matrices analysées, critères d'acceptabilité) relèvent de la responsabilité des professionnels et doivent être définies dans leur plan d'autocontrôle.

Ces analyses microbiologiques s'inscrivent dans une démarche de vérification, et non de surveillance, du procédé. Elles n'ont pas pour objectif de suivre en routine la bonne application de la mesure de maîtrise, qui repose prioritairement sur le suivi des paramètres du procédé (temps, température, valeur pasteurisatrice atteinte). L'accumulation des résultats microbiologiques permet de renforcer le niveau de confiance dans l'efficacité sanitaire du traitement thermique et dans la robustesse de la mesure de maîtrise mise en œuvre. Elle peut également contribuer à détecter une évolution des conditions de production ou des niveaux de contamination initiaux susceptibles de remettre en cause les hypothèses sur lesquelles repose la validation du procédé et, le cas échéant, conduire à sa réévaluation.

3.4. Autres considérations

3.4.1.Données épidémiologiques

L'analyse des cas de toxi-infections alimentaires collectives (TIAC) survenus au cours de la période 2016-2022 met en évidence l'implication de produits relevant du périmètre de la présente saisine, notamment des produits de type nuggets, tenders ou autres préparations panées de volaille. Au total, 8 TIAC confirmées à *Salmonella* (et 17 TIAC confirmées à *Campylobacter*) ont été rapportées pour ces catégories de produits. Ce constat soulève des questions quant à l'origine des contaminations et à l'efficacité des mesures de maîtrise actuellement mises en œuvre.

Une première hypothèse serait que ces cas soient associés à des lots de volaille crue identifiés comme positifs en *Salmonella* et ayant fait l'objet par la suite d'un traitement thermique de type *VP*40 tel que défini dans la précédente instruction technique. Dans cette situation, cela interrogerait l'efficacité des traitements actuellement appliqués et, par conséquent, la pertinence d'une éventuelle réduction de la valeur pasteurisatrice cible (de *VP*40 à la *VP*5 proposée par la FIA/ACTALIA). Cette hypothèse paraît toutefois peu vraisemblable, compte tenu du très haut niveau théorique d'inactivation attendu avec un tel traitement (environ 13 $\log_{10}$ pour *Enterococcus faecalis* et bien davantage pour *Salmonella*).

Une deuxième hypothèse serait que, malgré un objectif de traitement de type *VP*40, les conditions réelles de mise en œuvre (variabilité des équipements, hétérogénéité thermique, identification du point froid) conduisent à ne pas atteindre systématiquement la valeur pasteurisatrice visée pour l'ensemble des produits. Dans ce cas, la question porterait davantage sur la robustesse de l'application des traitements que sur leur niveau cible. Par conséquent les experts attirent l'attention sur le fait qu'une diminution de la valeur pasteurisatrice cible exige une surveillance rigoureuse des paramètres de traitement thermique permettant la maîtrise du danger

Une troisième hypothèse serait que les épisodes de salmonellose soient liés à des lots considérés (à tort) comme non contaminés. L'hétérogénéité de la contamination et les limites des plans d'échantillonnage peuvent en effet conduire à ne pas détecter certaines contaminations. Dans ce contexte, la sécurité sanitaire ne peut reposer uniquement sur le statut microbiologique des lots, et il pourrait être pertinent de considérer la mise en œuvre d'un traitement thermique minimal également pour les lots commercialisés selon le circuit habituel (c'est-à-dire ceux n'ayant pas fait l'objet d'une détection de *Salmonella*), selon des modalités et un niveau à définir par les acteurs de la filière.

Une dernière hypothèse serait que certains épisodes soient liés à des phénomènes de recontamination après traitement thermique, lors des opérations de refroidissement, de manipulation, de conditionnement ou de distribution. Cette hypothèse rappelle que l'efficacité d'un traitement thermique ne peut être appréciée indépendamment des mesures mises en œuvre pour prévenir les contaminations après cuisson et en particulier assurer la séparation des flux entre produits crus et produits traités thermiquement.

Enfin, la réduction du risque repose également sur les conditions de préparation des produits par les utilisateurs finaux (Hobbs et al. 2017). En restauration collective comme au domicile, une cuisson adaptée constitue une étape complémentaire essentielle pour réduire le risque de salmonellose (Bemrah et al. 2003). Il est important de rappeler que le plan HACCP (et, plus largement, le PMS), lors de l'identification des utilisations prévues et des mésusages raisonnablement prévisibles (étape 3), doit prendre en compte pour les produits nécessitant une cuisson, les erreurs de préparation susceptibles d'être commises par les consommateurs. Toutefois, la cuisson réalisée au domicile ne relève pas des mesures de maîtrise mises en œuvre par l'exploitant. Celui-ci doit donc démontrer que le risque est maîtrisé dans les conditions normales d'utilisation du produit et tenir compte des mésusages raisonnablement prévisibles, sans faire reposer la sécurité sanitaire du produit sur la seule capacité du consommateur à appliquer correctement les consignes de cuisson. Par ailleurs, les conséquences potentielles des mésusages sur la santé des consommateurs doivent être évaluées. À ce titre, il apparaît primordial de définir, de valider et de communiquer des consignes de préparation claires, compréhensibles et scientifiquement fondées (par exemple températures et durées minimales de cuisson au four ou à la poêle), afin de garantir un niveau d'inactivation microbiologique suffisant. Cette vigilance est particulièrement importante compte tenu de la consommation fréquente de ces produits par certaines populations sensibles, notamment les jeunes enfants.

3.4.2. Niveau de la mesure de maîtrise et prévention en amont

La réduction de la valeur pasteurisatrice cible de $VP_{10}^{70} = 40\ minutes$ à $VP_{6,23}^{70} = 5\ minutes$, bien qu'elle repose sur une démonstration d'efficacité vis-à-vis de *Salmonella*, conduit mécaniquement à un niveau d'inactivation moins élevé et donc à une diminution de la marge de sécurité associée au traitement thermique qui était précédemment prescrit. Cette évolution nécessite d'être appréciée au regard des incertitudes existantes, notamment celles liées à la variabilité des niveaux de contamination initiale et des conditions de mise en œuvre des procédés.

Par ailleurs, l'existence d'une mesure de maîtrise thermique efficace et relativement peu contraignante ne doit pas conduire à un relâchement des mesures de prévention en amont de la chaîne de production. La maîtrise du risque *Salmonella* repose en effet sur une approche globale intégrant les bonnes pratiques d'hygiène en élevage, les conditions d'abattage et de transformation, ainsi que la limitation des re- ou sur-contaminations.

Dans ce contexte, il apparaît essentiel de maintenir un haut niveau d'exigence sur ces mesures de maîtrise en amont, indépendamment du niveau de traitement thermique appliqué en aval. Une vigilance particulière doit être portée à ce point afin d'éviter un report implicite de la maîtrise du risque vers le seul traitement thermique.

3.5. Conclusion du GT GBPH et du CES BIORISK

3.5.1. Conclusions sur les deux questions relatives à la valeur pasteurisatrice VP40 pour l'assainissement de certains produits élaborés à base de viandes de volailles contaminées par *Salmonella* spp

Historiquement, les traitements thermiques appliqués aux lots positifs en *Salmonella* dans la filière volaille reposaient sur une exigence de type VP_{10}^{70} > 40 minutes, fondée sur la thermorésistance d'*Enterococcus faecalis* (D_{70} = 2,95 min ; z = 10 °C), microorganisme de référence particulièrement thermorésistant. Rapportée à cette espèce, cette exigence correspond à un niveau théorique d'inactivation d'environ 13 $\log_{10}$. La demande portée par la FIA conduit ainsi à une forte diminution du niveau d'inactivation associé à ce référentiel historique, la *VP* proposée ($VP_{6,23}^{70}$) correspondant à environ 1,7 $\log_{10}$ de réduction pour *E. faecalis*.

La démarche proposée par la FIA/ACTALIA repose sur un changement de logique, consistant à raisonner directement sur un danger cible pertinent pour les produits concernés, à savoir *Salmonella* spp. L'approche combine des hypothèses de contamination initiale, un objectif de réduction logarithmique et des paramètres de thermorésistance spécifiques de *Salmonella* afin de définir une valeur pasteurisatrice cible associée à un objectif de sécurité sanitaire. Les experts soulignent néanmoins que certaines hypothèses relatives aux niveaux de contamination initiale pourraient être discutées au regard des données de la littérature.

La démarche de calcul proposée par la FIA/ACTALIA apparaît globalement cohérente et correctement appliquée au regard des hypothèses retenues. Les paramètres de thermorésistance choisis pour *Salmonella* sont protecteurs et la *VP* cible proposée de 5 minutes (correspondant théoriquement à une réduction d'environ 19 $\log_{10}$) apporte une marge de sécurité par rapport à la $VP_{6,23}^{70}$ théorique minimale de 1,82 minutes (réduction visée de 7 $\log_{10}$).

Toutefois, l'efficacité sanitaire d'un traitement *VP*5 repose fortement sur sa validation et sa mise en œuvre effective en conditions industrielles au cas par cas (site par site, pour chaque catégorie de produits). Les exploitants devront démontrer l'atteinte de la $VP_{6,23}^{70}$minimale à cœur, au point froid du produit et de l'enceinte de traitement, puis assurer sa surveillance et sa vérification dans le cadre de leur PMS.

Les experts considèrent donc qu'une $VP_{6,23}^{70}$ de 5 minutes peut constituer une **mesure de maîtrise pertinente vis-à-vis de *Salmonella***, sous réserve d'une validation expérimentale robuste (suivi des températures), d'une surveillance adaptée et de la mise en œuvre effective des mesures de prévention en amont de la filière.

3.5.2. Considérations complémentaires relatives à la maîtrise du risque

Dans une approche globale de maîtrise des risques sanitaires, le GT GBPH et le CES BIORISK rappellent la triple nécessité : (i) du maintien constant des mesures de prévention en amont de la filière (élevages, abattages), (ii) d'éviter les recontaminations post traitement

thermique et, (iii) d'instructions claires données aux consommateurs pour limiter l'utilisation incorrecte des produits et notamment leur assurer une cuisson adaptée.

Le GT GBPH et le CES BIORISK rappellent que les plans d'échantillonnage ne permettent pas de garantir l'absence de *Salmonella* dans l'ensemble des lots commercialisés. Compte tenu de l'hétérogénéité des contaminations et des limites intrinsèques de l'échantillonnage et des méthodes d'analyse, certains lots considérés comme conformes peuvent néanmoins contenir des cellules de *Salmonella*. Les TIAC observées avec des produits relevant du périmètre de la présente expertise pourraient ainsi, au moins en partie, être liées à des contaminations non détectées.

Les données épidémiologiques disponibles montrent que ces produits restent impliqués dans des TIAC à *Salmonella* et *Campylobacter*. Ce constat suggère que la maîtrise du risque ne peut reposer exclusivement sur le traitement thermique appliqué aux seuls lots identifiés comme positifs.

Pour les produits destinés à être commercialisés cuits ou uniquement réchauffés avant consommation, le GT GBPH et le CES BIORISK considèrent qu'il pourrait être pertinent que les acteurs de la filière examinent l'intérêt de mettre en œuvre, également pour les lots commercialisés selon le circuit habituel (c'est-à-dire ceux n'ayant pas fait l'objet d'une détection de *Salmonella*), un traitement thermique assurant un niveau minimal d'inactivation microbiologique, compatible avec les caractéristiques technologiques et organoleptiques des produits.

Pour les produits destinés à être cuits par le consommateur, l'étape de cuisson réalisée par le consommateur revêt une importance particulière. Dans ce cas, il apparaît essentiel que les modalités de préparation indiquées sur l'étiquetage soient validées du point de vue microbiologique et présentées de façon suffisamment claire pour éviter toute ambiguïté sur le caractère cru ou partiellement cuit du produit. Cette vigilance est particulièrement importante compte tenu de la consommation fréquente de ces produits par certaines populations sensibles, notamment les jeunes enfants.

Le GT GBPH et le CES BIORISK recommandent d'engager une réflexion entre les acteurs de la filière et les autorités compétentes sur la clarification des catégories de produits issus des viandes de volailles pour les consommateurs (les dénominations commerciales comme « produits crus », « partiellement cuits », « précuits » ou « cuits »), ainsi que des critères permettant de les distinguer et des modalités d'information des consommateurs associées.

4. CONCLUSION

L'Anses endosse les conclusions du CES BIORISK et du GT GBPH. L'Anses rappelle que les produits à base de viande de volailles demeurent susceptibles d'être à l'origine de cas de salmonelloses et de campylobactérioses. Dans ce contexte, le niveau de protection sanitaire recherché repose non seulement sur la définition d'une valeur pasteurisatrice cible, mais également sur la capacité des exploitants à démontrer que cette valeur est effectivement atteinte de manière maîtrisée, malgré les variabilités inhérentes aux procédés industriels. La validation et la vérification des traitements thermiques revêtent ainsi une importance déterminante.

Compte tenu de l'hétérogénéité des contaminations au sein des lots de viande et des limites des plans d'échantillonnage, la maîtrise du risque ne peut toutefois pas reposer exclusivement sur un traitement thermique appliqué aux seuls lots identifiés comme positifs.

Ainsi, l'Anses considère que ces travaux sur les viandes de volailles pourraient être prolongés par une démarche de catégorisation des produits, fondée sur leurs caractéristiques, leurs usages et les mesures de maîtrise associées. Une telle approche pourrait conduire à définir, pour différentes catégories de produits (destinés à être cuits, commercialisés cuits ou précuits…) des objectifs de traitement thermique adaptés, exprimés notamment en termes de valeur pasteurisatrice, en cohérence avec le niveau de protection sanitaire recherché.

Elisabeth Claverie de Saint Martin

BIBLIOGRAPHIE

Ahmed, Nahed M, Donald E Conner, and Dale L Huffman. 1995. "Heat-resistance of *Escherichia coli* O157: H7 in meat and poultry as affected by product composition." *Journal of Food Science* 60 (3): 606-610. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1995.tb09838.x.

Aryani, D Chandra, HMW Den Besten, WC Hazeleger, and MH Zwietering. 2015. "Quantifying variability on thermal resistance of *Listeria monocytogenes*." *International Journal of Food Microbiology* 193: 130-138. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2014.10.021.

Augustin, J.-C. 2015. "Nouvelle approche de la gestion des risques microbiologiques dans les aliments." *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine* 199 (4): 639-650. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0001-4079(19)30939-2.

Baéza, Elisabeth. 2020. "Characteristics of processed poultry products." *World's Poultry Science Journal* 76 (4): 719-741. https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1834340.

Bemrah, N, H Bergis, C Colmin, A Beaufort, Yves Millemann, Barbara Dufour, JJ Benet, O Cerf, and M Sanaa. 2003. "Quantitative risk assessment of human salmonellosis from the consumption of a turkey product in collective catering establishments." *International Journal of Food Microbiology* 80 (1): 17-30. https://doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00145-9.

Bigelow, WDl. 1921. "The logarithmic nature of thermal death time curves." *The Journal of Infectious Diseases*: 528-536.

Bortolami, L., A. Pezzuto, A. Piovesana, F. Furlan, A. Massaro, M. Marcin, A. Boscolo, G. Cento, A. Cereser, A Zampiero, and L. Barco. 2025. "Experimental validation of cooking methods and on-label instructions to mitigate *Salmonella* risk in fresh poultry meat and poultry-based products." International Symposium on Salmonella and Salmonellosis (I3S), Saint-Malo (France).

Bucher, Oliver, J-Y D'Aoust, and Richard A Holley. 2008. "Thermal resistance of *Salmonella* serovars isolated from raw, frozen chicken nuggets/strips, nugget meat and pelleted broiler feed." *International journal of food microbiology* 124 (2): 195-198. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.03.002.

Catford, Angela, Kyle Ganz, and Sandeep Tamber. 2017. "Enumerative analysis of *Salmonella* in outbreak-associated breaded and frozen comminuted raw chicken products." *Journal of Food Protection* 80 (5): 814-818. https://doi.org/https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-496.

Corradini, Maria G, and Micha Peleg. 2009. "Dynamic model of heat inactivation kinetics for bacterial adaptation." *Applied and Environmental Microbiology* 75 (8): 2590-2597. https://doi.org/https://doi.org/10.1128/AEM.02167-08.

Couvert, Olivier, Anthony Pinon, Hélène Bergis, François Bourdichon, Frédéric Carlin, Marie Cornu, Catherine Denis, Nathalie Gnanou Besse, Laurent Guillier, Emmanuel Jamet, Eric Mettler, Valérie Stahl, Dominique Thuault, Véronique Zuliani, and Jean-Christophe Augustin. 2010. "Validation of a stochastic modelling approach for *Listeria monocytogenes* growth in refrigerated foods." *International Journal of Food Microbiology* 144 (2): 236-242. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2010.09.024.

Crépet, Amélie, Isabelle Albert, Catherine Dervin, and Frédéric Carlin. 2007. "Estimation of microbial contamination of food from prevalence and concentration data: application to *Listeria monocytogenes* in fresh vegetables." *Applied and environmental microbiology* 73 (1): 250-258. https://doi.org/10.1128/AEM.00351-06.

EFSA Panel on Biological Hazards, Ana Allende, Avelino Alvarez-Ordóñez, Valeria Bortolaia, Sara Bover-Cid, Wietske Dohmen, Laurent Guillier, Lieve Herman, Liesbeth Jacxsens, Lapo Mughini-Gras, Maarten Nauta, Jakob Ottoson, Luisa Peixe, Fernando Perez-Rodriguez, Panagiotis Skandamis, Elisabetta Suffredini, John Griffin, Pablo Fernández Escámez, Carolina Baptista, Sandra Correia, and Alessandra De Cesare. 2025. "BIOHAZ scientific opinion on the equivalence of an alternative heat treatment process of feathers and down." *EFSA Journal* 23 (3): e9270. https://doi.org/https://doi.org/10.2903/j.efsa.2025.9270.

ESR. 2015. *Standardizing D and z values for cooking raw meat: A final report. Institute of Environmental Science and Research (ESR). https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/44044-Standardising-D-and-Z-values-for-cooking-raw-meat*.

FSIS. 2021. Cooking Guideline for Meat and Poultry Products (Revised Appendix A).

Georgalis, L., Theocharia Tsagkaropoulou, Andreas Karatzas, Pablo S Fernandez, and Alberto Garre. 2025. "Stress response variability can cause up to 3-fold increase in the thermal resistance of *Salmonella* strains." *International Journal of Food Microbiology*: 111347. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2025.111347.

Hobbs, J.L., Bryna Warshawsky, Anne Maki, Sandra Zittermann, Allana Murphy, Anna Majury, and Dean Middleton. 2017. "Nuggets of wisdom: *Salmonella* Enteritidis outbreaks and the case for

new rules on uncooked frozen processed chicken." *Journal of Food Protection* 80 (4): 703-709. https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-16-431.

Jørgensen, Frieda, Jim McLauchlin, Neville Q. Verlander, Heather Aird, Sooria Balasegaram, Marie Anne Chattaway, Tim Dallman, M. Trent Herdman, Ann Hoban, Sandra Lai, Lesley Larkin, Jacquelyn McCormick, Lorraine Sadler Reeves, and Caroline Willis. 2022. "Levels and genotypes of Salmonella and levels of Escherichia coli in frozen ready-to-cook chicken and turkey products in England tested in 2020 in relation to an outbreak of S. Enteritidis." *International Journal of Food Microbiology* 369: 109609. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109609.

Juneja, V.K. 2007. "Thermal inactivation of *Salmonella* spp. in ground chicken breast or thigh meat." *International Journal of Food Science and Technology* 42 (12): 1443-1448. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01362.x.

Juneja, V.K., B.S. Eblen, and H.M. Marks. 2001. "Modeling non-linear survival curves to calculate thermal inactivation of *Salmonella* in poultry of different fat levels." *International journal of food microbiology* 70 (1-2): 37-51. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb15597.x.

Kim, J.-Y., Hana Song, Danbi Kim, and Sun-Young Lee. 2021. "Physiological changes and stress responses of heat shock treated *Salmonella enterica* serovar Typhimurium." *Food Control* 124: 107915. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.107915.

Kim, M., Cecil Barnett-Neefs, Ruben A Chavez, Erin Kealey, Martin Wiedmann, and Matthew J Stasiewicz. 2024. "Risk assessment predicts most of the salmonellosis risk in raw chicken parts is concentrated in those few products with high levels of high-virulence serotypes of *Salmonella*." *Journal of Food Protection* 87 (7): 100304. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100304.

Lee, Seulgi, Fanbin Kong, and Jinru Chen. 2026. "Heat tolerance of wildtype *Salmonella* Tennessee and its knock-off mutants in peanut butter and peanut spread." *Microbiology Research* 17 (1): 13. https://doi.org/https://doi.org/10.3390/microbiolres17010013.

Li, Yiyi, Cecil Barnett-Neefs, and Matthew J. Stasiewicz. 2026. "Salmonellosis risk assessment for comminuted turkey under different specificities of concentration-based and virulence-based final product standards." *Microbial Risk Analysis* 31: 100359. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mran.2025.100359.

Mackey, B. M., and C. M. Derrick. 1987. "The effect of prior heat shock on the thermoresistance of *Salmonella* Thompson in foods." *Letters in Applied Microbiology* 5 (6): 115-118. https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1987.tb01627.x.

Mackey, B. M., and Christine M. Derrick. 1986. "Elevation of the heat resistance of *Salmonella* Typhimurium by sublethal heat shock." *Journal of Applied Bacteriology* 61 (5): 389-393. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1986.tb04301.x.

Mazzotta, AS. 2000. "D-and z-values of *Salmonella* in ground chicken breast meat." https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2000.tb00300.x.

McMinn, Russell P, Amanda M Houser, Andrew L Milkowski, Robert Hanson, Kathleen A Glass, and Jeffrey J Sindelar. 2025. "Validation of D-and z-values for *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, and Shiga toxin-producing E*scherichia coli* in processed meat products." *Meat and Muscle Biology* 9 (1). https://doi.org/https://doi.org/10.22175/mmb.18944.

Murphy, RY, LK Duncan, BL Beard, and KH Driscoll. 2003. "D and z values of *Salmonella*, *Listeria innocua*, and *Listeria monocytogenes* in fully cooked poultry products." *Journal of Food Science* 68 (4): 1443-1447. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb09664.x.

Murphy, RY, LK Duncan, ER Johnson, MD Davis, and JN Smith. 2002. "Thermal inactivation D-and z-values of *Salmonella* serotypes and *Listeria innocua* in chicken patties, chicken tenders, franks, beef patties, and blended beef and turkey patties." *Journal of food protection* 65 (1): 53-60. https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.1.53.

Murphy, RY, BP Marks, ER Johnson, and MG Johnson. 2000. "Thermal inactivation kinetics of *Salmonella* and *Listeria* in ground chicken breast meat and liquid medium." *Journal of Food Science* 65 (4): 706-710. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16076.x.

Murphy, RY, EM Martin, LK Duncan, BL Beard, and JA Marcy. 2004. "Thermal process validation for *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ground turkey and beef products." *Journal of Food Protection* 67 (7): 1394-1402. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16076.x.

Murphy, RY, T Osaili, LK Duncan, and JA Marcy. 2004. "Thermal inactivation of *Salmonella* and *Listeria monocytogenes* in ground chicken thigh/leg meat and skin." *Poultry science* 83 (7): 1218-1225. https://doi.org/https://doi.org/10.1093/ps/83.7.1218.

Nguyen, Hong TT, Janet EL Corry, and Christopher A Miles. 2006. "Heat resistance and mechanism of heat inactivation in thermophilic campylobacters." *Applied and Environmental Microbiology* 72 (1): 908-913. https://doi.org/10.1128/AEM.72.1.908-913.2006.

Osaili, T, CL Griffis, EM Martin, BL Beard, A Keener, and JA Marcy. 2006. "Thermal inactivation studies of *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* in ready-to-eat chicken-fried beef patties." *Journal of food protection* 69 (5): 1080-1086. https://doi.org/10.4315/0362-028X-69.5.1080.

Silva, Filipa VM, and Paul A Gibbs. 2012. "Thermal pasteurization requirements for the inactivation of *Salmonella* in foods." *Food Research International* 45 (2): 695-699. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.018.

Stasiewicz, MJ, Bradley P Marks, A Orta-Ramirez, and Denise M Smith. 2008. "Modeling the effect of prior sublethal thermal history on the thermal inactivation rate of *Salmonella* in ground turkey." *Journal of Food Protection* 71 (2): 279-285. https://doi.org/10.4315/0362-028x-71.2.279.

Straver, J. M., A. F. W. Janssen, A. R. Linnemann, M. A. J. S. Van Boekel, R. R. Beumer, and M. H. Zwietering. 2007. "Number of *Salmonella* on chicken breast filet at retail level and its implications for public health risk." *Journal of Food Protection* 70 (9): 2045-2055. https://doi.org/https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.9.2045.

Valdramidis, VP, AH Geeraerd, and JF Van Impe. 2007. "Stress-adaptive responses by heat under the microscope of predictive microbiology." *Journal of applied microbiology* 103 (5): 1922-1930. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03426.x.

van Asselt, E.D., and M.H. Zwietering. 2006. "A systematic approach to determine global thermal inactivation parameters for various food pathogens." *International journal of food microbiology* 107 (1): 73-82. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.08.014.

van Lieverloo, J Hein M, Mounia Bijlaart, Marjon HJ Wells-Bennik, Heidy MW Den Besten, and Marcel H Zwietering. 2021. "Thermal inactivation kinetics of seven genera of vegetative bacterial pathogens common to the food chain are similar after adjusting for effects of water activity, sugar content and pH." *Microbial Risk Analysis* 19: 100174. https://doi.org/10.1016/j.mran.2021.100174.

Venâncio, Anderson Henrique, Jéssica Raquel Sales Carvalho De Souza, Ana Luiza de Souza Miranda, Bruna Azevedo Balduino, Francielly Corrêa Albergaria, Maria Emília de Sousa Gomes, Roberta Hilsdorf Piccoli, Eduardo Mendes Ramos, and Alcinéia de Lemos Souza Ramos. 2025. "Stability of pre-fried chicken, quail and chicken nuggets with mechanically separated meat (MSM) from quail." *Scientia Plena* 21 (2). https://doi.org/10.14808/sci.plena.2025.021501.

Yilmaz, I, and B Yilmaz. 2018. "Determination on Coated Chicken Meat Products (Nugget, Schnitzel, Cordon Bleu) Physical, Chemical and Microbiological Characteristics." *Journal of Science and Engineering Research* 5 (6): 52-58.

GLOSSAIRE

Critère de performance (CP) : résultat qui devrait être réalisé par une mesure de maîtrise ou une série ou combinaison de mesures de maîtrise (définition **CAC/GL 63-2007)** ou réduction minimale attendue ou accroissement maximal toléré pour une étape du (Augustin 2015)

Degré approprié de protection de la santé (DPA) : Niveau de protection que le pays membre juge adéquat lors de l'établissement de mesures sanitaires et phytosanitaires pour protéger la vie humaine, animale ou végétale ou assurer la santé sur son territoire

NPP/g: Nombre le plus probable de cellules bactériennes par g.

Mesure de maîtrise : action ou activité qui est essentielle pour prévenir l'apparition d'un danger significatif lié à la sécurité des denrées alimentaires ou pour le ramener à un niveau acceptable. NOTE Contrairement à celle du *Codex Alimentarius*, cette définition n'inclut pas les BPH (NF V01-002 – Hygiène des aliments – Lexique de l'hygiène des aliments).

Objectif de performance (OP) : limite opérationnelle basée sur les risques à un point spécifique de la chaîne alimentaire, à savoir la fréquence maximale et/ou concentration

maximale d'un danger microbiologique dans un aliment à ce point de la chaîne alimentaire qui ne devrait pas être dépassée si l'on veut être sûr que l'OSA et le DPA seront maintenus. (définition **CAC/GL 63-2007)**

Objectif de sécurité sanitaire des aliments (OSA) : l'OSA est un paramètre qui définit la fréquence maximale et/ou concentration maximale d'un pathogène dans un aliment au moment de la consommation et qui assure ou contribue à assurer le degré de protection approprié (DPA). (définition **CAC/GL 63-2007)**

Plan de maîtrise sanitaire (PMS) : outil exigé par l'autorité compétente, mis en place par les professionnels et décrivant les mesures prises pour assurer la salubrité et l'innocuité des aliments, comprenant les bonnes pratiques d'hygiène (BPH), les procédures fondées sur les sept principes de l'HACCP et les procédures de traçabilité et de gestion des non-conformités (NF V01-002 – Hygiène des aliments – Glossaire de l'hygiène des aliments).

Pasteurisation : traitement thermique à des températures généralement inférieures à 100°C visant à détruire les enzymes et les micro-organismes (pathogènes et d'altération) dans leur forme végétative. *Enterococcus faecalis*, forme végétative parmi les plus thermorésistantes est souvent prise pour référence (avec D_{70} = 2,95 min et z = 10°C). (*Source : d'après la* Fiche Outils ANSES - GT GBPH - Traitements Thermiques.pdf)

Surveiller : procéder à une série programmée d'observations ou de mesurages des paramètres de maîtrise afin de déterminer si une mesure de maîtrise est maîtrisée ; NOTE La surveillance des mesures de maîtrise se fait pendant leur mise en œuvre (NF V01-002 – Hygiène des aliments – Glossaire de l'hygiène des aliments).

Valeur pasteurisatrice : Expression de l'intensité du traitement thermique (VP ou Po), appliquée au point le plus froid du produit ou sur la fraction du produit subissant le traitement le plus faible. Pour la pasteurisation de produits non acides (pH ≥ 4,5), elle est généralement exprimée en équivalent temps (minutes) passé à la température de référence de 70 °C, et le plus souvent avec une valeur z = 10 °C. *D'autres valeurs de température de référence et de valeurs z (°C) peuvent être utilisées pour exprimer l'intensité de destruction de cibles microbiologiques particulières.*

Exemples de Valeurs Pasteurisatrices de référence : Plats cuisinés et les produits de charcuterie : il est souvent considéré en France que pour répondre à l'objectif de la pasteurisation, il faut 13 réductions décimales de *Enterococcus faecalis* à 70 °C. Par conséquent, VP minimale = 13 x 2,95 = 38,35 arrondis à 40 min. (*Source : d'après la* Fiche Outils ANSES - GT GBPH - Traitements Thermiques.pdf)

Validation des mesures de maîtrise : obtention de preuves selon lesquelles une mesure de maîtrise ou une combinaison de mesures de maîtrise, correctement mise en œuvre, permet de maîtriser le danger en atteignant un résultat spécifié ; NOTE La validation des mesures de maîtrise se fait avant leur mise en œuvre ; (NF V01-002 – Hygiène des aliments – Glossaire de l'hygiène des aliments).

Vérification : application de méthodes, procédures, analyses et autres évaluations, en plus de la surveillance, afin de déterminer si une mesure de maîtrise fonctionne ou a fonctionné comme prévu ; NOTE La vérification des mesures de maîtrise se fait après leur mise en œuvre ; (Norme NF V01-002 - Hygiène des aliments – Glossaire de l'hygiène des aliments).

MOTS-CLÉS

Valeur pasteurisatrice ; *Salmonella* ; mesure de maîtrise ; volaille

Pasteurization value, *Salmonella*, *control measure*, *poultry meat*

CITATION SUGGÉRÉE

Anses. (2026). Note d'appui scientifique et technique relative à « l'évolution, à la demande des professionnels, de la valeur pasteurisatrice VP40 pour l'assainissement de certains produits élaborés à base de viandes de volailles contaminées par *Salmonella* spp ». (saisine 2026-SA-0003). Maisons-Alfort : Anses, 33 p.