



AVIS 04-2023

Objet :

**Évaluation des ajouts relatifs à la
« préparation sous vide » au guide générique
d'autocontrôle G-044 pour le secteur B2C**

(SciCom 2022/02)

Avis scientifique approuvé par le Comité scientifique le 24 mars 2023.

Mots-clés:

Guide d'autocontrôle, préparation sous vide, secteur B2C

Key terms:

Self-checking guide, vacuum preparation, B2C sector

Table des matières

Résumé	3
Summary	5
1. Termes de référence	6
1.1 Question	6
1.2 Dispositions législatives	6
1.3 Méthode	6
2. Abréviations en définitions	6
3. Contexte	7
4. Avis	7
4.1 Sous vide – Food safety precautions for restaurants (NSW Food authority)	7
4.2 Durée/température et risques microbiologiques.....	9
4.3 Évaluation du point 3.14.14 Conditionnement et/ou étiquetage des denrées alimentaires	11
4.4 Évaluation du point 3.14.15 Préparation sous vide	14
5. Incertitudes	19
6. Recommandations	19
7. Conclusion	19
Références	20
Membres du Comité scientifique.....	21
Composition du groupe de travail.....	22
Cadre juridique.....	22
Disclaimer	22

Résumé

Avis 04-2023 du Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA sur l'évaluation des ajouts relatifs à la « préparation sous vide » au guide générique d'autocontrôle G-044 pour le secteur B2C

Question

Il est demandé au Comité scientifique d'évaluer les ajouts relatifs à la « préparation sous vide » au manuel pratique du guide générique d'autocontrôle G-044 pour les secteurs B2C, et d'examiner si ces informations traitent suffisamment et correctement des dangers liés à cette activité. Il s'agit de l'ajout d'« emballage sous vide » au point 3.14.14 « Conditionnement et/ou étiquetage de denrées alimentaires » et également du nouveau point 3.14.15 « Préparation sous vide ».

Méthode

L'avis repose sur les informations scientifiques disponibles et l'opinion d'experts.

Avis

Le Comité scientifique a évalué les ajouts relatifs à la « préparation sous vide » au guide générique d'autocontrôle G-044 pour les secteurs B2C. Le Comité scientifique formule des remarques sur le fond et la forme afin d'améliorer ces projets de textes.

Recommandations

Le Comité scientifique recommande d'appliquer la règle suivante pour une préparation sous vide : limiter à 4 heures maximum la durée du maintien des aliments à une température de 5 °C – 55 °C pendant la préparation. Ces 4 heures comprennent toutes les périodes de préparation (y compris la marinade, l'assaisonnement, le préchauffage, le portionnage, les sauces, ...) de la denrée alimentaire afin qu'elle puisse être emballée, mise sous vide et chauffée dans l'emballage sous vide. Afin de déroger à cette règle, il faut démontrer que la méthode est sûre en réalisant sa propre analyse des risques.

Le Comité scientifique recommande de réaliser une étude de l'évolution de la température à travers l'aliment (de la surface au cœur) pendant la phase de chauffage (5 °C – 55 °C) de la préparation sous vide. Il est important de réaliser cette étude sur des denrées alimentaires de différentes épaisseurs et de différentes natures (viandes, légumes, préparations mixtes,...) et à des températures (worst case) qui sont appliquées dans la pratique. Lorsqu'il y aura davantage de précisions sur l'éventuelle évolution de la température pendant la phase de chauffage lors de la préparation sous vide à basse température, le Comité scientifique pourra effectuer une réévaluation.

Conclusion

Le Comité scientifique recommande de tenir compte des recommandations reprises dans cet avis lors de la révision du guide G-044.

Summary

Opinion 04-2023 of the Scientific Committee established at the FASFC on the evaluation of the "vacuum preparation" additions to the generic self-checking guide G-044 for the B2C sector

Background & terms of reference

The Scientific Committee is asked to evaluate the additions related to "vacuum preparation" to the practical manual of the generic self-checking guide G-044 for the B2C sector and to examine whether this information adequately and correctly addresses the hazards associated with this activity. This concerns the addition of "vacuum packaging" to section 3.14.14 "Food packaging and/or labeling" and also the new section 3.14.15 "Vacuum preparation."

Method

The opinion is based on available scientific knowledge and expert opinion.

Advice

The Scientific Committee has reviewed the additions related to "vacuum preparation" to the generic self-checking guide G-044 for the B2C sectors. The Committee makes substantive and textual comments to improve these draft texts.

Recommendation

The Scientific Committee recommends applying the following rule for vacuum preparation: limit the time food is kept at 5 °C – 55 °C during preparation to a maximum of 4 hours. These 4 hours include all time periods of preparation (including marinating, seasoning, preheating, portioning, sauces, ...) of the foodstuff so that it can be packaged, put under vacuum, and heated in the vacuum packaging. To deviate from this rule, a proprietary risk analysis must demonstrate that it is safe to do so.

The Scientific Committee recommends that research be conducted on the temperature gradient, on the surface and in the core of the food, during the warm-up phase (5 °C – 55 °C) of vacuum preparation. It is important to conduct this research on foods of different thicknesses and of different types (meat, vegetables, mixed preparations,...) and at (worst-case) temperatures used in practice. If there is more clarity on the possible temperature gradient during the warm-up phase of vacuum preparation at low temperatures, a re-evaluation by the Scientific Committee is possible.

Conclusion

The Scientific Committee advises that the recommendations of this opinion be taken into account when revising Guide G-044.

1. Termes de référence

1.1 Question

Il est demandé au Comité scientifique d'évaluer les ajouts relatifs à la « préparation sous vide » au guide générique d'autocontrôle G-044 pour les secteurs B2C, et d'examiner si ces informations traitent de façon suffisante et correcte des dangers liés à l'activité en question. Il s'agit de l'ajout « emballage sous vide » au point 3.14.14 « Conditionnement et/ou étiquetage de denrées alimentaires » et également du nouveau point 3.14.15 « Préparation sous vide ».

1.2 Dispositions législatives

Arrêté royal du 14 novembre 2003 relatif à l'autocontrôle, à la notification obligatoire et à la traçabilité dans la chaîne alimentaire.

Règlement (CE) No 852/2004 du parlement Européen et du conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires.

Règlement (CE) No 853/2004 du parlement Européen et du conseil du 29 avril fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale.

Règlement (CE) No 2073/2005 de la Commission du 15 novembre 2005 concernant les critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.

Arrêté royal du 26 avril 2009 concernant des critères microbiologiques applicables aux denrées alimentaires.

Arrêté ministériel du 22 mars 2013 relatif aux assouplissements des modalités d'application de l'autocontrôle et de la traçabilité dans certains établissements dans la chaîne alimentaire.

1.3 Méthode

L'avis repose sur les informations scientifiques disponibles et l'opinion d'experts.

2. Abréviations en définitions

AFSCA	Agence fédérale pour la sécurité de la chaîne alimentaire
AR	Arrêté royal
B2C	<i>Business-to-Consumer</i>
CCP	point critique de contrôle (<i>Critical Control Point</i>)
ufc	unité formant colonie
SciCom	Comité Scientifique institué auprès de l'AFSCA

Considérant les discussions menées lors des réunions du groupe de travail des 2 mai 2022, 9 juin 2022 et 21 octobre 2022 et lors des séances plénières du Comité scientifique des 23 septembre 2022, 17 février 2023 et 24 mars 2023,

Le Comité scientifique émet l'avis suivant :

3. Contexte

Le guide d'autocontrôle G-044 « Manuel pratique d'autocontrôle pour les secteurs B2C » est disponible depuis 2016. Ce guide d'autocontrôle est complété par 16 modules portant sur des activités spécifiques. Pour l'instant, le guide d'autocontrôle G-044 fait l'objet d'une révision.

Dans ce contexte, il est demandé au Comité scientifique d'évaluer les ajouts relatifs à la « préparation sous vide » au guide générique d'autocontrôle G-044 pour les secteurs B2C, et d'examiner si ces informations traitent suffisamment et correctement des dangers liés à cette activité. Il s'agit de l'ajout « emballage sous vide » au point 3.14.14 « Conditionnement et/ou étiquetage de denrées alimentaires » et également du nouveau point 3.14.15 « Préparation sous vide ».

Enfin, ces ajouts au guide d'autocontrôle G-044 serviront de base pour l'adaptation d'autres guides plus spécifiques, tels que le guide d'autocontrôle G-041 « Guide d'autocontrôle pour la sécurité alimentaire dans les milieux d'accueil collectifs de la petite enfance » et le guide d'autocontrôle G-023 « Guide d'autocontrôle dans le secteur Horeca ».

4. Avis

4.1 Sous vide – Food safety precautions for restaurants (NSW Food authority)

Le Comité scientifique a étudié le document « Sous vide, Food safety precautions for restaurants », récemment publié par l'Agence alimentaire australienne, the New South Wales Food Safety Authority (NSW, 2022). Le Comité scientifique est d'avis que le document est bien étayé et pertinent dans le cadre de ce dossier.

Le document reprend plusieurs tableaux intéressants repris en annexe 1.

- **Tableau 1** : Durée estimée (heures : minutes) qui est nécessaire pour chauffer et pasteuriser de la viande de bœuf réfrigérée (= une réduction de 6 log pour *L. monocytogenes*), avec une plage de températures (55 – 66 °C) et l'épaisseur de la viande (5 – 70 mm).
- **Tableau 2** : Durée estimée (heures : minutes) qui est nécessaire pour chauffer et cuire de la viande de bœuf réfrigérée (réduction de 6,5 log pour *Salmonella* dans la viande), avec une plage de températures (55 – 66 °C) et l'épaisseur de la viande (5 – 70 mm).
- **Tableau 3** : Les couples durée/température recommandées pour la pasteurisation et la cuisson de la viande. Il s'agit de la durée une fois la température à cœur atteinte.

Des recommandations sont également données dans le but de limiter les risques liés à la préparation sous vide. Il peut être pertinent d'inclure également ces recommandations dans le module du guide d'autocontrôle.

Recommandations :

- Préparer des portions d'aliments moins épaisses, de manière à accélérer le chauffage et le refroidissement.
- Il faut éviter de mettre trop de produits dans le bain-marie. Une trop grande quantité de produits peut diminuer la température du bain-marie et ainsi affecter la durée de cuisson et augmenter la probabilité d'avoir des points froids. La durée de cuisson devra être prolongé pour compenser cela.
- Utiliser une température de bain-marie d'au moins 55 °C, de manière à d'abord empêcher la croissance de *Clostridium perfringens*, et ensuite de lancer la destruction des cellules.
- La durée du maintien des aliments en dessous de 54,5 °C durant la préparation est limitée à six heures.
- Utiliser un appareil commercial avec une capacité de chauffage suffisante et une excellente régulation de la température.
- La température de l'eau et/ou des aliments est contrôlée avec un thermomètre digital sensible, qui est précis jusqu'à 0,1 °C.
- Les denrées alimentaires préparées ne sont pas stockées durant de longues périodes à moins que les processus ne soient validés.
- Ne pas additionner les risques. En d'autres termes, il est irresponsable de chauffer à basse température de grandes portions de viandes attendries mécaniquement, et ce pendant une longue période.

Réflexion du Comité scientifique

Les denrées alimentaires peuvent être chauffées à basse température (même en dessous de 55 °C) pendant une longue période. L'épaisseur de la denrée alimentaire, la température et la durée de chauffage déterminent la température qui est atteinte au cœur de la denrée alimentaire (voir annexe 1). Dans le cas d'un bain-marie avec comme température 55 °C, de longues périodes sont nécessaires afin de pasteuriser la viande ; celles-ci allant de 3h33 (épaisseur 5 mm) à 7h40 (épaisseur 70 mm). A 55 °C, une durée de 200 min (3h20) est nécessaire pour la pasteurisation une fois la température à cœur atteinte. Dans certains cas, il y a donc une longue phase de chauffage (durée nécessaire avant que le produit n'atteigne la température à cœur souhaitée) à des températures favorables à la croissance des bactéries (et donc également des agents pathogènes). Plus une denrée alimentaire est épaisse, plus le temps nécessaire pour arriver à la température à cœur souhaitée est long.

L'augmentation de la température de quelques degrés peut faire une grande différence pour la durée nécessaire, et donc limiter la durée durant laquelle les agents pathogènes peuvent se développer. Par

exemple, une pasteurisation au moyen d'un bain-marie à 60 °C nécessite une durée de 51 min (épaisseur 5 mm) à 4h42 (épaisseur 70 mm). Une fois la température à cœur de 60 °C atteinte, 44 min sont nécessaires pour la pasteurisation de la viande. Chaque degré de plus entraînera un chauffage plus rapide et éliminera les bactéries végétatives présentes (y compris les agents pathogènes). Cela doit être mentionné dans le guide d'autocontrôle.

Il est recommandé de limiter à six heures la durée du maintien des aliments en dessous de 54,5 °C durant la préparation, et ce uniquement pour des denrées alimentaires qui font ensuite l'objet d'une pasteurisation. Pour les denrées alimentaires non pasteurisées, la durée recommandée en dessous de 54,5 °C durant la préparation est limitée à 4 heures. Ceci étant basé sur le principe que le produit est maintenu pendant une durée de 2h10 maximum à des températures (35 °C – 54,5 °C) qui permettent une croissance rapide de *C. perfringens*. Cependant, cette restriction de durée provient d'expériences limitées avec de la viande de bœuf moulue et qui ne peut donc pas être généralisé à d'autres denrées alimentaires.

4.2 Durée/température et risques microbiologiques

Le réglage du couple durée/température pour la préparation sous vide est important, car cela a un impact sur la sécurité microbienne de la denrée alimentaire.

Valdramidis *et al.*, 2005 affirment que les principales considérations pour les simulations numériques de l'inactivation d'un micro-organisme sous des conditions de température dynamique sont les suivantes :

1. Une croissance microbienne est-elle possible durant la durée nécessaire pour atteindre la température d'inactivation souhaitée ?
2. Quelle est la température la plus basse à laquelle l'inactivation commence ?
3. La résistance à la chaleur du micro-organisme augmente-t-elle avec l'augmentation progressive de la température ?

Le premier point est certainement une préoccupation pertinente dans le cadre de la préparation sous vide. Certaines bactéries pathogènes peuvent se multiplier durant et après la préparation, surtout si les températures sont basses pendant la cuisson. Certaines bactéries pathogènes sous forme végétatives peuvent en effet survivre jusqu'à des températures de 55 °C, il y a donc un risque de croissance en dessous de ces températures. Les bactéries pathogènes peuvent également produire des toxines si la durée de cuisson est trop longue et/ou si la température est trop basse. La préparation sous vide peut être appliquée à diverses denrées alimentaires, chacune avec des dangers microbiens potentiels. Les agents pathogènes à prendre en compte sont *L. monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli*, *C. perfringens* et *B. cereus*. Vous trouverez des informations sur les températures cardinales estimées pour la croissance dans '*Microorganisms in Foods 5*' (voir tableau 1).

Tableau 1 : Températures cardinales estimées pour la croissance des micro-organismes pathogènes

	Température (°C)		
	Minimum	optimum	maximum
<i>Bacillus cereus</i>	4	30-40	55
<i>Clostridium perfringens</i>	12	43-47	50
<i>Escherichia coli</i>	7-8	35-40	44-46
<i>Listeria monocytogenes</i>	-0.4	37	45
<i>Salmonella</i>	5.2*	35-43	46.2

Informations provenant de "Microorganisms in Foods 5" (ICMSF, 1996).

*La plupart des sérotypes ne se développent pas à < 7 °C

Il est important d'être attentif à une éventuelle contamination interne lors du choix d'un couple durée/température pendant la préparation. Des produits moulus ou plusieurs produits avec des zones de contact au cœur du produit total sont sensibles aux contaminations internes. Un morceau de viande intact, non composé, qui n'a pas été attendri ou piqué, ne peut être contaminé qu'en surface. Dans le guide d'autocontrôle, on peut mentionner un certain nombre de scénarios pour diverses denrées alimentaires (par ex. bifteck, viande en daube, viande hachée). Si une contamination interne est possible, ce n'est pas la température de surface mais la température à cœur qui est essentielle pour déterminer les risques microbiologiques.

Duan *et al.*, 2016 ont examiné expérimentalement la croissance et l'inactivation de *C. perfringens* dans des produits à base de viande (poulet et porc) lors d'une préparation longue à basse température. Au début de l'expérience, la viande de poulet avait un pH de 6,8 et la viande de porc de 5,6. Deux profils différents d'augmentation de température ont été appliqués : la viande ayant été progressivement chauffée de 5 °C à 53 °C, respectivement en 2 et 4 heures. Ce chauffage par étapes simule le chauffage des aliments à différentes vitesses lors de la préparation sous vide à basse température. L'inoculation de la viande de poulet avec des formes végétatives et sporulées non chauffées de *C. perfringens* a entraîné une croissance de 2,3 - 2,9 log ufc/g, alors que l'inoculation avec des spores chauffées a entraîné une croissance de 1,5 - 2,0 log ufc/g. Pour la viande de porc, qui a un pH plus faible, la croissance est moins prononcée (< 1 log ufc/g). Durant le chauffage à basse température, il y a donc une croissance potentielle de micro-organismes. La vitesse de la croissance microbienne dépend à la fois des caractéristiques du produit (notamment le pH et l' a_w) et des conditions environnementales (notamment durée/température). El Kadri *et al.*, 2020 ont étudié l'effet d'un chauffage de longue durée à basse température sur la survie de *C. perfringens* dans de la viande de bœuf. Il était possible d'obtenir une réduction de 6 log de *C. perfringens* à 55 °C, mais pas à 48 °C ou à 53 °C. La préparation sous vide à des températures inférieures à 55 °C est donc déconseillée.

L'évolution de la température lors de la phase de chauffage est incertaine. Le transfert de chaleur (conduction) se fera lentement et de manière non linéaire. Plus le produit se rapproche de la température ambiante, plus le chauffage sera lent. Si le produit sort du réfrigérateur, la variation de la température de départ (= température du produit réfrigéré) n'aura pas un impact majeur sur le profil de température. Le profil de température durant le chauffage peut fournir des informations

intéressantes (estimation de la durée à des températures permettant la croissance d'agents pathogènes).

Plusieurs simulations ont été réalisées dans Combase afin de déterminer la croissance potentielle de *C. perfringens* et *Salmonella* spp. lors d'un chauffage de 0 °C à 55 °C durant 3, 4 et 6 heures (voir annexe 2). Pour la réalisation de ces simulations, on est parti d'une progression linéaire de la température dans le temps, combinée à des suppositions prudentes pour le pH et l' a_w dans un milieu liquide de laboratoire. Pour *C. perfringens*, on a prédit une croissance de 1,19 log ufc/g pour un chauffage durant 3 heures, une de 1,57 log ufc/g pour un chauffage durant 4 heures et 2,37 log ufc/g pour un chauffage durant 6 heures. En tenant compte du fait que des symptômes sont provoqués par la consommation d'une concentration élevée ($>10^5$ ufc/g), une croissance limitée n'est pas directement problématique. Ce, à condition que la concentration initiale ne soit pas trop élevée. Pour *Salmonella* spp., on a prédit une croissance de 0,53 log ufc/g pour un chauffage durant 3 heures, une de 0,78 log ufc/g pour un chauffage durant 4 heures et une de 1,58 log ufc/g pour un chauffage durant 6 heures. Pour *Salmonella* spp. au contraire, la dose infectieuse est variable et potentiellement très faible (FDA, 2012) en fonction de plusieurs facteurs, raison pour laquelle une croissance limitée peut dès lors impliquer un risque pour la sécurité alimentaire. Après la phase de chauffage, il est donc important qu'il y ait encore un chauffage suffisamment long pour éliminer *Salmonella* spp..

Des spores, de bactéries sporulantes telles que *C. perfringens*, peuvent survivre à la pasteurisation et ensuite germer. Après un traitement thermique qui élimine les cellules végétatives, une croissance (et une potentielle production de toxines) est donc encore possible à des températures favorables à la germination des spores et à la croissance de bactéries. Ce n'est donc pas vrai que les produits ne présentent plus de risques microbiologiques après la pasteurisation. En outre, lors de la préparation sous vide à de faibles températures, il est également possible qu'il n'y ait pas de pasteurisation et que donc les micro-organismes présents ne soient pas détruits suffisamment ou complètement. Si les denrées alimentaires ne sont pas directement consommées, il est donc important de les refroidir rapidement pour garantir la sécurité alimentaire du consommateur.

Il est indispensable de choisir les couples durée/température qui doivent être appliquées aux denrées alimentaires qui sont préparées sous vide afin de limiter les risques microbiens. Le Comité scientifique propose de partir sur un scénario de type « *worst case* » et d'utiliser la règle suivante pour une préparation sous vide : limiter à 4 heures maximum la durée du maintien des aliments à une température de 5 °C – 55 °C pendant la préparation. Ces 4 heures comprennent toutes les périodes de préparation (y compris la marinade, l'assaisonnement, le préchauffage, le portionnage, les sauces) de la denrée alimentaire afin qu'elle puisse être emballée, mise sous vide et chauffée dans l'emballage sous vide. Afin de déroger à cette règle, il devra être démontré que la méthode est sûre en réalisant sa propre analyse des risques. Lorsqu'il y aura davantage d'informations sur les profils de température dans le cadre de la préparation sous vide, cette proposition pourra encore être adaptée.

4.3 Évaluation du point 3.14.14 Conditionnement et/ou étiquetage des denrées alimentaires

Le Comité scientifique formule un certain nombre de remarques spécifiques en vue d'améliorer le projet de texte pour le point 3.14.14 « Conditionnement et/ou étiquetage des denrées alimentaires ».

	Projet de texte dans le guide	Remarques du Comité scientifique
Matériaux de contact	Par exemple, n'utilisez pas une boîte contenant de la crème glacée pour conserver la sauce à spaghetti (l'acide affecte le plastique). Cela s'applique également aux matériaux que vous utilisez pour préparer ou servir des produits.	<p>Les matériaux en contact avec les produits alimentaires doivent être conçus à cette fin. Une attention particulière doit être accordée aux trois situations suivantes :</p> <p>(i) produits acides, (ii) produits avec une teneur élevée en graisses, (iii) températures élevées allant de pair avec une plus grande exposition à la migration des substances des matériaux de contact vers les denrées alimentaires.</p> <p>Les risques liés aux matériaux de contact doivent être expressément mentionnés et les fournisseurs doivent fixer des conditions spécifiques pour l'utilisation de leurs produits. Cela est expliqué dans le chapitre 2, point 2.4.2. Dangers chimiques.</p>
	Choisissez les matériaux de conditionnement appropriés si vous utilisez vos propres contenants lorsque vous faites des courses pour votre entreprise. Voir également le chapitre 2, section 2.4.2 Dangers chimiques.	Il est suggéré de reprendre dans le texte le passage issu du chapitre 2, point 2.4.2 Dangers chimiques.
Emballage sous vide ou sous atmosphère modifiée		<p>L'élément suivant doit être ajouté au module :</p> <p>Utilisation de matériaux qui veillent à ce que l'atmosphère du conditionnement soit maintenue durant toute la durée de conservation du produit (absence de fluctuations ou seules des</p>

		fluctuations limitées de la teneur en CO ₂ ou teneur en oxygène, pouvant influencer la croissance bactérienne).
Tableau CCP 23 – Emballage sous vide ou emballage sous atmosphère modifiée		
<p>Conditionnement sous vide :</p> <p>colonne « normes et valeurs limites critiques »</p>	<p>En cas de conditionnement sous vide :</p> <ul style="list-style-type: none"> la pression négative à l'intérieur du conditionnement est suffisamment faible le conditionnement est visiblement sous vide 	<p>S'il y a de l'air dans l'emballage, la denrée ne peut plus être stockée et utilisée.</p> <p>Il est proposé d'adapter le texte comme suit :</p> <p>« En cas d'emballage sous vide :</p> <ul style="list-style-type: none"> - L'emballage sous vide doit être effectué correctement - Le matériel d'emballage ne peut pas permettre un échange de gaz avec l'environnement. - Le vide doit être maintenu durant toute la durée de stockage (étanchéité de l'emballage) »
<p>Conditionnement sous vide :</p> <p>colonne « Méthode et fréquence de surveillance »</p>	<p>Contrôle visuel du vide à chaque emballage (l'emballage est-il suffisamment fermé ?) ou contrôle du vide à l'aide d'un appareil de mesure à chaque production</p>	<p>Le maintien du vide est essentiel pour une bonne conservation. Le contrôle du vide est le point principal.</p> <p>Il est proposé d'adapter le texte comme suit :</p> <p>« Contrôle visuel du vide de chaque emballage (l'emballage est-il suffisamment fermé ?) durant la mise sous vide et la période de stockage.</p> <p>Le contrôle du vide durant la mise sous vide peut également avoir lieu à l'aide d'un appareil de mesure (exemples d'appareils/entreprises : Oxypack</p>

		leak detection, Gullimex...). Le contrôle du vide durant le stockage doit toujours être visuel. »
conditionnement sous atmosphère modifiée : colonne « Méthode et fréquence de surveillance »	Contrôle de la composition du gaz lors de conditionnement sous atmosphère modifiée : basé sur le mécanisme de contrôle interne de la machine ; ou contrôle manuel (au moins au début et à la fin d'un lot de production et à toute modification de la composition du gaz)	Il est proposé d'adapter le texte comme suit : « Contrôle de la composition de gaz en cas d'emballage sous atmosphère modifiée (au début et à la fin de la production) : - Basé sur le mécanisme de contrôle interne de la machine - Contrôle manuel (détection des emballages endommagés) Contrôler aléatoirement pour chaque lot si les emballages sont bien fermés (système de détection des fuites ou recherche de bulles d'air lorsqu'on plonge les emballages dans un bain-marie). Le contrôle de la composition de gaz dans l'emballage doit se faire à deux moments, i) durant la production et ii) après la production, durant la conservation. »
Une suggestion pour la modification du CCP23 est disponible à l'annexe 3.		

4.4 Évaluation du point 3.14.15 Préparation sous vide

Le Comité scientifique formule un certain nombre de remarques spécifiques en vue d'améliorer le projet de texte pour le point 3.14.15 « Préparation sous vide ».

	Projet de texte dans le guide	Remarques du Comité scientifique
3.14.15 Préparation sous vide	Par préparation sous vide, on entend la préparation - dans des conditions contrôlées (température et temps) - de denrées alimentaires	Le Comité scientifique propose de modifier le projet de texte : « On entend par préparation sous vide la préparation des denrées

	dans des récipients qui sont thermiquement stables et qui sont mis sous vide.	alimentaires dans des conditions contrôlées (température et durée), qui sont placées sous vide dans des récipients destinés à cet effet. »
	<p>Généralement, cette technique a recours à des températures de préparation plus basses que celles appliquées dans les techniques de cuisson traditionnelles (la température de préparation reste inférieure à 100 °C, donc en dessous de la température d'ébullition), avec pour conséquence que cette technique peut présenter certains dangers pour la santé publique si elle n'est pas appliquée correctement, en connaissant les règles à respecter.</p> <p>[...]</p> <p>Classiquement, les aliments sont cuits à haute température : eau bouillante (100°C), huile (190°C), air chaud (250°C). Les préparations à plus basses températures se font à 45 – 85 °C au moyen d'un flux d'air 'chaud', d'un bain-marie (sous vide), d'un flux de vapeur (cuisson vapeur combiné).</p>	<p>Il est proposé de regrouper les deux parties du texte :</p> <p>Traditionnellement, les aliments sont cuits à haute température : eau bouillante (98-100 °C), huile (180 °C), air chaud (180-250 °C). Les préparations sous vide sont généralement réalisées à des températures inférieures à 100 °C à l'aide d'un flux d'air « chaud », d'un bain-marie ou de vapeur (four combiné).</p> <p>Cette technique peut présenter des risques pour la sécurité alimentaire si celle-ci n'est pas réalisée correctement. La préparation sous vide permet de chauffer les denrées alimentaires grâce à une répartition uniforme de la chaleur. Cette méthode de préparation contribue à une augmentation de la température de la surface de la denrée alimentaire et ensuite de l'intérieur de la denrée alimentaire (diffusion de la chaleur de l'extérieur vers l'intérieur). Le transfert de chaleur se déroulera plus rapidement lors de la préparation sous vide qu'avec l'utilisation d'air chaud ou de vapeur. Il faut toutefois toujours contrôler que l'emballage est bien fermé ou que la mise sous vide a été correctement réalisée.</p>
		L'élément suivant doit être ajouté au module :

		<p>Après la mise sous vide des denrées alimentaires :</p> <p>(i) consommer rapidement/immédiatement la nourriture après sa préparation,</p> <p>(ii) conserver à une température d'au moins 60 °C (par exemple dans un bain-marie), si les aliments doivent encore être tenus au chaud après la préparation (voir 3.14.3),</p> <p>(iii) refroidir rapidement les aliments et les conserver réfrigérés s'ils ne sont pas directement consommés (voir 3.14.4).</p>
	<p>Choisir la bonne combinaison temps/température empêche un aliment d'être trop ou trop peu cuit. Dans les deux cas, la sécurité alimentaire peut être compromise.</p>	<p>Afin de limiter les risques microbiologiques lors de la préparation des denrées alimentaires emballées sous vide, une bonne combinaison de la durée de cuisson et de la température est exigée.</p> <p>Il est proposé d'ajouter ce qui suit :</p> <p>« Il est indispensable de bien choisir le couple durée/température à appliquer aux denrées alimentaires qui sont préparées sous vide et il est important de pouvoir les refroidir rapidement et les conserver si celles-ci ne sont pas consommées directement afin de garantir la sécurité alimentaire des consommateurs. »</p>
	<p>La préparation sous vide (à plus basse température ou la cuisson sous-vide traditionnelle) n'entraîne pas de réactions de Maillard (brunissement enzymatique).</p>	<p>Les éléments suivants peuvent être supprimés : « à plus basse température ou cuisson sous vide traditionnelle ».</p>
Dangers microbiologiques	<p>Les dangers microbiologiques sont plus importants pour les denrées alimentaires qui subissent une</p>	<p>Il est proposé de reformuler le projet de texte : « Les risques microbiologiques sont beaucoup</p>

	<p>préparation sous vide à basse température comparé aux techniques de cuisson traditionnelles.</p>	<p>plus importants pour les denrées alimentaires qui sont préparées à basse température (sans pasteurisation) car les bactéries (y compris les agents pathogènes) et les levures peuvent se développer pendant la préparation de l'aliment (la probabilité de croissance augmente avec la durée). »</p>
	<p>Le conditionnement dans un sachet sous vide stoppe le développement de la flore aérobie (ayant besoin d'oxygène) mais n'empêche pas la croissance de toutes les bactéries. Les conditions anaérobies (absence d'oxygène), combinées à un traitement thermique par préparation sous vide à basse température, créent un environnement dans lequel certains micro-organismes sont susceptibles d'atteindre des niveaux dangereux pour la santé publique.</p>	<p>Il est proposé de reformuler le projet de texte : « L'emballage sous vide suspend le développement de microbiote strictement aérobie (qui se développe uniquement en présence d'oxygène) mais cela ne s'applique pas à toutes les bactéries pathogènes étant donné que certaines sont en mesure de se développer dans des conditions anaérobies (un environnement sans oxygène). L'emballage sous vide combiné à de basses températures de cuisson peut créer un environnement où certains micro-organismes peuvent se multiplier à des niveaux dangereux pour la santé publique ».</p>
	<p>C'est pourquoi, il est important de maintenir la température suffisamment longtemps, entre autres, afin de tuer les bactéries qui tolèrent des faibles teneurs en oxygène telles que <i>Salmonella</i> spp., les souches pathogènes de <i>E. coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i>, <i>Listeria monocytogenes</i>, et dans les produits de la pêche, <i>Vibrio</i> spp.</p>	<p>Il est proposé d'adapter le texte comme suit :</p> <p>« C'est pourquoi, il est important de maintenir une température suffisamment élevée pendant une durée suffisamment longue afin de détruire les bactéries pathogènes sous forme végétative qui peuvent se développer avec une faible teneur en oxygène, telles que <i>Clostridium botulinum</i>, <i>Clostridium perfringens</i>, <i>Bacillus cereus</i>, <i>Salmonella</i> spp, souches pathogènes d'<i>Escherichia coli</i>, <i>Staphylococcus aureus</i>, <i>Yersinia enterocolitica</i> et <i>Listeria monocytogenes</i> pour la</p>

		viande et les légumes, et <i>Vibrio spp.</i> pour les produits de la pêche. ».
		Le CCP 9 (pasteurisation) peut être ajouté au guide.
	<p>Il est également recommandé de reprendre les éléments suivants dans le projet de texte :</p> <p>Les bactéries présentes peuvent donc continuer à se développer lors d'une préparation lente. En outre, il est possible que la température finalement atteinte ne soit pas suffisante pour obtenir une destruction rapide/suffisante des bactéries. La possibilité de croissance des bactéries pathogènes combinée à l'absence d'une destruction suffisante des bactéries pathogènes constitue un risque accru pour la santé publique.</p> <p>Lors de la préparation sous vide à basse température de denrées alimentaires, la température se propage lentement vers le cœur de l'aliment, ce qui crée un risque supplémentaire si des bactéries sont présentes dans le produit (par exemple de la viande hachée, des morceaux de viande qui se touchent, des aliments coupés, des légumes coupés...). Pour ce type d'aliment, la préparation à basse température est donc fortement déconseillée. Il faut toujours veiller à ce que les aliments soient assez rapidement chauffés afin d'empêcher une éventuelle croissance bactérienne (propagation rapide de la température vers le cœur de l'aliment) et de veiller à ce qu'il y ait une réduction suffisante de la charge bactérienne. Voir CCP 9 - pasteurisation et voir également point 3.14.3 « Chauffage des denrées alimentaires ».</p> <p>Si les préparations ne sont pas consommées immédiatement, il est important de les refroidir rapidement et efficacement.</p> <p>Si la préparation est encore maintenue au chaud après la préparation sous vide, cela doit avoir lieu à une température d'au moins 60 °C (par exemple dans un bain-marie).</p>	
Tableau CCP 25 – Préparation sous vide		
<p>Il est proposé de reprendre ceci dans le nouveau CCP 25 :</p> <p>(i) les caractéristiques des préparations sous vide qui permettent une réduction suffisante des agents pathogènes végétatifs (pasteurisation).</p> <p>(ii) les caractéristiques des préparations sous vide qui entraînent une réduction insuffisante des agents pathogènes végétatifs (pas de pasteurisation).</p> <p>En effet, toutes les préparations sous vide ne sont pas identiques et certains couples de durée et de température donnent lieu à des préparations où l'aliment (principalement la viande) reste cru ou pas assez cuit (ce qui est parfois l'effet souhaité). Une suggestion est disponible à l'annexe 4.</p>		

5. Incertitudes

Les incertitudes dans cet avis se rapportent à celles inhérentes à l'opinion d'experts.

L'évolution exacte de la température durant la préparation sous vide à basse température n'est que rarement connue, ce qui ne permet pas de déterminer avec certitude la croissance potentielle des micro-organismes pendant la phase de chauffage. En outre, l'évolution de la température à travers l'aliment (de la surface au cœur) n'est pas connue.

Dans les simulations de croissance, la supposition d'une augmentation linéaire a été appliquée pour l'évolution de la température et les autres aspects ont été choisis de manière prudente.

La résistance à la chaleur des micro-organismes peut varier en fonction de la souche du micro-organisme et de l'exposition préalable à un stress environnemental.

6. Recommandations

Le Comité scientifique recommande d'appliquer la règle suivante pour une préparation sous vide : limiter à 4 heures maximum la durée du maintien des aliments à une température comprise entre 5 °C et 55 °C pendant la préparation. Ces 4 heures comprennent toutes les périodes de préparation (y compris la marinade, l'assaisonnement, le préchauffage, le portionnage, les sauces,) de la denrée alimentaire afin qu'elle puisse être emballée, mise sous vide et chauffée dans l'emballage sous vide. Afin de déroger à cette règle, il faut démontrer que la méthode est sûre en réalisant sa propre analyse des risques.

Le Comité scientifique recommande de réaliser une étude de l'évolution de la température à travers l'aliment (de la surface au cœur) pendant la phase de chauffage (5 °C – 55 °C) de la préparation sous vide. Il est important de réaliser cette étude sur des denrées alimentaires de différentes épaisseurs, et de différentes natures (viandes, légumes, préparations mixtes,...) et à des températures (*worst case*) qui sont appliquées dans la pratique. Lorsqu'il y aura davantage de précisions sur l'éventuelle évolution de la température pendant la phase de chauffage lors de la préparation sous vide à basse température, le Comité scientifique pourra effectuer une réévaluation.

7. Conclusion

Le Comité scientifique recommande de tenir compte des recommandations reprises dans cet avis lors de la révision du guide G-044.

Pour le Comité scientifique,
La Présidente,

Dr. L. Herman (Sé.)
Le 24/03/2023

Références

Duan, Z., Hansen, T. H., Hansen, T. B., Dalgaard, P., & Knøchel, S. (2016). Predicting outgrowth and inactivation of *Clostridium perfringens* in meat products during low temperature long time heat treatment. *International journal of food microbiology*, 230, 45-57.

El Kadri, H., Alaizoki, A., Celen, T., Smith, M., & Onyeaka, H. (2020). The effect of low-temperature long-time (LTLT) cooking on survival of potentially pathogenic *Clostridium perfringens* in beef. *International Journal of Food Microbiology*, 320, 108540.

FDA, (2012). Bad Bug Book. Handbook of Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Second Edition. Disponible via le lien: <https://www.fda.gov/food/foodborne-pathogens/bad-bug-book-second-edition>

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (1996). Microorganisms in Foods 5 : Characteristics of Microbial Pathogens. Springer New York, NY

NSW, 2022. New South Wales Government Food Authority. Sous vide, Food safety precautions for restaurants. May 2022.

https://www.foodauthority.nsw.gov.au/sites/default/files/Documents/scienceandtechnical/sous_vide_food_safey_precautions.pdf

Valdramidis, V. P., Bernaerts, K., Van Impe, J. F., & Geeraerd, A. H. (2005). An alternative approach to non-log-linear thermal microbial inactivation: modelling the number of log cycles reduction with respect to temperature. *Food Technology and Biotechnology*, 43(4), 321-327.

Présentation du Comité scientifique institué auprès l'AFSCA

Le Comité scientifique (SciCom) est un organe consultatif institué auprès de l'Agence fédérale belge pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire (AFSCA) qui rend des **avis scientifiques indépendants** en ce qui concerne l'évaluation et la gestion des risques dans la chaîne alimentaire, et ce sur demande de l'administrateur délégué de l'AFSCA, du ministre compétent pour la sécurité alimentaire ou de sa propre initiative. Le Comité scientifique est soutenu administrativement et scientifiquement par la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques de l'Agence alimentaire.

Le Comité scientifique est composé de 22 membres, nommés par arrêté royal sur base de leur expertise scientifique dans les domaines liés à la sécurité de la chaîne alimentaire. Lors de la préparation d'un avis, le Comité scientifique peut faire appel à des experts externes qui ne sont pas membres du Comité scientifique. Tout comme les membres du Comité scientifique, ceux-ci doivent être en mesure de travailler indépendamment et impartialement. Afin de garantir l'indépendance des avis, les conflits d'intérêts potentiels sont gérés en toute transparence.

Les avis sont basés sur une évaluation scientifique de la question. Ils expriment le point de vue du Comité scientifique qui est pris en consensus sur la base de l'évaluation des risques et des connaissances existantes sur le sujet.

Les avis du Comité scientifique peuvent contenir des **recommandations** pour la politique de contrôle de la chaîne alimentaire ou pour les parties concernées. Le suivi des recommandations pour la politique est la responsabilité des gestionnaires de risques.

Les questions relatives à un avis peuvent être adressées au secrétariat du Comité scientifique : Secretariat.SciCom@afsca.be

Membres du Comité scientifique

Le Comité scientifique est composé des membres suivants :

A. Clinquart^a, P. Delahaut, B. De Meulenaer, N. De Regge, J. Dewulf, L. De Zutter, A. Geeraerd Ameryckx, N. Gillard, L. Herman, K. Houf, N. Korsak, L. Maes, M. Mori, A. Rajkovic, N. Roosens, C. Saegerman, M.-L. Scippo, P. Spanoghe, K. Van Hoorde, Y. Vandenplas, F. Verheggen, P. Veys^b, S. Vlaeminck

Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts n'a été constaté.

^a membre jusqu'en décembre 2021

^b membre à partir de janvier 2022

Remerciements

Le Comité scientifique remercie la Direction d'encadrement pour l'évaluation des risques et les membres du groupe de travail pour la préparation du projet d'avis.

Le Comité scientifique souhaite également remercier K. Houf et P. Veys pour le 'deep reading' de l'avis.

Composition du groupe de travail

Le groupe de travail était composé de :

Membres du Comité scientifique :	L. De Zutter (rapporteur), A. Geeraerd Ameryckx, L. Herman, K. Van Hoorde
Expert externe :	F. Devlieghere (UGent)
Gestionnaire du dossier :	Y. Diaz Iglesias ^c , K. Feys ^d

Les activités du groupe de travail ont été suivies par les membres de l'administration suivants (comme observateurs) : L. Van Nieuwenhove (AFSCA)^e, N De Zutter (AFSCA)^f, W. Claeys (AFSCA)^g.

Cadre juridique

Loi du 4 février 2000 relative à la création de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, notamment l'article 8 ;

Arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire ;

Règlement d'ordre intérieur visé à l'article 3 de l'arrêté royal du 19 mai 2000 relatif à la composition et au fonctionnement du Comité scientifique institué auprès de l'Agence fédérale pour la Sécurité de la Chaîne alimentaire, approuvé par le Ministre le 24 septembre 2020.

Disclaimer

Le Comité scientifique conserve à tout moment le droit de modifier cet avis si de nouvelles informations et données deviennent disponibles après la publication de cette version.

^c Jusqu'en septembre 2022

^d À partir d'octobre 2022

^e Jusqu'en juin 2022

^f À partir de juillet 2022

^g À partir d'octobre 2022

Annexes

Annexe 1 : Tableaux des couples durée/température pour la préparation sous vide

Les tableaux sont repris de NSW, 2022.

Table 1. Approximate time (Hours: Minutes) to heat and pasteurise refrigerated beef

Thickness (mm)	Water bath temperature °C											
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
5	3:33	2:41	2:00	1:30	1:08	0:51	0:40	0:31	0:25	0:20	0:17	0:14
10	3:35	2:43	2:04	1:36	1:15	1:00	0:49	0:41	0:35	0:30	0:27	0:24
15	3:46	2:55	2:16	1:48	1:28	1:13	1:02	0:53	0:47	0:42	0:38	0:35
20	4:03	3:11	2:32	2:04	1:44	1:28	1:17	1:08	1:01	0:56	0:52	0:48
25	4:17	3:25	2:46	2:18	1:57	1:41	1:30	1:21	1:13	1:08	1:03	0:59
30	4:29	3:38	3:00	2:32	2:11	1:55	1:43	1:33	1:26	1:19	1:14	1:10
35	4:45	3:53	3:15	2:46	2:25	2:09	1:56	1:46	1:38	1:31	1:26	1:21
40	4:59	4:07	3:29	3:00	2:39	2:22	2:09	1:59	1:50	1:43	1:37	1:32
45	5:21	4:29	3:50	3:22	3:00	2:42	2:29	2:17	2:08	2:00	1:53	1:48
50	5:45	4:53	4:14	3:44	3:21	3:03	2:49	2:37	2:27	2:19	2:11	2:05
55	6:10	5:18	4:39	4:08	3:45	3:26	3:11	2:58	2:47	2:38	2:30	2:23
60	6:38	5:45	5:06	4:35	4:10	3:50	3:34	3:20	3:09	2:58	2:50	2:42
65	7:07	6:15	5:34	5:02	4:36	4:15	3:58	3:43	3:31	3:20	3:11	3:02
70	7:40	6:45	6:03	5:30	5:04	4:42	4:23	4:08	3:54	3:43	3:32	3:23

NOTE: Table 1 as provided by Baldwin (personal communication, 2011), differs from his guidance on the website because it is based on the USFDA thermal processing values for seafood. The values in Table 1 are noted to be more conservative and to apply to all foods (USFDA, 2011). These values were also recommended in a report 'Low temperature cooking of meats' prepared for Meat and Livestock Australia (MLA) by Warne (2011).

Baldwin's published tables are calculated based on best fit estimates of thermal inactivation from the results of numerous individual trials. His estimates are science based but more conservative values have routinely been used by regulatory agencies.

Table 2. Approximate time (Hours: Minutes) to heat and cook refrigerated beef

Thickness (mm)	Water bath temperature °C											
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
5	1:16	0:54	0:38	0:28	0:21	0:17	0:14	0:12	0:09	0:08	0:07	0:06
10	1:24	1:02	0:47	0:38	0:31	0:27	0:23	0:21	0:19	0:18	0:16	0:15
15	1:37	1:15	1:00	0:51	0:44	0:39	0:35	0:32	0:30	0:28	0:26	0:25
20	1:54	1:32	1:17	1:06	0:59	0:53	0:49	0:45	0:42	0:39	0:37	0:35
25	2:08	1:46	1:31	1:20	1:11	1:05	1:00	0:56	0:52	0:49	0:47	0:44
30	2:23	2:00	1:44	1:33	1:24	1:17	1:11	1:07	1:03	0:59	0:56	0:54
35	2:38	2:15	1:58	1:46	1:36	1:29	1:23	1:18	1:13	1:09	1:06	1:03
40	2:53	2:29	2:12	1:59	1:49	1:41	1:34	1:29	1:24	1:20	1:16	1:13
45	3:15	2:51	2:32	2:18	2:07	1:58	1:51	1:45	1:39	1:34	1:30	1:27
50	3:39	3:13	2:54	2:39	2:27	2:17	2:09	2:02	1:56	1:50	1:46	1:41
55	4:04	3:37	3:17	3:01	2:48	2:37	2:28	2:20	2:13	2:07	2:02	1:57
60	4:31	4:03	3:42	3:24	3:10	2:58	2:48	2:40	2:32	2:26	2:20	2:14
65	4:59	4:30	4:07	3:49	3:34	3:21	3:10	3:00	2:52	2:45	2:38	2:32
70	5:30	4:59	4:34	4:14	3:58	3:44	3:32	3:22	3:13	3:05	2:58	2:51

Table 2, provided by Douglas Baldwin (personal communication, 2012), is based on thermal processing studies for meat used by the FSIS (2009) in development of their guidance on cooking times. The FSIS guidance is applicable to 1) beef, lamb and veal steaks and roasts, 2) pork chops, ribs and roasts, and 3) fish. Higher temperatures are recommended for poultry, eggs and minced meat.

When water baths are operated at temperatures well above the target temperature for the food or if combination steam/forced convection ovens or water cascade systems are used, food temperatures are usually monitored by probes placed at the slowest heating point of the food. Table 3 shows times for pasteurisation and FSIS cooking of meat chops, roasts and steaks. Timing starts when the core temperature has been reached.

Table 3. Recommended hold time/temperature combinations for pasteurisation⁴ and cooking⁵ of meats

Core temp °C	Pasteurisation time ⁶ Minutes : Seconds	Cooking time ⁷ Minutes : Seconds
55	200:00	69:00
56	147:00	46:00
57	109:00	30:00
58	80:00	20:00
59	59:00	14:00
60	44:00	9:00
61	32:00	6:00
62	24:00	4:00
63	18:00	3:00
64	13:00	2:00
65	10:00	1:05
66	7:00	0:42
67	6:00	0:30
68	4:00	Less than 20 seconds
69	3:00	
70	2:00	
71	1:29	
72	1:05	

⁴ Pasteurisation – a 6-log reduction for *L. monocytogenes* process applicable to all foods

⁵ Cooking – a 6.5 log reduction for *Salmonella* process for meats excluding poultry

⁶ Adapted from Warne (2011). Seconds are only shown for short processes and other times have been rounded to the next minute

⁷ Figures have been interpolated from FSIS (2009) guidance and have also been rounded up

Annexe 2

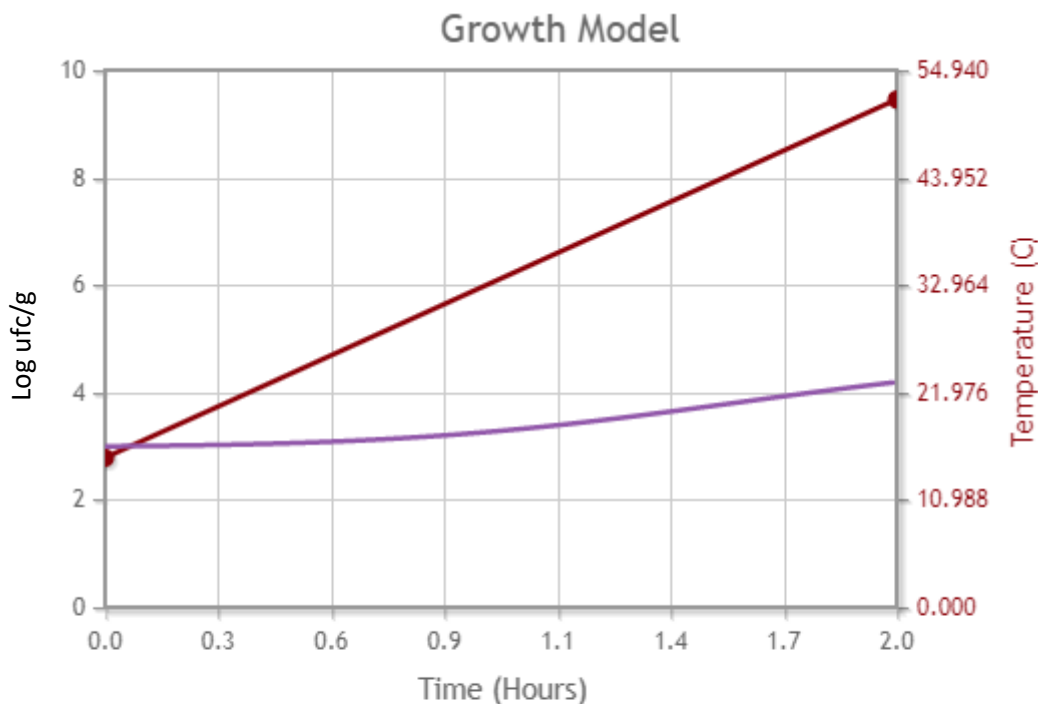
Simulations *C. perfringens*

Le modèle *C. perfringens* dans Combase > Broth models > growth indique que la plage de température au cours de laquelle survient la croissance de *C. perfringens* a été définie comme l'intervalle [15, 52]. C'est pourquoi, les données de température obtenues ont été limitées à cette plage.

Les suppositions prudentes (standard) supplémentaires du pH = 7 et de l' $a_w = 0.997$ ont été utilisées pour les simulations. Il a également été choisi de placer le « *physiological state* » sur la valeur la plus élevée, à savoir 1. C'est également une hypothèse (très) prudente car cela signifie que l'on part du principe que les bactéries sont présentes depuis quelque temps sur ou dans la denrée alimentaire, et qu'elles se sont déjà adaptées à ces conditions (pH, a_w , structure,...). En d'autres termes, on suppose qu'il n'y a plus de phase de latence nécessaire avant le début de la croissance. Même si l'on semble observer une phase de latence dans les courbes de croissance ci-dessous, ce n'est en fait pas le cas, il s'agit simplement de l'augmentation de la rapidité de croissance à des températures croissantes.

Scénario 1 : une augmentation linéaire de la température de 0 à 55 degrés durant 3 heures

Les données de température ont d'abord été simulées : une augmentation avec le profil ci-dessus signifie une augmentation de 55/180 degrés par minute. Cela résulte en une durée de **2 heures** au cours de laquelle la température passe de 15.28 °C à 51.94 °C. Une augmentation de **1,18 log** est prévue.



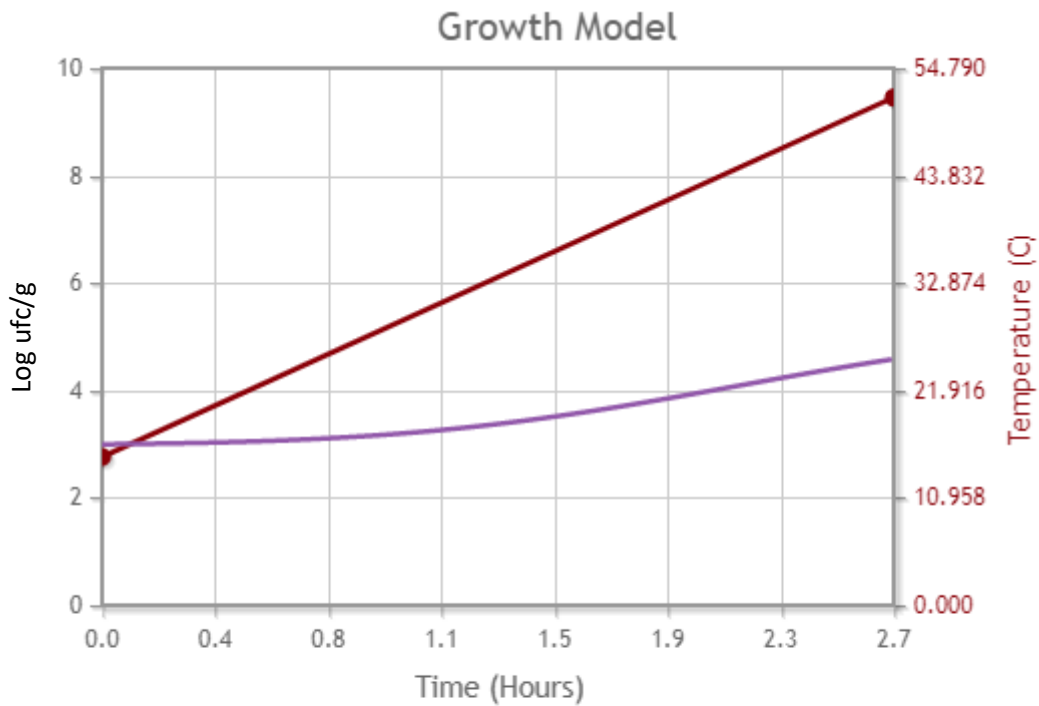
— Clostridium perfringens

Time(h)	Temp (°C)
0	15.28
2	51.94

Init. level	Phys.state	pH	Aw
3	1	7	0.997

Scénario 2 : une augmentation linéaire de la température de 0 à 55 degrés durant 4 heures

Les données de température ont d’abord été simulées : une augmentation avec le profil ci-dessus signifie une augmentation de 55/240 degrés par minute. Cela résulte en une durée de **2,67 heures** au cours de laquelle la température passe de 15.13 °C à 51.79 °C. Une augmentation de **1,57 log** est prévue.



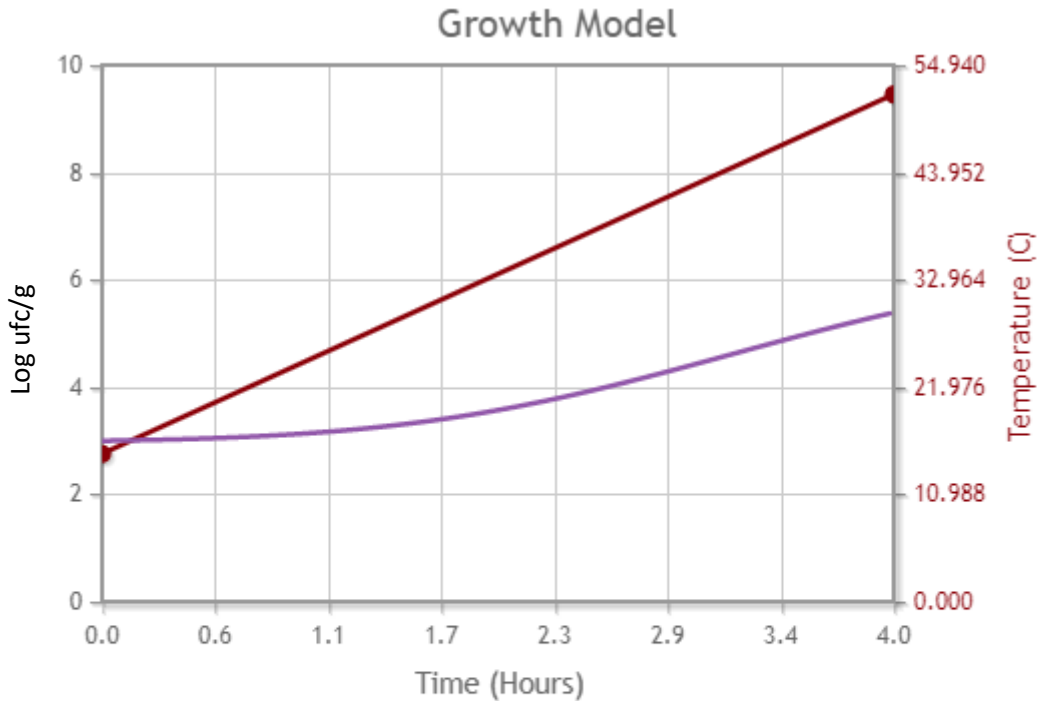
— Clostridium perfringens

Time(h)	Temp (°C)
0	15.13
2.67	51.79

Init. level	Phys.state	pH	Aw
3	1	7	0.997

Scénario 3 : une augmentation linéaire de la température de 0 à 55 degrés durant 6 heures

Les données de température ont d’abord été simulées : une augmentation avec le profil ci-dessus signifie une augmentation de 55/360 degrés par minute. Cela résulte en une durée de **4,02 heures** au cours de laquelle la température passe de 15.13 °C à 51.94 °C. Une augmentation de **2,37 log** est prévue.



— Clostridium perfringens

Time(h)	Temp (°C)
0	15.125
4.02	51.94

Init. level	Phys.state	pH	Aw
3	1	7	0.997

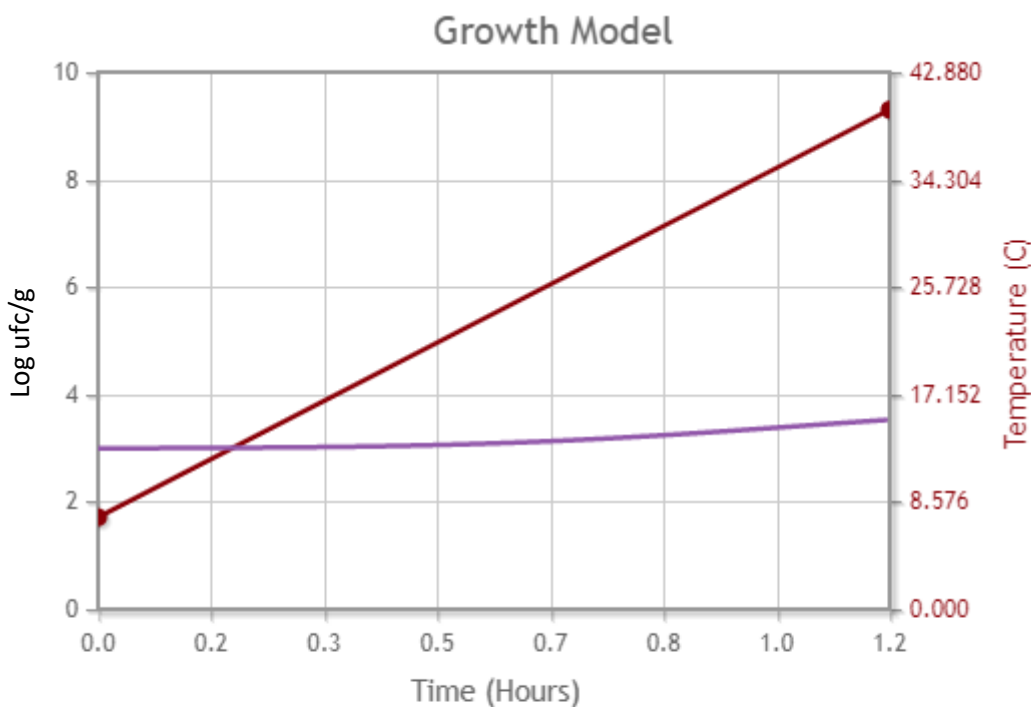
Simulations *Salmonella*

Le modèle *Salmonella spp.* dans Combase > Broth models > growth indique que la plage de température au cours de laquelle survient la croissance de *Salmonella* a été définie comme l'intervalle [7, 40]. C'est pourquoi, les données de température obtenues ont été limitées à cette plage.

Les suppositions prudentes (standard) supplémentaires du pH = 7 et de l' a_w = 0.997 ont été utilisées pour les simulations. Il a également été choisi de placer le « *physiological state* » sur la valeur la plus élevée, à savoir 1. C'est également une hypothèse (très) prudente car cela signifie que l'on part du principe que les bactéries sont présentes depuis quelque temps sur ou dans la denrée alimentaire, et qu'elles se sont déjà adaptées à ces conditions (pH, a_w , structure,...). En d'autres termes, on suppose qu'il n'y a plus de phase de latence nécessaire avant le début de la croissance. Même si l'on semble observer une phase de latence dans les courbes de croissance ci-dessous, ce n'est en fait pas le cas, il s'agit simplement de l'augmentation de la rapidité de croissance à des températures croissantes.

Scénario 1 : une augmentation linéaire de la température de 0 à 55 degrés durant 3 heures

Les données de température ont d'abord été simulées : une augmentation avec le profil ci-dessus signifie une augmentation de 55/180 degrés par minute. Cela résulte en une durée de **1,18 heures** au cours de laquelle la température passe de 7.34 °C à 39.88 °C. Une augmentation de **0,52 log** est prévue.



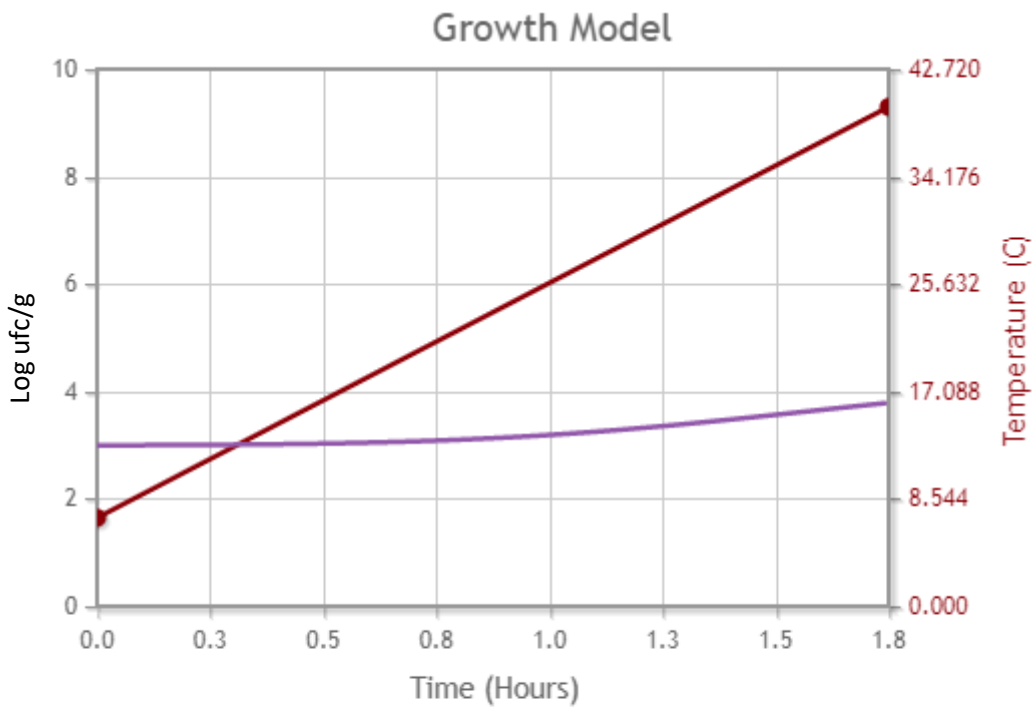
— *Salmonella spp*

Time(h)	Temp (°C)
0	7.34
1.18	39.88

Init. level	Phys.state	pH	Aw
3	1	7	0.997

Scénario 2 : une augmentation linéaire de la température de 0 à 55 degrés durant 4 heures

Les données de température ont d’abord été simulées : une augmentation avec le profil ci-dessus signifie une augmentation de 55/240 degrés par minute. Cela résulte en une durée de **1,78 heures** au cours de laquelle la température passe de 7.03 °C à 39.72 °C. Une augmentation de **0,78 log** est prévue.



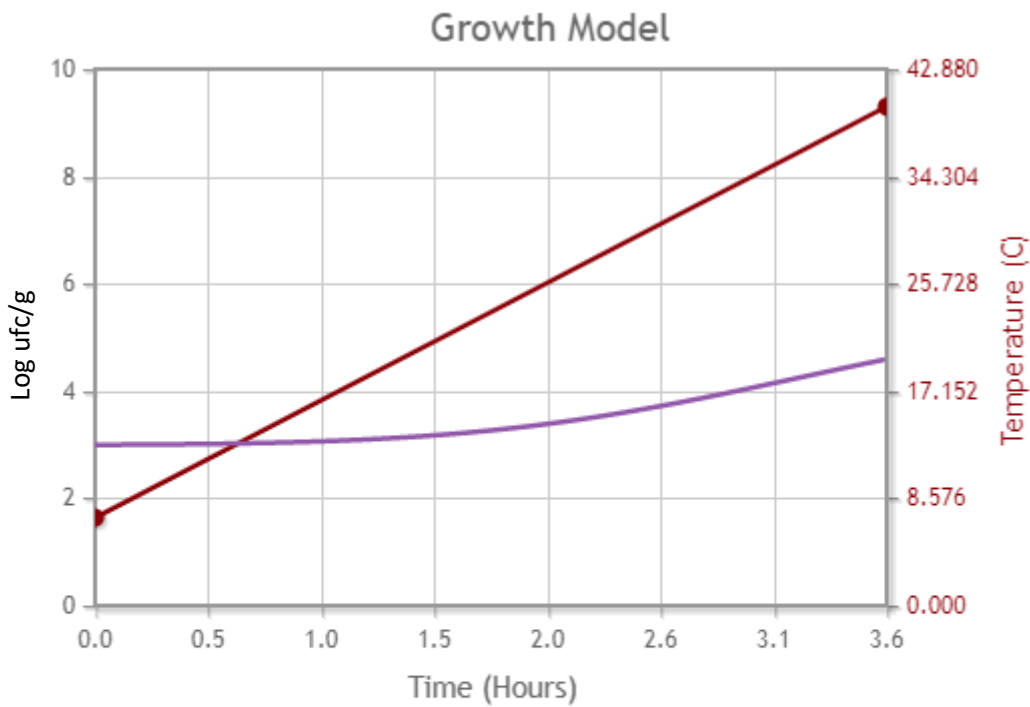
— Salmonella spp

Time(h)	Temp (°C)
0	7.03
1.78	39.72

Init. level	Phys.state	pH	Aw
3	1	7	0.997

Scénario 3 : une augmentation linéaire de la température de 0 à 55 degrés durant 6 heures

Les données de température ont d'abord été simulées : une augmentation avec le profil ci-dessus signifie une augmentation de 55/360 degrés par minute. Cela résulte en une durée de **3,58 heures** au cours de laquelle la température passe de 7.03 °C à 39.88 °C. Une augmentation de **1,58 log** est prévue.



— Salmonella spp

Time(h)	Temp (°C)
0	7.03
3.58	39.88

Init. level	Phys.state	pH	Aw
3	1	7	0.997

Annexe 3. CCP 23 – Emballage sous vide ou emballage sous atmosphère modifiée

CCP 23 – Emballage sous vide ou emballage sous atmosphère modifiée				
Description	Danger/risque	Normes et valeurs limites critiques	Méthode et fréquence de surveillance	Mesures correctives et actions correctives
Emballage sous vide	x M: Concentration d'oxygène trop élevée	En cas d'emballage sous vide : <ul style="list-style-type: none"> • L'emballage sous vide doit être effectué correctement • Le matériel d'emballage ne peut pas permettre un échange de gaz avec l'environnement. • Le vide doit être maintenu durant toute la durée de stockage (étanchéité de l'emballage). 	<p>Contrôle visuel du vide de chaque emballage (l'emballage est-il suffisamment fermé ?) durant la mise sous vide et la période de stockage</p> <p>Le contrôle du vide durant la mise sous vide peut également avoir lieu à l'aide d'un appareil de mesure (exemples d'appareils/entreprises : Oxypack leak detection, Gullimex,...).</p> <p>Le contrôle du vide durant le stockage doit toujours être visuel.</p>	<p>Identifier et isoler les produits concernés</p> <p>Enregistrer les non-conformités</p> <p>Reconditionner ou détruire les produits concernés</p> <p>Examiner la cause du problème et éviter qu'il ne se présente à nouveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mieux régler l'appareil • contrôler le fonctionnement des appareils utilisés et si nécessaire les (faire) réparer. <p>Veiller à une formation supplémentaire du personnel concernant l'implémentation correcte de la technologie appliquée.</p>
Emballage sous atmosphère modifiée	x M: Concentration de CO ₂ trop faible	<p>En cas d'emballage sous atmosphère modifiée : norme spécifique à l'entreprise définie par (groupe de) produit et par type d'emballage</p> <p>En cas d'emballage sous atmosphère sans oxygène : max. 0,5 % d'oxygène résiduel, max. 3 % d'écart absolu de concentration en CO₂ (mesuré immédiatement après l'emballage)</p>	<p>Contrôle de la composition de gaz en cas d'emballage sous atmosphère modifiée (au début et à la fin de la production) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basé sur le mécanisme de contrôle interne de la machine • Contrôle manuel (détection des emballages endommagés) 	<p>Identifier et isoler les produits concernés</p> <p>Enregistrer les non-conformités</p> <p>Reconditionner ou détruire les produits concernés</p> <p>Examiner la cause du problème et éviter qu'il ne se présente à nouveau :</p> <ul style="list-style-type: none"> • mieux régler l'appareil

			<p>Contrôler aléatoirement pour chaque lot si les emballages sont bien fermés (système de détection des fuites ou recherche de bulles d'air lorsqu'on plonge les emballages dans un bain-marie).</p> <p>Le contrôle de la composition de gaz dans l'emballage doit être effectué à deux moments : (i) pendant la production et ii) à la fin de la durée de conservation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • contrôler le fonctionnement des appareils utilisés et si nécessaire les (faire) réparer. <p>Veiller à une formation supplémentaire du personnel concernant l'implémentation correcte de la technologie appliquée.</p>
--	--	--	--	---

Signification des symboles utilisés :

+ : Contamination/ x : Multiplication/ C : Danger chimique/ F : Danger physique/ M : Danger microbiologique

Annexe 4. CCP 25 – Préparation sous vide

CCP 25 – Préparation sous vide				
Description	Danger/risque	Normes et valeurs limites critiques	Méthode et fréquence de surveillance	Mesures correctives et actions correctives
Pasteurisation des denrées alimentaires	<p>x M : Durée de préparation trop court</p> <p>x M : Température trop basse</p> <p>x M : Durée de préparation trop longue avec une température trop basse</p>	Couples de température/durée/(épaisseur) prédéterminées permettant la pasteurisation des denrées alimentaires (réduction de 6 log des pathogènes végétatifs)	<p>Bain-marie/ four (air chaud ou vapeur) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réglage correct de la température - Contrôle aléatoire de T° - Respecter la durée prescrite de préparation de la denrée alimentaire 	<p>Identifier et isoler les produits concernés</p> <p>Enregistrer les écarts</p> <p>Adapter la méthode de préparation</p> <p>Former le personnel</p>
Non-pasteurisation des denrées alimentaires	<p>x M : Durée de préparation trop court</p> <p>x M : Température trop basse</p> <p>x M : Durée de préparation trop longue avec une température trop basse</p>	Couples de température/durée/(épaisseur) prédéterminées empêchant/limitant la croissance des agents pathogènes végétatifs	<p>Bain-marie/ four (air chaud ou vapeur) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réglage correct de la température - Contrôle aléatoire de T° - Respecter la durée prescrite de préparation de la denrée alimentaire 	<p>Identifier et isoler les produits concernés</p> <p>Enregistrer les écarts</p> <p>Adapter la méthode de préparation</p> <p>Former le personnel</p>

Signification des symboles utilisés :

+ : Contamination/ x : Multiplication/ C : Danger chimique/ F : Danger physique/ M : Danger microbologique