



AVIS 10-2023

Objet :

**Sécurité microbiologique
en cas de conservation des tomates
et oignons découpés à température
ambiante**

(SciCom 2022/13)

Avis scientifique approuvé par le Comité scientifique le 22 septembre 2023.

Mots-clés :

Sécurité microbiologique, légumes, conditions particulières de conservation

Key terms:

Microbiological safety, vegetables, special storage conditions

Table des matières

| | |
|---|----|
| Résumé | 3 |
| Summary | 5 |
| 1. Termes de référence | 7 |
| 1.1 Question | 7 |
| 1.2 Dispositions législatives | 7 |
| 1.3 Méthode | 7 |
| 2. Abréviations | 7 |
| 3. Contexte | 8 |
| 3.1 Avis précédents du Comité scientifique | 8 |
| 4. Avis | 9 |
| 4.1 Informations de fond fournies dans la demande..... | 9 |
| 4.2 Paramètres intrinsèques et extrinsèques des aliments | 10 |
| 4.3 Identification des dangers microbiologiques..... | 11 |
| 4.4 Croissance potentielle de micro-organismes pathogènes | 12 |
| 4.4.1 Connaissances tirées de la littérature scientifique | 12 |
| 4.4.2 Microbiologie prédictive..... | 13 |
| 4.5 Validation dans les denrées alimentaires | 14 |
| 4.6 Réponses aux questions posées..... | 15 |
| 5. Incertitudes | 16 |
| 6. Recommandations | 16 |
| 7. Conclusions | 17 |
| Références | 18 |
| Membres du Comité scientifique..... | 20 |
| Conflit d'intérêts | 20 |
| Remerciements | 21 |
| Composition du groupe de travail..... | 21 |
| Cadre juridique..... | 21 |
| Disclaimer | 21 |
| Annexe | 22 |
| Annexe 1 : Simulations pour <i>Salmonella spp.</i> | 23 |
| Annexe 2 : Simulations pour <i>E. coli</i> | 26 |
| Annexe 3 : Simulations pour <i>L. monocytogenes</i> | 29 |
| Annexe 4 : Simulations pour <i>B. cereus</i> | 32 |

Résumé

Avis 10-2023 du Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA sur la sécurité microbiologique en cas de conservation des tomates et oignons découpés à température ambiante

Question

Il est demandé au Comité scientifique d'émettre un avis sur les questions suivantes :

- Est-il acceptable, du point de vue de la sécurité alimentaire, de déroger à la température légale de conservation des tomates et oignons découpés, c'est-à-dire de conserver ces produits à température ambiante (16 – 29 °C) plutôt qu'à 7 °C maximum, pendant respectivement 4 et 6 heures maximum ?
- Si oui, une brève fluctuation de température de 3°C vers le haut, incertitude de mesure incluse, peut-elle encore être acceptée ?

Méthodes

Cet avis est basé sur les informations scientifiques disponibles et sur l'opinion d'experts.

Avis

Salmonella spp., *E. coli* productrices des shigatoxines (STEC), *L. monocytogenes* et *B. cereus* ont été identifiés comme les dangers les plus pertinents dans ce contexte. Des simulations de croissance microbiologique ont été effectuées à l'aide de l'outil Combase, en se basant sur les scénarios les plus défavorables (*worst-case*) et les caractéristiques connues des produits. Il en ressort que la dérogation demandée (conservation pendant 4 ou 6 heures à maximum 29°C au lieu de la température légale de 7°C) n'est pas acceptable pour la sécurité alimentaire.

Sur base de ces simulations, les combinaisons de durée/température suivantes sont proposées en tant que dérogation possible à la température maximale de 7°C pour la conservation des oignons et des tomates.

| | 29 °C | 27 °C | 25 °C | 23 °C | 21 °C |
|------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Oignons (pH max. 5,8) | 30 min | 45 min | 1h | 1h15 | 1h30 |
| Tomates (pH max. 4,9) | 1h | 1h15 | 1h30 | 2h | 2h45 |
| Tomates (pH max. 4,6) | 1h45 | 2h | 2h30 | 3h15 | 4h |

Recommandations

Il est important que l'opérateur ait une bonne connaissance des produits qu'il utilise et/ou produit pour pouvoir réaliser une évaluation correcte de la sécurité alimentaire microbiologique dans ce type de dossiers. Si, dans le futur, les combinaisons de durée/température proposées pour les tomates et oignons découpés venaient à être utilisées par d'autres opérateurs, il est essentiel que le pH de ces

denrées alimentaires soit déterminé. En outre, le pH doit être mesuré à des moments pertinents en se basant sur un scénario de type « *worst-case* » du point de vue du type d'aliment, de sa maturité, de sa variété, de la saison, du mode de transformation de l'aliment, de modifications des conditions de stockage, etc. Cela nécessite donc d'effectuer plusieurs mesures sur différents lots du produit.

Conclusion

Il ne peut être démontré de manière suffisante que le fait de conserver des tomates et des oignons découpés à température ambiante (16 – 29 °C au lieu de maximum 7°C) pendant 4 ou 6 heures, ne présente pas de risque accru pour la sécurité alimentaire. Sur base des simulations effectuées quant à la croissance potentielle de *Salmonella* spp., d'*E. coli* et de *L. monocytogenes*, il s'avère que la dérogation demandée à la température de conservation n'est pas acceptable. Une série de combinaisons de durée/température acceptables sont proposées en alternative. Si un écart plus important est souhaité, il pourra alors être envisagé de réaliser des *challenge tests* pour *Salmonella* spp. et *E. coli* (STEC). Une brève fluctuation de température de 3 °C vers le haut n'est pas acceptable, en particulier à des températures ambiantes de l'ordre de 21 – 29 °C.

Summary

Opinion 10-2023 of the Scientific Committee established at the FASFC on the microbiological safety in case of storage at room temperature of sliced tomatoes and onions

Background & terms of reference

The Scientific Committee is asked to address the following questions:

- From a food safety point of view, can it be accepted to deviate from the legal storage temperature for sliced tomatoes and onions, i.e. room temperature (16 – 29 °C) instead of maximum 7 °C for maximum 4 and 6 hours respectively?
- If so, can a short upward temperature variation of 3 °C, including the measurement uncertainty, still be accepted?

Method

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

Advice

Salmonella spp., Shiga toxin-producing *E. coli* (STEC), *L. monocytogenes* and *B. cereus* were identified as the most relevant hazards in this context. Simulations of microbiological growth were performed using the Combase tool, based on the worst case conditions and known product characteristics. The results show that the requested deviation (storage for 4 or 6 hours at maximum 29 °C instead of the legal temperature of 7 °C) is not acceptable for the food safety. Based on the simulations, the following time/temperature combinations for onions and tomatoes are proposed as possible deviations to the maximum temperature of 7 °C.

| | 29 °C | 27 °C | 25 °C | 23 °C | 21 °C |
|-------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Onions (max. pH 5,8) | 30 min | 45 min | 1h | 1h15 | 1h30 |
| Tomatoes (max. pH 4,9) | 1h | 1h15 | 1h30 | 2h | 2h45 |
| Tomatoes (max. pH 4,6) | 1h45 | 2h | 2h30 | 3h15 | 4h |

Recommendation

It is important for operators to be knowledgeable about the products they use and/or produce in order to carry out a correct microbiological food safety assessment in this type of case. If, in the future, the proposed time/temperature combinations for sliced tomatoes and onions were to be used by other operators, it is essential that the pH of these foods is determined. Moreover, pH should be measured at relevant times from a worst-case scenario in terms of food type, ripeness, variety, season, food processing method and change during storage, etc. Here, multiple measurements should be made on different batches of the product.

Conclusion

It cannot be sufficiently demonstrated that storage of sliced tomatoes and onions at room temperature (16 – 29 °C instead of maximum 7 °C) during 4 hours or 6 hours does not present an elevated food safety risk. Based on simulations for potential growth of *Salmonella* spp., *E. coli* and *L. monocytogenes*, the requested storage temperature deviation is not acceptable. A number of acceptable time/temperature combinations are suggested as an alternative. If a larger deviation is desired, challenge tests for *Salmonella* spp. And *E. coli* (STEC) may be considered. A short upward temperature fluctuation of 3 °C is not acceptable, especially not at temperatures between 21 – 29 °C.

1. Termes de référence

1.1 Question

Il est demandé au Comité scientifique d'émettre un avis sur les questions suivantes :

- Est-il acceptable, du point de vue de la sécurité alimentaire, de déroger à la température légale de conservation des tomates et oignons découpés, c'est-à-dire de conserver ces produits à température ambiante (16 – 29 °C) plutôt qu'à 7 °C maximum, pendant respectivement 4 et 6 heures maximum ?
- Si oui, une brève fluctuation de température de 3°C vers le haut, incertitude de mesure incluse, peut-elle encore être acceptée ?

1.2 Dispositions législatives

Règlement (CE) N° 852/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril 2004 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires.

Règlement (CE) N° 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 royal du 13 juillet 2014 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires.

1.3 Méthode

Cet avis est basé sur les informations scientifiques disponibles et sur l'opinion d'experts.

2. Abréviations

| | |
|--------|---|
| AFSCA | Agence Fédérale pour la Sécurité de la Chaîne Alimentaire |
| AR | Arrêté royal |
| a_w | Activité de l'eau |
| ufc | Unité formant colonie |
| n | Nombre |
| pH | Potentiel hydrogène |
| SciCom | Comité scientifique institué auprès de l'AFSCA |
| STEC | <i>E. coli</i> productrices de shigatoxines |

Vu les discussions durant les réunions du groupe de travail le 30 septembre 2022, le 24 février 2023 et le 24 avril 2023 et les séances plénières du Comité scientifique le 21 octobre 2022, le 26 mai 2023 et le 22 septembre 2023,

le Comité scientifique émet l'avis suivant :

3. Contexte

L'arrêté royal du 13 juillet 2014 relatif à l'hygiène des denrées alimentaires prévoit une température de conservation inférieure ou égale à 7,0 °C pour les légumes découpés. Dans le présent dossier, la question est de savoir si, du point de vue de la sécurité alimentaire, une dérogation est possible à la température légale de conservation des tomates découpées et des oignons découpés, destinés à être utilisés dans la préparation de hamburgers. La demande vise à pouvoir conserver les tomates découpées pendant maximum 4 h, et les oignons découpés pendant maximum 6 h, à température ambiante (avec un maximum de 29 °C). Il est également demandé si une brève fluctuation de température de 3 °C vers le haut, incertitude de mesure incluse, serait encore acceptable.

3.1 Avis précédents du Comité scientifique

Dans le passé, le Comité scientifique avait déjà émis un avis sur les risques microbiologiques liés à une conservation non réfrigérée de sandwiches garnis (SciCom, 2015). Dans cet avis, le Comité scientifique avait estimé comme faible le risque supplémentaire pour la sécurité alimentaire occasionné par la conservation des sandwiches garnis à une température de 13 °C pendant 3 heures, à condition que les sandwiches garnis soient ensuite conservés pendant maximum 4 heures à température ambiante chez le consommateur. Cette estimation des risques ne vaut pas (ou du moins pas sans la réalisation d'une étude complémentaire) pour les sandwiches garnis contenant de la viande fraîche, des préparations de viandes ou du poisson frais, ces ingrédients étant intrinsèquement plus sujets à une contamination microbiologique et à une altération, ou au développement de germes pathogènes dans des conditions de conservation non réfrigérées. Les sandwiches garnis peuvent également contenir des crudités découpées. Cependant, dans son avis 10-2015, le SciCom s'est penché sur le risque lié à une conservation supplémentaire de 3 heures à 13 °C chez l'opérateur. La conservation à température ambiante pendant maximum 4 heures est une estimation de la manière dont le consommateur va potentiellement conserver le produit. Cela ne peut donc être comparé à une conservation supplémentaire à maximum 29 °C pendant 4 ou 6 heures chez l'opérateur, qui est la dérogation demandée dans ce dossier.

Afin de pouvoir déroger à la température légale de conservation des denrées alimentaires, il est indispensable de réaliser une étude sur la sécurité microbiologique. Une telle étude est utilisée comme fondement scientifique lorsque des tiers sollicitent l'approbation de l'AFSCA dans le but de pouvoir appliquer des conditions de conservation particulières à certaines denrées alimentaires. Les résultats de ces études font partie du dossier technique que l'administrateur délégué de l'AFSCA remet au

Comité scientifique afin d'obtenir un avis formel. Le Comité scientifique a déjà émis un avis avec des recommandations concernant la réalisation de telles études (SciCom, 2016). Le Comité scientifique recommande, dans ces études, d'accorder suffisamment d'attention à la formulation de la demande, aux mesures de la gamme des paramètres intrinsèques et extrinsèques pertinents pour les denrées alimentaires concernées, à l'identification des dangers microbiens, à l'application de modèles prédictifs de croissance appropriés et à la validation dans un certain nombre de denrées alimentaires sélectionnées présentant un scénario *worst-case* en termes de caractéristiques physico-chimiques et d'hétérogénéité du processus de production, du produit en lui-même et du processus de conservation.

4. Avis

4.1 Informations de fond fournies dans la demande

Un dossier technique a été reçu, qui a servi de base à l'évaluation réalisée par le Comité scientifique. L'opérateur concerné sert des hamburgers au consommateur, lesquels sont notamment garnis de tranches de tomates et d'oignons découpés. Dans ce dossier, une dérogation est demandée à la température légale de conservation des tomates et oignons découpés (conservation à maximum 29 °C pendant 4 ou 6 heures au lieu de maximum 7,0 °C).

Procédures

Des procédures détaillées sont disponibles concernant la transformation et la conservation des tomates et des oignons. La découpe a lieu sur place. Les bonnes pratiques d'hygiène sont détaillées dans les procédures.

Température ambiante

L'opérateur indique que le système d'air conditionné fonctionne en permanence dans ses établissements. De manière standard, une température ambiante de 25 °C n'est pas dépassée. La température maximale de 29 °C représente donc un scénario de type « *worst-case* ».

Période de conservation

Les conditions de conservation particulières suivantes sont proposées (le laps de temps à 29 °C inclut une phase de réchauffement) :

- Oignons découpés : conservation réfrigérée (1 – 4 °C) pendant max. 18 heures + max. 6 heures à température ambiante (max. 29 °C) = une conservation totale de max. 24 heures.
- Tomates découpées : conservation réfrigérée (1 – 4 °C) pendant max. 8 heures + max. 4 heures à température ambiante (max. 29 °C) = une conservation totale de max. 12 heures.

Pour justifier ce choix, l'opérateur fait référence au Food Code 2017, section 3-501.19 (FDA, 2017). Le Food Code 2022 de la FDA (FDA, 2022) comporte les recommandations suivantes :

- une conservation de 4 heures maximum sans contrôle de la température est autorisée pour une denrée alimentaire présentant une température initiale de 5 °C ;
- en cas de conservation durant 6 heures, la température de 21 °C ne peut pas être dépassée.

Consommation immédiate de l'aliment

Dans un futur proche, le produit final (hamburger) ne sera préparé que via le système « *made-to-order* » (préparé sur commande). Le *take-away* reste cependant une possibilité. Il est donc possible qu'il y ait des restes que le consommateur consomme encore plus tard. Il est supposé que la durée pendant laquelle le produit sera conservé chez le consommateur sera plutôt limitée. Le consommateur mange habituellement son hamburger chaud, car réchauffer un hamburger entraîne une perte de qualité/goût.

4.2 Paramètres intrinsèques et extrinsèques des aliments

Les denrées alimentaires sont définies en termes de caractéristiques physico-chimiques telles que le pH, l' a_w , la teneur en sel, le type de conservateurs et leur concentration, la nature de l'emballage et d'autres caractéristiques pertinentes. Dans le présent dossier, il s'agit de tomates et d'oignons découpés par l'opérateur puis conservés dans un bac gastronome. Les oignons utilisés sont des oignons blancs.

Des informations sur les valeurs de pH et d' a_w associées aux tomates et aux oignons sont disponibles dans la littérature scientifique (Tableau 1).

Tableau 1 : paramètres intrinsèques tirés de la littérature

| | pH | a_w |
|----------------|--|---|
| Tomates | <u>Tomates</u> | <u>Fruits et légumes</u> 0,995 – 0,998 (Devlieghere, 2021) |
| | 4,2 – 4,9 (FDA, 2013) | |
| | 3,99 – 4,37 (Asplund & Nurmi, 1991) | |
| | <u>Tomates mûres</u> | |
| | 3,4 – 4,7 (EFSA, 2014) | |
| | <u>Tomates découpées</u> | |
| | 4,1 ± 0,1 (Zhuang <i>et al.</i> , 1995) 4,40 ± 0,01 (Weissinger <i>et al.</i> , 2000) 4,31 – 4,52 (Wei <i>et al.</i> , 1995) | |
| Oignons | <u>Oignons rouges</u> | <u>Oignons jaunes</u> 0,973 ± 0,006 (Salazar <i>et al.</i> , 2017) |
| | 5,3 - 5,8 (FDA, 2013) | |
| | <u>Oignons blancs</u> | |
| | 5,4 - 5,8 (FDA, 2013) | |
| | <u>Oignons jaunes</u> | |

| | | |
|--|--|--|
| | 5,4 - 5,6 (FDA, 2013) | |
| | 5,0 – 5,8 (EFSA, 2014) | |
| | 5,40 ± 0,13 (Salazar <i>et al.</i> , 2017) | |

Il est important que l'opérateur ait une bonne connaissance de ses produits afin de pouvoir réaliser une évaluation correcte. Les paramètres doivent être mesurés sur des denrées alimentaires représentatives de la situation réelle du commerce et qui présentent un scénario de type « *worst-case* » (en termes d'hétérogénéité du type de denrée alimentaire et du type de processus de production, de saison, etc.), et ce à des moments pertinents. Dans ce cadre, les mesures doivent être effectuées sur différents lots du produit de manière à bien cerner la variabilité des paramètres physico-chimiques. Sur base de la variabilité observée, une liste des caractéristiques *worst-case* peut être dressée afin d'être prise en compte par la suite.

Les mesures effectuées par l'opérateur sur les tomates et les oignons (tableau 2) comportent des données de plusieurs lots mais sont plutôt limitées : un lot de novembre 2022 (n = 3), un lot de février 2023 (n = 1) et un lot de mars 2023 (n = 1). Il est confirmé que les valeurs a_w sont élevées et proches de 1, ce qui ne constitue donc pas un facteur limitant pour la croissance des micro-organismes.

Tableau 2 : paramètres intrinsèques analysés dans les produits utilisés par l'opérateur concerné

| | pH | a_w |
|------------------------|-----------|-------------|
| Tomates (chair) | 4,4 – 4,6 | 0,99 – 1,00 |
| Tomates (jus) | 4,4 – 4,6 | 0,97 – 0,99 |
| Oignons | 5,5 – 5,8 | 0,98 – 1,00 |

4.3 Identification des dangers microbiologiques

Tant les oignons que les tomates sont des produits prêts à la consommation ou très peu transformés avant consommation ; hormis une étape de rinçage, ces produits ne subissent aucune intervention susceptible de réduire/d'éliminer les agents pathogènes éventuellement présents. Les oignons sont en contact direct et prolongé avec la terre, mais leurs couches extérieures sont généralement ôtées avant consommation.

Dans l'avis 11-2017 du SciCom, les dangers identifiés comme pertinents dans les denrées alimentaires végétales crues et minimalement transformées étaient *Salmonella* spp., *Escherichia coli* producteur de shigatoxines (STEC) et *L. monocytogenes* (SciCom, 2017).

Des foyers de contamination par *Salmonella* spp. associés à des tomates et oignons ont déjà été observés dans le passé (EFSA, 2014). Nous ne disposons pas de données sur les conditions de conservation des denrées alimentaires concernées dans ces foyers. La littérature scientifique montre également qu'une croissance de *Salmonella* est possible dans des tomates découpées (Weissinger *et al.*, 2000 ; Zhuang *et al.*, 1995) et dans des oignons découpés (Lieberman *et al.*, 2015).

Le Comité scientifique est d'avis que les agents pathogènes *Salmonella* spp., *L. monocytogenes*, STEC et *B. cereus* constituent les dangers les plus pertinents dans ce contexte. Ces micro-organismes

peuvent être présents sur les denrées alimentaires et ont le potentiel de se multiplier rapidement et d'atteindre des nombres élevés lors d'une conservation à température ambiante.

4.4 Croissance potentielle de micro-organismes pathogènes

4.4.1 Connaissances tirées de la littérature scientifique

Il ne peut jamais être tout à fait garanti que les tomates et oignons soient totalement exempts de micro-organismes, et notamment d'agents pathogènes. Une contamination peut se produire lors de la production primaire, essentiellement à la suite de contaminations du sol ou des eaux d'irrigation. Une contamination lors de la transformation ultérieure par exemple par de l'eau de processus contaminée, par une contamination de l'environnement du processus ou par les opérateurs) est également possible. Si les conditions de conservation le permettent, des micro-organismes présents sont susceptibles de se développer.

La croissance de *Salmonella* spp. sur et dans les tomates mûres est possible, mais est dépendante du sérovar (Shi et al., 2007). Des articles scientifiques sont disponibles au sujet de la croissance de *Salmonella* dans des tomates découpées (Weissingner *et al.*, 2000 ; Zhuang *et al.*, 1995). Cependant, ces articles se focalisent en premier lieu sur l'effet d'un traitement au chlorure sur la charge microbienne, si bien que les informations sur la croissance potentielle au cours des premières heures de conservation des tomates non traitées sont plutôt limitées. Dans des tomates (découpées en dés) avec un pH de 4,4, on observe une croissance passant en 24 heures de 0,79 log ufc/g à 5,32 log ufc/g et 7,00 log ufc/g à respectivement 21 °C et 30 °C (Weissingner *et al.*, 2000). La croissance de *Salmonella* spp. est possible sur des tomates découpées et s'accélère en cas de températures plus élevées. Sur base de la figure 3 publiée dans l'article de Zhuang *et al.* (1995), une croissance de 1 log ufc/g semble possible en 6 heures, mais aucune information détaillée n'est disponible. Pan *et al.*, 2010 ont développé un modèle mathématique pour décrire la croissance de *Salmonella* spp. sur des tomates coupées à différentes températures (10 - 35 °C). La racine carrée du taux de croissance de *Salmonella* spp. a montré une augmentation linéaire avec l'augmentation de la température.

L'article de Lieberman *et al.* (2015) mentionne que les oignons découpés favorisent la croissance d'agents pathogènes (*Salmonella* spp. et STEC) et qu'ils doivent dès lors être conservés au réfrigérateur. Il est question d'une période de latence de 6 – 9 heures dans le cas d'oignons découpés fraîchement inoculés. Cependant, la durée de la phase de latence dépend notamment de la température et sera donc plus courte à 29 °C qu'à 23 °C. Les tissus de l'oignon peuvent libérer des composants à activité antimicrobienne lorsque l'oignon est coupé ou écrasé (Sagar *et al.*, 2022). Les analyses réalisées par l'opérateur démontrent néanmoins qu'une croissance de micro-organismes, levures et moisissures est possible dans les oignons. La présence éventuelle de composants bioactifs est donc insuffisante pour empêcher une croissance microbienne.

Le Comité scientifique ne dispose pas de chiffres concernant la croissance d'agents pathogènes en 4h ou 6h à une température ambiante élevée (29 °C). Des simulations seront par conséquent utilisées afin de pouvoir estimer la croissance potentielle.

4.4.2 Microbiologie prédictive

Sur base de **simulations avec l'interface Combase***, une estimation de la croissance potentielle d'agents pathogènes peut être réalisée. Combase est une interface web facile d'utilisation et librement accessible qui permet de simuler la croissance de micro-organismes dans des conditions spécifiques. Des modèles de croissance sont utilisés à cet effet (*Broth models*). Les simulations ont été réalisées en se basant sur des hypothèses prudentes, tenant compte d'un scénario de type « *worst-case* » :

- pH = 4,6 (tomates, mesures effectuées par l'opérateur sur les produits utilisés), pH = 4,9 (tomates, *worst case scenario* dans la littérature) et pH = 5,8 (oignons, mesures effectuées par l'opérateur sur les produits utilisés)
- $a_w = 0,999$
- *physiological state* = 1

Le scénario choisi est le scénario de type « *worst-case* », à savoir qu'il est supposé qu'une phase de latence n'est plus nécessaire avant le début de la croissance.

- Température = 29 °C

Les produits utilisés au départ étant des produits réfrigérés (4 °C), ils vont d'abord se réchauffer naturellement. Nous ne disposons cependant pas de données nous permettant d'estimer la vitesse à laquelle les produits se réchauffent jusqu'à atteindre la température ambiante. Dans les faits, la température du produit ne sera pas tout de suite identique à la température ambiante.

Dans des conditions de conservation réfrigérée, la probabilité d'une croissance d'agents pathogènes est très faible, et s'il y a croissance, elle sera limitée en raison du faible taux de croissance à basse température. Si l'on déroge à la conservation réfrigérée, il faut alors réduire la durée de conservation afin de limiter cette croissance. Le Comité scientifique propose de considérer comme acceptable une croissance prédite de maximum 0,5 log ufc/g pour *Salmonella* spp., *E. coli* et *L. monocytogenes*. Cette valeur est également acceptée dans les challenge tests pour *L. monocytogenes* comme n'étant pas statistiquement significative, et peut se situer dans l'intervalle d'erreur de mesure (EURL, 2021). Pour *B. cereus*, les toxi-infections alimentaires sont la plupart du temps associées à des concentrations > 10⁵ ufc/g, et une croissance supérieure à 0,5 log ufc/g peut être tolérée. Ce, à condition que la concentration initiale ne soit pas trop élevée. Des simulations Combase (*Salmonella* spp., *E. coli*, *L. monocytogenes*, *B. cereus*) sont réalisées à différentes températures (Annexes 1 – 4). Une évaluation est ensuite réalisée pour voir quelles combinaisons de durée/température sont acceptables en termes de sécurité microbiologique. Sur base des simulations réalisées à l'aide de l'outil Combase pour *Salmonella* spp., *E. coli* et *L. monocytogenes*, il s'avère que la dérogation demandée (4 ou 6 heures) à la température de conservation n'est pas acceptable car le seuil de 0,5 log ufc/g est déjà dépassé après un laps de temps plus court dans les oignons et les tomates (annexe 1-3). Sur base des simulations, la croissance de *B. cereus* n'est pas le facteur limitant (annexe 4).

Sur base de ces simulations, des combinaisons de durée/température sont proposées pour les oignons et les tomates, en tant que dérogation possible à la température légale de conservation (Tableau 3).

* <https://www.combase.cc/index.php/en/>

Tableau 3 : Combinaisons de durée/température possibles pour le stockage des oignons ou des tomates.

Pour ces conditions de stockage, sur la base des simulations réalisées à l'aide de l'outil Combase, la croissance de *Salmonella* spp, *E. coli* et *L. monocytogenes* a été limitée à un maximum de 0,5 log cfu/g.

| | 29 °C | 27 °C | 25 °C | 23 °C | 21 °C |
|------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Oignons (pH max. 5,8) | 30 min | 45 min | 1h | 1h15 | 1h30 |
| Tomates (pH max. 4,9) | 1h | 1h15 | 1h30 | 2h | 2h45 |
| Tomates (pH max. 4,6) | 1h45 | 2h | 2h30 | 3h15 | 4h |

4.5 Validation dans les denrées alimentairesAnalyses microbiologiques effectuées par l'opérateur sur les produits concernés

L'opérateur indique que chaque trimestre, un échantillon est prélevé sur un hamburger choisi de manière aléatoire. Dans les quelque 200 hamburgers avec crudités qui ont été analysés jusqu'à présent, aucune présence d'agents pathogènes (*Salmonella* spp., *L. monocytogenes*) n'a été constatée. Il s'agit d'analyses du produit final (= hamburger) et non d'analyses effectuées uniquement sur les légumes.

L'opérateur se réfère également à une attestation du fournisseur. Les analyses effectuées se limitent à un échantillon par produit (analyses microbiologiques au départ, et après 4 heures à 30 °C).

L'opérateur a également effectué un certain nombre d'analyses microbiologiques sur les produits concernés en tenant compte des conditions de conservation proposées les plus défavorables (*worst-case*). Pour les tomates, les analyses ont été effectuées après 8 heures de conservation réfrigérée et après une conservation supplémentaire de 4 heures à 30 °C. Pour les oignons, les analyses ont été effectuées après 18 heures de conservation réfrigérée et après une conservation supplémentaire de 6 heures à 30 °C. Quatre échantillons ont été analysés par produit. Certaines analyses n'indiquent pas de valeur exacte (< 10, < 1000, < 4000) et il est donc difficile de se faire une idée du nombre exact de micro-organismes présents dans l'échantillon. La présence de *Salmonella* spp. Et de *L. monocytogenes* n'a pas été démontrée.

Observations du Comité scientifique à propos de ces analyses microbiologiques

- Le Comité scientifique note que seul un nombre limité d'analyses a été effectué après une conservation à 30°C.
- Le Comité scientifique note qu'il existe une grande différence entre les résultats analytiques des différents échantillons, ce qui signifie qu'une grande variation est possible au niveau microbiologique. Par exemple, après la conservation réfrigérée des oignons, un échantillon obtient un résultat < 4.000 ufc/g et un autre obtient 140.000 ufc/g pour le paramètre 'nombre de germes aérobies'. Les analyses disponibles sont trop peu nombreuses pour que l'on puisse en tirer des conclusions robustes.
- Sur base des informations fournies au sujet des analyses microbiologiques, aucune garantie ne peut être donnée quant à la sûreté des produits après une conservation de 4 ou 6 heures à maximum 29 °C.

4.6 Réponses aux questions posées

Est-il acceptable, du point de vue de la sécurité alimentaire, de déroger à la température légale de conservation des tomates et oignons découpés, c'est-à-dire de conserver ces produits à température ambiante (16 – 29 °C) plutôt qu'à 7 °C maximum, pendant respectivement 4 et 6 heures maximum ?

Une contamination par des agents pathogènes (*Salmonella* spp., STEC, *L. monocytogenes*, *B. cereus*) est possible dans les tomates et oignons découpés. Si les conditions de conservation le permettent, ces agents pathogènes peuvent potentiellement se développer. Le Comité scientifique propose de considérer comme acceptable une croissance prédite de maximum 0,5 log ufc/g pour *Salmonella* spp., *E. coli* et *L. monocytogenes*. Sur base des simulations réalisées à l'aide de l'outil Combase pour *Salmonella* spp., *E. coli* et *L. monocytogenes*, il s'avère que la dérogation demandée (4 ou 6 heures à 29°C maximum) n'est pas acceptable.

Sur base de ces simulations, les combinaisons de durée/température suivantes sont proposées pour les oignons et les tomates. Si une combinaison de durée/température est sélectionnée pour être appliquée dans la pratique, il est important de bien contrôler la durée et la température maximales.

| | 29°C | 27 °C | 25 °C | 23 °C | 21 °C |
|------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Oignons (pH max. 5,8) | 30 min | 45 min | 1h | 1h15 | 1h30 |
| Tomates (pH max. 4,9) | 1h | 1h15 | 1h30 | 2h | 2h45 |
| Tomates (pH max. 4,6) | 1h45 | 2h | 2h30 | 3h15 | 4h |

Si des écarts plus importants sont souhaités au niveau de la durée/de la température, une option consiste à réaliser un *challenge test* pour *Salmonella* spp. et *E. coli* (STEC). Des challenges tests pour *L. monocytogenes* sont également possibles en cas d'écarts majeurs par rapport aux combinaisons de temps/température proposées. Toutefois, sur la base des simulations, il apparaît que *Salmonella* spp. et STEC se développeront dans un premier temps, ce qui peut constituer un risque potentiel pour la sécurité alimentaire. Ces *challenge tests* (*Salmonella* spp. et STEC) doivent démontrer que la croissance n'est pas significative dans les conditions de conservation proposées (< 0,5 log ufc/g). Ceci à condition qu'un nombre suffisant de répétitions soient effectués tout en mesurant à chaque fois le pH. Il convient également d'inoculer une quantité dénombrable lors de la réalisation de ces challenge tests. Pour élaborer un protocole de challenge test avec *Salmonella* spp. ou *E. coli* (STEC), le protocole de challenge test pour *L. monocytogenes* peut être utilisé comme base (EURL Lm, 2021).

Si un protocole de challenge test avec *Salmonella* spp. Et/ou *E. coli* (STEC) est développé, il est recommandé de demander l'avis du comité scientifique avant de le mettre en œuvre.

Si oui, une brève fluctuation de température de 3°C vers le haut, incertitude de mesure incluse, peut-elle encore être acceptée ?

Cette fluctuation de température de 3 °C vers le haut est une fluctuation de courte durée, comme prévue dans l'AR du 13 juillet 2014 par rapport à la température maximale de conservation (7°C dans le cas des produits concernés par ce dossier). Cette fluctuation de température est admise lorsque cela est nécessaire pendant la préparation, le transport, l'entreposage, la mise à l'étalage et la livraison des

denrées alimentaires pour autant que cela n'entraîne pas de risques pour la santé et que cette température ne soit pas dépassée de plus de 3 °C, incertitude de mesure comprise.

Le Comité scientifique est d'avis qu'aucune tolérance ne peut être prévue pour s'écarter davantage de la température de 21 - 29 °C. La situation est ici différente de celle des 7 °C prévus dans l'AR. Lorsque les températures sont élevées, une hausse supplémentaire de la température induit un risque plus important de croissance des agents pathogènes.

5. Incertitudes

Les incertitudes qui peuvent exister au sein de cet avis sont celles inhérentes aux opinions d'experts.

Conservation par le consommateur : il est supposé que la durée pendant laquelle le produit sera conservé chez le consommateur sera plutôt limitée. Le consommateur mangera normalement son hamburger chaud, car réchauffer un hamburger entraîne une perte de qualité/goût. Mais il n'est pas exclu que le consommateur, en particulier s'il achète à emporter, conserve tout de même le produit plus longtemps dans des conditions défavorables et/ou réchauffe éventuellement le produit.

Phase de réchauffement des crudités découpées : les produits utilisés au départ étant des produits réfrigérés (4 °C), ils vont d'abord se réchauffer naturellement. Nous ne disposons cependant pas de données nous permettant d'estimer la vitesse à laquelle les produits se réchauffent jusqu'à atteindre la température ambiante. Dans les faits, la température du produit ne sera pas tout de suite identique à la température ambiante. La température ambiante aura un impact sur la vitesse à laquelle l'aliment se réchauffe.

Simulations à l'aide de l'outil Combase : ces simulations sont utilisées pour estimer la croissance potentielle des agents pathogènes. Des modèles de croissance sont utilisés (*Broth models*), basés sur une série d'hypothèses prudentes et tenant compte d'une situation *worst-case* (pas de phase de latence, température maximale, pH maximal, a_w maximale). Ils n'en demeurent pas moins des modèles, et ne sont donc pas des représentations exactes de la réalité. Les simulations basées sur d'autres outils de modélisation ne donneront pas des résultats identiques.

6. Recommandations

Il est important que l'opérateur ait une bonne connaissance des produits qu'il utilise et/ou produit pour pouvoir réaliser une évaluation correcte de la sécurité alimentaire microbiologique dans ce type de dossiers. Si, dans le futur, les combinaisons de durée/température proposées pour les tomates et oignons découpés venaient à être utilisées par d'autres opérateurs, il est essentiel que le pH des denrées alimentaires soit alors déterminé. En outre, le pH doit être mesuré à des moments pertinents en se basant sur un scénario de type « *worst-case* » du point de vue du type d'aliment, de sa maturité, de sa variété, de la saison, du mode de transformation de l'aliment, des modifications de conditions de stockage, etc. Cela nécessite d'effectuer plusieurs mesures sur différents lots du produit.

7. Conclusions

Il ne peut être démontré de manière suffisante que le fait de conserver des tomates et des oignons découpés à température ambiante (16 – 29 °C au lieu de maximum 7°C) pendant 4 ou 6 heures, ne présente pas de risque accru pour la sécurité alimentaire. Sur base des simulations effectuées quant à la croissance potentielle de *Salmonella* spp., d'*E. coli* et de *L. monocytogenes* il s'avère que la dérogation demandée à la température de conservation n'est pas acceptable. Une série de combinaisons de durée/température acceptables sont proposées en alternative. Si un écart plus important est souhaité, il pourra alors être envisagé de réaliser des *challenge tests* pour *Salmonella* spp. et *E. coli* (STEC). Une brève fluctuation de température de 3 °C vers le haut n'est pas acceptable à des températures ambiantes de l'ordre de 21 – 29 °C.

Pour le Comité scientifique,
La Présidente,

Dr. Lieve Herman (Sé.)
Le 25/09/2023

Références

- Asplund, K., & Nurmi, E. (1991). The growth of salmonellae in tomatoes. *International journal of food microbiology*, 13(2), 177-181.
- Devlieghere, F. (Ed.) (2021). *Levensmiddelenmicrobiologie en –conservering*. Brugge, België: die Keure.
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). (2014). Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 2 (Salmonella, Yersinia, Shigella and Norovirus in bulb and stem vegetables, and carrots). *EFSA Journal*, 12(12), 3937.
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). (2013). Scientific Opinion on the risk posed by pathogens in food of non-animal origin. Part 1 (outbreak data analysis and risk ranking of food/pathogen combinations). *EFSA Journal*, 11(1), 3025.
- EURL (2021). EURL Lm technical guidance document on challenge tests and durability studies for assessing shelf-life of ready-to-eat foods related to *Listeria monocytogenes*, Version 4 of 1 July 2021 (https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-07/biosafety_fh_mc_tech-guide-doc_listeria-in-rte-foods_en_0.pdf)
- FDA, (2013). Bad Bug Book. Handbook of Foodborne Pathogenic Microorganisms and Natural Toxins. Disponible via le lien: [https://www.fda.gov/files/food/published/Bad-Bug-Book-2nd-Edition-\(PDF\).pdf](https://www.fda.gov/files/food/published/Bad-Bug-Book-2nd-Edition-(PDF).pdf)
- FDA. (2017). Food code 2017 Recommendations of the United States Public Health Service Food and Drug Administration. Disponible via le lien: <https://www.fda.gov/media/110822/download>
- FDA. (2022). Food code 2022 Recommendations of the United States Public Health Service Food and Drug Administration. Disponible via le lien: <https://www.fda.gov/media/164194/download>
- Lieberman, V. M., Zhao, I. Y., Schaffner, D. W., Danyluk, M. D., & Harris, L. J. (2015). Survival or growth of inoculated *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* on yellow onions (*Allium cepa*) under conditions simulating food service and consumer handling and storage. *Journal of food protection*, 78(1), 42-50.
- Pan, W., & Schaffner, D. W. (2010). Modeling the growth of *Salmonella* in cut red round tomatoes as a function of temperature. *Journal of food protection*, 73(8), 1502-1505.
- Sagar, N. A., Pareek, S., Benkeblia, N., & Xiao, J. (2022). Onion (*Allium cepa* L.) bioactives: Chemistry, pharmacotherapeutic functions, and industrial applications. *Food Frontiers*, 3(3), 380-412.
- Salazar, J. K., Sahu, S. N., Hildebrandt, I. M., Zhang, L., Qi, Y., Liggins, G., ... & Tortorello, M. L. (2017). Growth kinetics of *Listeria monocytogenes* in cut produce. *Journal of Food Protection*, 80(8), 1328-1336.
- SciCom (2015). Avis 10-2015 du Comité scientifique institué auprès l'AFSCA du 22 mai 2015 sur l'évaluation des risques microbiologiques d'une conservation non réfrigérée des sandwichs garnis. Disponible via le lien: https://www.favv-afscab.be/comitescientifique/avis/2015/_documents/AVIS10-2015_DOSSIER2015-02.pdf
- SciCom (2016). Avis 08-2016 du Comité scientifique institué auprès l'AFSCA du 20 mai 2016 sur les recommandations pour la réalisation d'études afin de démontrer la sécurité microbiologique des denrées alimentaires lors de conditions particulières de conservation. Disponible via le lien:

https://www.favv-afscab.be/comitescientifique/avis/2016/ documents/Avis08-2016_Recommandationsetudes.pdf

SciCom (2017). Avis 11-2017 du Comité scientifique institué auprès l'AFSCA du 29 mai 2017 sur la priorisation des risques microbiologiques et directives pour garantir la sécurité alimentaire microbiologique des denrées alimentaires végétales crues et minimalement transformées en Belgique. Disponible via le lien: https://www.favv-afscab.be/comitescientifique/avis/2017/ documents/Avis11-2017_SciCom2013-12_Legumesfruitmicrobiologie.pdf

Shi, X., Namvar, A., Kostrzynska, M., Hora, R., & Warriner, K. (2007). Persistence and growth of different Salmonella serovars on pre-and postharvest tomatoes. *Journal of Food Protection*, 70(12), 2725-2731.

Wei, C. I., Huang, T. S., Kim, J. M., Lin, W. F., TAMPLIN, M. L., & Bartz, J. A. (1995). Growth and survival of Salmonella montevideo on tomatoes and disinfection with chlorinated water. *Journal of Food Protection*, 58(8), 829-836.

Weissinger, W. R., Chantarapanont, W., & Beuchat, L. R. (2000). Survival and growth of Salmonella bairdii in shredded lettuce and diced tomatoes, and effectiveness of chlorinated water as a sanitizer. *International journal of food microbiology*, 62(1-2), 123-131.

Zhuang, R. Y., Beuchat, L. R., & Angulo, F. J. (1995). Fate of Salmonella montevideo on and in raw tomatoes as affected by temperature and treatment with chlorine. *Applied and environmental microbiology*, 61(6), 2127-2131.

Présentation du Comité scientifique institué auprès de 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^b, 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^c, S. Vlaeminck

Conflit d'intérêts

Aucun conflit d'intérêts n'a été constaté.

^b membre jusqu'en décembre 2021

^c 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 A. Rajkovic et M.-L. Scippo pour le 'deep reading' de l'avis.

Composition du groupe de travail

Le groupe de travail était composé de :

Membres du Comité scientifique : A. Geeraerd Ameryckx (rapporteur), L. De Zutter,
L. Herman, N. Korsak, K. Van Hoorde
Gestionnaire du dossier : K. Feys

Les activités du groupe de travail ont été suivies par les membres de l'administration suivants (comme observateurs) : V. Cantaert (AFSCA).

Audience

Une réaction écrite de l'opérateur a été reçue le 27 février 2023, en réponse à une série de questions posées par le Comité scientifique dans une lettre envoyée le 14 novembre 2022.

L'opérateur a été invité à une audience afin de présenter sa vision sur la sécurité alimentaire en cas de température divergente lors de la conservation des tomates et oignons découpés, ainsi que les données étayant cette vision. Cette audience s'est tenue le 24 février 2023. À la suite de l'audience, une réaction écrite a été reçue les 17 et 19 avril 2023.

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.

Annexe

À l'aide de l'outil Combase, des simulations de croissance ont été réalisées pour *Salmonella* spp., *E. coli*, *L. monocytogenes* et *B. cereus* (Broth models > growth > xx). Il a été décidé d'examiner une fourchette de températures : 21 °C / 23 °C / 25 °C / 27 °C / 29 °C. Des hypothèses prudentes ont été utilisées pour ces simulations :

- $a_w = 0,999$
- pH en fonction de la denrée alimentaire
 - oignons = 5,8
 - tomates = 4,6 (sur base des mesures effectuées par l'opérateur) ou 4,9 (*worst-case scenario* sur base de la littérature)
- *physiological state* = 1 (pas de phase de latence avant le début de la croissance)

Les annexes 1 à 4 indiquent les résultats obtenus pour chacun des micro-organismes.

Annexe 1 : Simulations pour *Salmonella spp.*

| Denrée alimentaire : oignons | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>Salmonella spp.</i> | | | | | | | | | |
| pH : 5,8 | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.13 | 0.2 | 0.11 | 0.2 | 0.09 | 0.2 | 0.07 | 0.2 | 0.05 |
| 0.4 | 0.25 | 0.4 | 0.21 | 0.4 | 0.17 | 0.4 | 0.14 | 0.4 | 0.1 |
| 0.6 | 0.38 | 0.6 | 0.32 | 0.6 | 0.26 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.16 |
| 0.8 | 0.5 | 0.8 | 0.42 | 0.8 | 0.35 | 0.8 | 0.27 | 0.8 | 0.21 |
| 1 | 0.63 | 1 | 0.53 | 1 | 0.43 | 1 | 0.34 | 1 | 0.26 |
| 1.2 | 0.75 | 1.2 | 0.64 | 1.2 | 0.52 | 1.2 | 0.41 | 1.2 | 0.31 |
| 1.4 | 0.88 | 1.4 | 0.74 | 1.4 | 0.61 | 1.4 | 0.48 | 1.4 | 0.36 |
| 1.6 | 1 | 1.6 | 0.85 | 1.6 | 0.69 | 1.6 | 0.55 | 1.6 | 0.41 |
| 1.8 | 1.13 | 1.8 | 0.95 | 1.8 | 0.78 | 1.8 | 0.61 | 1.8 | 0.47 |
| 2 | 1.25 | 2 | 1.06 | 2 | 0.87 | 2 | 0.68 | 2 | 0.52 |
| 2.2 | 1.38 | 2.2 | 1.17 | 2.2 | 0.95 | 2.2 | 0.75 | 2.2 | 0.57 |
| 2.4 | 1.5 | 2.4 | 1.27 | 2.4 | 1.04 | 2.4 | 0.82 | 2.4 | 0.62 |
| 2.6 | 1.63 | 2.6 | 1.38 | 2.6 | 1.13 | 2.6 | 0.89 | 2.6 | 0.67 |
| 2.8 | 1.75 | 2.8 | 1.49 | 2.8 | 1.21 | 2.8 | 0.96 | 2.8 | 0.73 |
| 3 | 1.88 | 3 | 1.59 | 3 | 1.3 | 3 | 1.02 | 3 | 0.78 |
| 3.2 | 2 | 3.2 | 1.7 | 3.2 | 1.39 | 3.2 | 1.09 | 3.2 | 0.83 |
| 3.4 | 2.13 | 3.4 | 1.8 | 3.4 | 1.47 | 3.4 | 1.16 | 3.4 | 0.88 |
| 3.6 | 2.25 | 3.6 | 1.91 | 3.6 | 1.56 | 3.6 | 1.23 | 3.6 | 0.93 |
| 3.8 | 2.38 | 3.8 | 2.02 | 3.8 | 1.65 | 3.8 | 1.3 | 3.8 | 0.98 |
| 4 | 2.5 | 4 | 2.12 | 4 | 1.73 | 4 | 1.37 | 4 | 1.04 |
| 4.2 | 2.63 | 4.2 | 2.23 | 4.2 | 1.82 | 4.2 | 1.43 | 4.2 | 1.09 |
| 4.4 | 2.75 | 4.4 | 2.33 | 4.4 | 1.91 | 4.4 | 1.5 | 4.4 | 1.14 |
| 4.6 | 2.88 | 4.6 | 2.44 | 4.6 | 1.99 | 4.6 | 1.57 | 4.6 | 1.19 |
| 4.8 | 3 | 4.8 | 2.55 | 4.8 | 2.08 | 4.8 | 1.64 | 4.8 | 1.24 |
| 5 | 3.13 | 5 | 2.65 | 5 | 2.17 | 5 | 1.71 | 5 | 1.3 |
| 5.2 | 3.25 | 5.2 | 2.76 | 5.2 | 2.25 | 5.2 | 1.77 | 5.2 | 1.35 |
| 5.4 | 3.38 | 5.4 | 2.86 | 5.4 | 2.34 | 5.4 | 1.84 | 5.4 | 1.4 |
| 5.6 | 3.5 | 5.6 | 2.97 | 5.6 | 2.43 | 5.6 | 1.91 | 5.6 | 1.45 |
| 5.8 | 3.63 | 5.8 | 3.08 | 5.8 | 2.51 | 5.8 | 1.98 | 5.8 | 1.5 |
| 6 | 3.75 | 6 | 3.18 | 6 | 2.6 | 6 | 2.05 | 6 | 1.55 |

| Denrée alimentaire : tomates | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>Salmonella spp.</i> | | | | | | | | | |
| pH : 4,9 (worst case scenario de la littérature) | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.09 | 0.2 | 0.08 | 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.05 | 0.2 | 0.04 |
| 0.4 | 0.19 | 0.4 | 0.16 | 0.4 | 0.13 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.08 |
| 0.6 | 0.28 | 0.6 | 0.24 | 0.6 | 0.19 | 0.6 | 0.15 | 0.6 | 0.11 |
| 0.8 | 0.38 | 0.8 | 0.32 | 0.8 | 0.26 | 0.8 | 0.2 | 0.8 | 0.15 |
| 1 | 0.47 | 1 | 0.4 | 1 | 0.32 | 1 | 0.25 | 1 | 0.19 |
| 1.2 | 0.57 | 1.2 | 0.48 | 1.2 | 0.39 | 1.2 | 0.3 | 1.2 | 0.23 |
| 1.4 | 0.66 | 1.4 | 0.56 | 1.4 | 0.45 | 1.4 | 0.35 | 1.4 | 0.27 |
| 1.6 | 0.76 | 1.6 | 0.64 | 1.6 | 0.51 | 1.6 | 0.4 | 1.6 | 0.3 |
| 1.8 | 0.85 | 1.8 | 0.71 | 1.8 | 0.58 | 1.8 | 0.45 | 1.8 | 0.34 |
| 2 | 0.94 | 2 | 0.79 | 2 | 0.64 | 2 | 0.5 | 2 | 0.38 |
| 2.2 | 1.04 | 2.2 | 0.87 | 2.2 | 0.71 | 2.2 | 0.55 | 2.2 | 0.42 |
| 2.4 | 1.13 | 2.4 | 0.95 | 2.4 | 0.77 | 2.4 | 0.6 | 2.4 | 0.45 |
| 2.6 | 1.23 | 2.6 | 1.03 | 2.6 | 0.84 | 2.6 | 0.65 | 2.6 | 0.49 |
| 2.8 | 1.32 | 2.8 | 1.11 | 2.8 | 0.9 | 2.8 | 0.7 | 2.8 | 0.53 |
| 3 | 1.42 | 3 | 1.19 | 3 | 0.97 | 3 | 0.75 | 3 | 0.57 |
| 3.2 | 1.51 | 3.2 | 1.27 | 3.2 | 1.03 | 3.2 | 0.8 | 3.2 | 0.61 |
| 3.4 | 1.61 | 3.4 | 1.35 | 3.4 | 1.09 | 3.4 | 0.85 | 3.4 | 0.64 |
| 3.6 | 1.7 | 3.6 | 1.43 | 3.6 | 1.16 | 3.6 | 0.9 | 3.6 | 0.68 |
| 3.8 | 1.79 | 3.8 | 1.51 | 3.8 | 1.22 | 3.8 | 0.96 | 3.8 | 0.72 |
| 4 | 1.89 | 4 | 1.59 | 4 | 1.29 | 4 | 1.01 | 4 | 0.76 |

| Denrée alimentaire : tomates | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>Salmonella spp.</i> | | | | | | | | | |
| pH : 4,6 (<i>worst case scenario</i> basé sur les mesures effectuées par l'opérateur) | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.08 | 0.2 | 0.07 | 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.04 | 0.2 | 0.03 |
| 0.4 | 0.16 | 0.4 | 0.14 | 0.4 | 0.11 | 0.4 | 0.09 | 0.4 | 0.07 |
| 0.6 | 0.25 | 0.6 | 0.21 | 0.6 | 0.17 | 0.6 | 0.13 | 0.6 | 0.1 |
| 0.8 | 0.33 | 0.8 | 0.28 | 0.8 | 0.22 | 0.8 | 0.17 | 0.8 | 0.13 |
| 1 | 0.41 | 1 | 0.34 | 1 | 0.28 | 1 | 0.22 | 1 | 0.16 |
| 1.2 | 0.49 | 1.2 | 0.41 | 1.2 | 0.33 | 1.2 | 0.26 | 1.2 | 0.2 |
| 1.4 | 0.58 | 1.4 | 0.48 | 1.4 | 0.39 | 1.4 | 0.3 | 1.4 | 0.23 |
| 1.6 | 0.66 | 1.6 | 0.55 | 1.6 | 0.45 | 1.6 | 0.35 | 1.6 | 0.26 |
| 1.8 | 0.74 | 1.8 | 0.62 | 1.8 | 0.5 | 1.8 | 0.39 | 1.8 | 0.29 |
| 2 | 0.82 | 2 | 0.69 | 2 | 0.56 | 2 | 0.43 | 2 | 0.33 |
| 2.2 | 0.9 | 2.2 | 0.76 | 2.2 | 0.61 | 2.2 | 0.48 | 2.2 | 0.36 |
| 2.4 | 0.99 | 2.4 | 0.83 | 2.4 | 0.67 | 2.4 | 0.52 | 2.4 | 0.39 |
| 2.6 | 1.07 | 2.6 | 0.9 | 2.6 | 0.72 | 2.6 | 0.56 | 2.6 | 0.42 |
| 2.8 | 1.15 | 2.8 | 0.96 | 2.8 | 0.78 | 2.8 | 0.61 | 2.8 | 0.46 |
| 3 | 1.23 | 3 | 1.03 | 3 | 0.84 | 3 | 0.65 | 3 | 0.49 |
| 3.2 | 1.31 | 3.2 | 1.1 | 3.2 | 0.89 | 3.2 | 0.69 | 3.2 | 0.52 |
| 3.4 | 1.4 | 3.4 | 1.17 | 3.4 | 0.95 | 3.4 | 0.74 | 3.4 | 0.55 |
| 3.6 | 1.48 | 3.6 | 1.24 | 3.6 | 1 | 3.6 | 0.78 | 3.6 | 0.59 |
| 3.8 | 1.56 | 3.8 | 1.31 | 3.8 | 1.06 | 3.8 | 0.82 | 3.8 | 0.62 |
| 4 | 1.64 | 4 | 1.38 | 4 | 1.11 | 4 | 0.87 | 4 | 0.65 |

Annexe 2 : Simulations pour *E. coli*

| Denrée alimentaire : oignons | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>E. coli</i> | | | | | | | | | |
| pH : 5,8 | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.15 | 0.2 | 0.13 | 0.2 | 0.11 | 0.2 | 0.08 | 0.2 | 0.06 |
| 0.4 | 0.3 | 0.4 | 0.26 | 0.4 | 0.21 | 0.4 | 0.17 | 0.4 | 0.13 |
| 0.6 | 0.45 | 0.6 | 0.39 | 0.6 | 0.32 | 0.6 | 0.25 | 0.6 | 0.19 |
| 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.51 | 0.8 | 0.42 | 0.8 | 0.33 | 0.8 | 0.25 |
| 1 | 0.75 | 1 | 0.64 | 1 | 0.53 | 1 | 0.42 | 1 | 0.32 |
| 1.2 | 0.9 | 1.2 | 0.77 | 1.2 | 0.63 | 1.2 | 0.5 | 1.2 | 0.38 |
| 1.4 | 1.05 | 1.4 | 0.9 | 1.4 | 0.74 | 1.4 | 0.58 | 1.4 | 0.44 |
| 1.6 | 1.2 | 1.6 | 1.03 | 1.6 | 0.84 | 1.6 | 0.67 | 1.6 | 0.5 |
| 1.8 | 1.35 | 1.8 | 1.16 | 1.8 | 0.95 | 1.8 | 0.75 | 1.8 | 0.57 |
| 2 | 1.5 | 2 | 1.29 | 2 | 1.06 | 2 | 0.83 | 2 | 0.63 |
| 2.2 | 1.66 | 2.2 | 1.41 | 2.2 | 1.16 | 2.2 | 0.92 | 2.2 | 0.69 |
| 2.4 | 1.81 | 2.4 | 1.54 | 2.4 | 1.27 | 2.4 | 1 | 2.4 | 0.76 |
| 2.6 | 1.96 | 2.6 | 1.67 | 2.6 | 1.37 | 2.6 | 1.08 | 2.6 | 0.82 |
| 2.8 | 2.11 | 2.8 | 1.8 | 2.8 | 1.48 | 2.8 | 1.16 | 2.8 | 0.88 |
| 3 | 2.26 | 3 | 1.93 | 3 | 1.58 | 3 | 1.25 | 3 | 0.95 |
| 3.2 | 2.41 | 3.2 | 2.06 | 3.2 | 1.69 | 3.2 | 1.33 | 3.2 | 1.01 |
| 3.4 | 2.56 | 3.4 | 2.19 | 3.4 | 1.79 | 3.4 | 1.41 | 3.4 | 1.07 |
| 3.6 | 2.71 | 3.6 | 2.31 | 3.6 | 1.9 | 3.6 | 1.5 | 3.6 | 1.14 |
| 3.8 | 2.86 | 3.8 | 2.44 | 3.8 | 2 | 3.8 | 1.58 | 3.8 | 1.2 |
| 4 | 3.01 | 4 | 2.57 | 4 | 2.11 | 4 | 1.66 | 4 | 1.26 |
| 4.2 | 3.16 | 4.2 | 2.7 | 4.2 | 2.22 | 4.2 | 1.75 | 4.2 | 1.32 |
| 4.4 | 3.31 | 4.4 | 2.83 | 4.4 | 2.32 | 4.4 | 1.83 | 4.4 | 1.39 |
| 4.6 | 3.46 | 4.6 | 2.96 | 4.6 | 2.43 | 4.6 | 1.91 | 4.6 | 1.45 |
| 4.8 | 3.61 | 4.8 | 3.08 | 4.8 | 2.53 | 4.8 | 2 | 4.8 | 1.51 |
| 5 | 3.76 | 5 | 3.21 | 5 | 2.64 | 5 | 2.08 | 5 | 1.58 |
| 5.2 | 3.91 | 5.2 | 3.34 | 5.2 | 2.74 | 5.2 | 2.16 | 5.2 | 1.64 |
| 5.4 | 4.06 | 5.4 | 3.47 | 5.4 | 2.85 | 5.4 | 2.25 | 5.4 | 1.7 |
| 5.6 | 4.21 | 5.6 | 3.6 | 5.6 | 2.95 | 5.6 | 2.33 | 5.6 | 1.77 |
| 5.8 | 4.36 | 5.8 | 3.73 | 5.8 | 3.06 | 5.8 | 2.41 | 5.8 | 1.83 |
| 6 | 4.51 | 6 | 3.85 | 6 | 3.16 | 6 | 2.5 | 6 | 1.89 |

| Denrée alimentaire : tomates | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>E. coli</i> | | | | | | | | | |
| pH : 4,9 (<i>worst case scenario</i> de la littérature) | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.08 | 0.2 | 0.07 | 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.04 | 0.2 | 0.03 |
| 0.4 | 0.16 | 0.4 | 0.13 | 0.4 | 0.11 | 0.4 | 0.09 | 0.4 | 0.07 |
| 0.6 | 0.24 | 0.6 | 0.2 | 0.6 | 0.17 | 0.6 | 0.13 | 0.6 | 0.1 |
| 0.8 | 0.31 | 0.8 | 0.27 | 0.8 | 0.22 | 0.8 | 0.17 | 0.8 | 0.13 |
| 1 | 0.39 | 1 | 0.34 | 1 | 0.28 | 1 | 0.22 | 1 | 0.16 |
| 1.2 | 0.47 | 1.2 | 0.4 | 1.2 | 0.33 | 1.2 | 0.26 | 1.2 | 0.2 |
| 1.4 | 0.55 | 1.4 | 0.47 | 1.4 | 0.39 | 1.4 | 0.3 | 1.4 | 0.23 |
| 1.6 | 0.63 | 1.6 | 0.54 | 1.6 | 0.44 | 1.6 | 0.35 | 1.6 | 0.26 |
| 1.8 | 0.71 | 1.8 | 0.6 | 1.8 | 0.5 | 1.8 | 0.39 | 1.8 | 0.3 |
| 2 | 0.79 | 2 | 0.67 | 2 | 0.55 | 2 | 0.43 | 2 | 0.33 |
| 2.2 | 0.86 | 2.2 | 0.74 | 2.2 | 0.61 | 2.2 | 0.48 | 2.2 | 0.36 |
| 2.4 | 0.94 | 2.4 | 0.81 | 2.4 | 0.66 | 2.4 | 0.52 | 2.4 | 0.4 |
| 2.6 | 1.02 | 2.6 | 0.87 | 2.6 | 0.72 | 2.6 | 0.57 | 2.6 | 0.43 |
| 2.8 | 1.1 | 2.8 | 0.94 | 2.8 | 0.77 | 2.8 | 0.61 | 2.8 | 0.46 |
| 3 | 1.18 | 3 | 1.01 | 3 | 0.83 | 3 | 0.65 | 3 | 0.49 |
| 3.2 | 1.26 | 3.2 | 1.07 | 3.2 | 0.88 | 3.2 | 0.7 | 3.2 | 0.53 |
| 3.4 | 1.34 | 3.4 | 1.14 | 3.4 | 0.94 | 3.4 | 0.74 | 3.4 | 0.56 |
| 3.6 | 1.42 | 3.6 | 1.21 | 3.6 | 0.99 | 3.6 | 0.78 | 3.6 | 0.59 |
| 3.8 | 1.49 | 3.8 | 1.28 | 3.8 | 1.05 | 3.8 | 0.83 | 3.8 | 0.63 |
| 4 | 1.57 | 4 | 1.34 | 4 | 1.1 | 4 | 0.87 | 4 | 0.66 |

| Denrée alimentaire : tomates | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>E. coli</i> | | | | | | | | | |
| pH : 4,6 (<i>worst case scenario</i> basé sur les mesures effectuées par l'opérateur) | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.05 | 0.2 | 0.04 | 0.2 | 0.03 | 0.2 | 0.02 |
| 0.4 | 0.11 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.08 | 0.4 | 0.06 | 0.4 | 0.05 |
| 0.6 | 0.17 | 0.6 | 0.15 | 0.6 | 0.12 | 0.6 | 0.09 | 0.6 | 0.07 |
| 0.8 | 0.23 | 0.8 | 0.19 | 0.8 | 0.16 | 0.8 | 0.13 | 0.8 | 0.1 |
| 1 | 0.28 | 1 | 0.24 | 1 | 0.2 | 1 | 0.16 | 1 | 0.12 |
| 1.2 | 0.34 | 1.2 | 0.29 | 1.2 | 0.24 | 1.2 | 0.19 | 1.2 | 0.14 |
| 1.4 | 0.4 | 1.4 | 0.34 | 1.4 | 0.28 | 1.4 | 0.22 | 1.4 | 0.17 |
| 1.6 | 0.45 | 1.6 | 0.39 | 1.6 | 0.32 | 1.6 | 0.25 | 1.6 | 0.19 |
| 1.8 | 0.51 | 1.8 | 0.44 | 1.8 | 0.36 | 1.8 | 0.28 | 1.8 | 0.21 |
| 2 | 0.57 | 2 | 0.49 | 2 | 0.4 | 2 | 0.31 | 2 | 0.24 |
| 2.2 | 0.62 | 2.2 | 0.53 | 2.2 | 0.44 | 2.2 | 0.35 | 2.2 | 0.26 |
| 2.4 | 0.68 | 2.4 | 0.58 | 2.4 | 0.48 | 2.4 | 0.38 | 2.4 | 0.29 |
| 2.6 | 0.74 | 2.6 | 0.63 | 2.6 | 0.52 | 2.6 | 0.41 | 2.6 | 0.31 |
| 2.8 | 0.79 | 2.8 | 0.68 | 2.8 | 0.56 | 2.8 | 0.44 | 2.8 | 0.33 |
| 3 | 0.85 | 3 | 0.73 | 3 | 0.6 | 3 | 0.47 | 3 | 0.36 |
| 3.2 | 0.91 | 3.2 | 0.78 | 3.2 | 0.64 | 3.2 | 0.5 | 3.2 | 0.38 |
| 3.4 | 0.97 | 3.4 | 0.82 | 3.4 | 0.68 | 3.4 | 0.53 | 3.4 | 0.4 |
| 3.6 | 1.02 | 3.6 | 0.87 | 3.6 | 0.72 | 3.6 | 0.57 | 3.6 | 0.43 |
| 3.8 | 1.08 | 3.8 | 0.92 | 3.8 | 0.76 | 3.8 | 0.6 | 3.8 | 0.45 |
| 4 | 1.14 | 4 | 0.97 | 4 | 0.8 | 4 | 0.63 | 4 | 0.48 |

Annexe 3 : Simulations pour *L. monocytogenes*

| Denrée alimentaire : oignons | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>L. monocytogenes</i> | | | | | | | | | |
| pH 5,8 | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.05 | 0.2 | 0.04 | 0.2 | 0.03 |
| 0.4 | 0.13 | 0.4 | 0.11 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.08 | 0.4 | 0.07 |
| 0.6 | 0.19 | 0.6 | 0.17 | 0.6 | 0.15 | 0.6 | 0.12 | 0.6 | 0.1 |
| 0.8 | 0.25 | 0.8 | 0.22 | 0.8 | 0.2 | 0.8 | 0.17 | 0.8 | 0.14 |
| 1 | 0.31 | 1 | 0.28 | 1 | 0.24 | 1 | 0.21 | 1 | 0.17 |
| 1.2 | 0.38 | 1.2 | 0.34 | 1.2 | 0.29 | 1.2 | 0.25 | 1.2 | 0.21 |
| 1.4 | 0.44 | 1.4 | 0.39 | 1.4 | 0.34 | 1.4 | 0.29 | 1.4 | 0.24 |
| 1.6 | 0.5 | 1.6 | 0.45 | 1.6 | 0.39 | 1.6 | 0.33 | 1.6 | 0.27 |
| 1.8 | 0.56 | 1.8 | 0.5 | 1.8 | 0.44 | 1.8 | 0.37 | 1.8 | 0.31 |
| 2 | 0.63 | 2 | 0.56 | 2 | 0.49 | 2 | 0.42 | 2 | 0.34 |
| 2.2 | 0.69 | 2.2 | 0.62 | 2.2 | 0.54 | 2.2 | 0.46 | 2.2 | 0.38 |
| 2.4 | 0.75 | 2.4 | 0.67 | 2.4 | 0.59 | 2.4 | 0.5 | 2.4 | 0.41 |
| 2.6 | 0.81 | 2.6 | 0.73 | 2.6 | 0.64 | 2.6 | 0.54 | 2.6 | 0.45 |
| 2.8 | 0.88 | 2.8 | 0.78 | 2.8 | 0.68 | 2.8 | 0.58 | 2.8 | 0.48 |
| 3 | 0.94 | 3 | 0.84 | 3 | 0.73 | 3 | 0.62 | 3 | 0.52 |
| 3.2 | 1 | 3.2 | 0.9 | 3.2 | 0.78 | 3.2 | 0.66 | 3.2 | 0.55 |
| 3.4 | 1.06 | 3.4 | 0.95 | 3.4 | 0.83 | 3.4 | 0.71 | 3.4 | 0.58 |
| 3.6 | 1.13 | 3.6 | 1.01 | 3.6 | 0.88 | 3.6 | 0.75 | 3.6 | 0.62 |
| 3.8 | 1.19 | 3.8 | 1.06 | 3.8 | 0.93 | 3.8 | 0.79 | 3.8 | 0.65 |
| 4 | 1.25 | 4 | 1.12 | 4 | 0.98 | 4 | 0.83 | 4 | 0.69 |
| 4.2 | 1.31 | 4.2 | 1.18 | 4.2 | 1.03 | 4.2 | 0.87 | 4.2 | 0.72 |
| 4.4 | 1.38 | 4.4 | 1.23 | 4.4 | 1.08 | 4.4 | 0.91 | 4.4 | 0.76 |
| 4.6 | 1.44 | 4.6 | 1.29 | 4.6 | 1.12 | 4.6 | 0.95 | 4.6 | 0.79 |
| 4.8 | 1.5 | 4.8 | 1.34 | 4.8 | 1.17 | 4.8 | 1 | 4.8 | 0.82 |
| 5 | 1.56 | 5 | 1.4 | 5 | 1.22 | 5 | 1.04 | 5 | 0.86 |
| 5.2 | 1.63 | 5.2 | 1.46 | 5.2 | 1.27 | 5.2 | 1.08 | 5.2 | 0.89 |
| 5.4 | 1.69 | 5.4 | 1.51 | 5.4 | 1.32 | 5.4 | 1.12 | 5.4 | 0.93 |
| 5.6 | 1.75 | 5.6 | 1.57 | 5.6 | 1.37 | 5.6 | 1.16 | 5.6 | 0.96 |
| 5.8 | 1.81 | 5.8 | 1.62 | 5.8 | 1.42 | 5.8 | 1.2 | 5.8 | 1 |
| 6 | 1.88 | 6 | 1.68 | 6 | 1.47 | 6 | 1.25 | 6 | 1.03 |

| Denrée alimentaire : tomates | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>L. monocytogenes</i> | | | | | | | | | |
| pH 4,9 (worst case scenario de la littérature) | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.03 | 0.2 | 0.02 | 0.2 | 0.02 | 0.2 | 0.02 | 0.2 | 0.02 |
| 0.4 | 0.06 | 0.4 | 0.05 | 0.4 | 0.04 | 0.4 | 0.04 | 0.4 | 0.03 |
| 0.6 | 0.08 | 0.6 | 0.07 | 0.6 | 0.06 | 0.6 | 0.06 | 0.6 | 0.05 |
| 0.8 | 0.11 | 0.8 | 0.1 | 0.8 | 0.09 | 0.8 | 0.07 | 0.8 | 0.06 |
| 1 | 0.14 | 1 | 0.12 | 1 | 0.11 | 1 | 0.09 | 1 | 0.08 |
| 1.2 | 0.17 | 1.2 | 0.15 | 1.2 | 0.13 | 1.2 | 0.11 | 1.2 | 0.09 |
| 1.4 | 0.19 | 1.4 | 0.17 | 1.4 | 0.15 | 1.4 | 0.13 | 1.4 | 0.11 |
| 1.6 | 0.22 | 1.6 | 0.2 | 1.6 | 0.17 | 1.6 | 0.15 | 1.6 | 0.12 |
| 1.8 | 0.25 | 1.8 | 0.22 | 1.8 | 0.19 | 1.8 | 0.17 | 1.8 | 0.14 |
| 2 | 0.28 | 2 | 0.25 | 2 | 0.22 | 2 | 0.18 | 2 | 0.15 |
| 2.2 | 0.3 | 2.2 | 0.27 | 2.2 | 0.24 | 2.2 | 0.2 | 2.2 | 0.17 |
| 2.4 | 0.33 | 2.4 | 0.3 | 2.4 | 0.26 | 2.4 | 0.22 | 2.4 | 0.18 |
| 2.6 | 0.36 | 2.6 | 0.32 | 2.6 | 0.28 | 2.6 | 0.24 | 2.6 | 0.2 |
| 2.8 | 0.39 | 2.8 | 0.35 | 2.8 | 0.3 | 2.8 | 0.26 | 2.8 | 0.21 |
| 3 | 0.42 | 3 | 0.37 | 3 | 0.32 | 3 | 0.28 | 3 | 0.23 |
| 3.2 | 0.44 | 3.2 | 0.4 | 3.2 | 0.35 | 3.2 | 0.29 | 3.2 | 0.24 |
| 3.4 | 0.47 | 3.4 | 0.42 | 3.4 | 0.37 | 3.4 | 0.31 | 3.4 | 0.26 |
| 3.6 | 0.5 | 3.6 | 0.45 | 3.6 | 0.39 | 3.6 | 0.33 | 3.6 | 0.27 |
| 3.8 | 0.53 | 3.8 | 0.47 | 3.8 | 0.41 | 3.8 | 0.35 | 3.8 | 0.29 |
| 4 | 0.55 | 4 | 0.5 | 4 | 0.43 | 4 | 0.37 | 4 | 0.3 |

| Denrée alimentaire : tomates | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>L. monocytogenes</i> | | | | | | | | | |
| pH 4,6 (le scénario <i>worst case</i> basé sur les mesures effectuées par l'opérateur) | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.02 | 0.2 | 0.02 | 0.2 | 0.01 | 0.2 | 0.01 | 0.2 | 0.01 |
| 0.4 | 0.04 | 0.4 | 0.03 | 0.4 | 0.03 | 0.4 | 0.03 | 0.4 | 0.02 |
| 0.6 | 0.06 | 0.6 | 0.05 | 0.6 | 0.04 | 0.6 | 0.04 | 0.6 | 0.03 |
| 0.8 | 0.08 | 0.8 | 0.07 | 0.8 | 0.06 | 0.8 | 0.05 | 0.8 | 0.04 |
| 1 | 0.09 | 1 | 0.08 | 1 | 0.07 | 1 | 0.06 | 1 | 0.05 |
| 1.2 | 0.11 | 1.2 | 0.1 | 1.2 | 0.09 | 1.2 | 0.08 | 1.2 | 0.06 |
| 1.4 | 0.13 | 1.4 | 0.12 | 1.4 | 0.1 | 1.4 | 0.09 | 1.4 | 0.07 |
| 1.6 | 0.15 | 1.6 | 0.14 | 1.6 | 0.12 | 1.6 | 0.1 | 1.6 | 0.08 |
| 1.8 | 0.17 | 1.8 | 0.15 | 1.8 | 0.13 | 1.8 | 0.11 | 1.8 | 0.09 |
| 2 | 0.19 | 2 | 0.17 | 2 | 0.15 | 2 | 0.13 | 2 | 0.1 |
| 2.2 | 0.21 | 2.2 | 0.19 | 2.2 | 0.16 | 2.2 | 0.14 | 2.2 | 0.11 |
| 2.4 | 0.23 | 2.4 | 0.2 | 2.4 | 0.18 | 2.4 | 0.15 | 2.4 | 0.12 |
| 2.6 | 0.24 | 2.6 | 0.22 | 2.6 | 0.19 | 2.6 | 0.16 | 2.6 | 0.13 |
| 2.8 | 0.26 | 2.8 | 0.24 | 2.8 | 0.21 | 2.8 | 0.18 | 2.8 | 0.14 |
| 3 | 0.28 | 3 | 0.25 | 3 | 0.22 | 3 | 0.19 | 3 | 0.16 |
| 3.2 | 0.3 | 3.2 | 0.27 | 3.2 | 0.24 | 3.2 | 0.2 | 3.2 | 0.17 |
| 3.4 | 0.32 | 3.4 | 0.29 | 3.4 | 0.25 | 3.4 | 0.21 | 3.4 | 0.18 |
| 3.6 | 0.34 | 3.6 | 0.3 | 3.6 | 0.27 | 3.6 | 0.23 | 3.6 | 0.19 |
| 3.8 | 0.36 | 3.8 | 0.32 | 3.8 | 0.28 | 3.8 | 0.24 | 3.8 | 0.2 |
| 4 | 0.38 | 4 | 0.34 | 4 | 0.29 | 4 | 0.25 | 4 | 0.21 |

Annexe 4 : Simulations pour *B. cereus*

| Denrée alimentaire : oignons | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>B. cereus</i> | | | | | | | | | |
| pH 5,8 | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.12 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.08 | 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.05 |
| 0.4 | 0.25 | 0.4 | 0.2 | 0.4 | 0.16 | 0.4 | 0.13 | 0.4 | 0.1 |
| 0.6 | 0.37 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 0.24 | 0.6 | 0.19 | 0.6 | 0.15 |
| 0.8 | 0.49 | 0.8 | 0.4 | 0.8 | 0.32 | 0.8 | 0.26 | 0.8 | 0.2 |
| 1 | 0.62 | 1 | 0.5 | 1 | 0.4 | 1 | 0.32 | 1 | 0.25 |
| 1.2 | 0.74 | 1.2 | 0.6 | 1.2 | 0.48 | 1.2 | 0.38 | 1.2 | 0.3 |
| 1.4 | 0.86 | 1.4 | 0.7 | 1.4 | 0.56 | 1.4 | 0.45 | 1.4 | 0.35 |
| 1.6 | 0.98 | 1.6 | 0.8 | 1.6 | 0.65 | 1.6 | 0.51 | 1.6 | 0.4 |
| 1.8 | 1.11 | 1.8 | 0.9 | 1.8 | 0.73 | 1.8 | 0.57 | 1.8 | 0.45 |
| 2 | 1.23 | 2 | 1 | 2 | 0.81 | 2 | 0.64 | 2 | 0.5 |
| 2.2 | 1.35 | 2.2 | 1.1 | 2.2 | 0.89 | 2.2 | 0.7 | 2.2 | 0.55 |
| 2.4 | 1.48 | 2.4 | 1.21 | 2.4 | 0.97 | 2.4 | 0.77 | 2.4 | 0.6 |
| 2.6 | 1.6 | 2.6 | 1.31 | 2.6 | 1.05 | 2.6 | 0.83 | 2.6 | 0.65 |
| 2.8 | 1.72 | 2.8 | 1.41 | 2.8 | 1.13 | 2.8 | 0.89 | 2.8 | 0.69 |
| 3 | 1.85 | 3 | 1.51 | 3 | 1.21 | 3 | 0.96 | 3 | 0.74 |
| 3.2 | 1.97 | 3.2 | 1.61 | 3.2 | 1.29 | 3.2 | 1.02 | 3.2 | 0.79 |
| 3.4 | 2.09 | 3.4 | 1.71 | 3.4 | 1.37 | 3.4 | 1.08 | 3.4 | 0.84 |
| 3.6 | 2.21 | 3.6 | 1.81 | 3.6 | 1.45 | 3.6 | 1.15 | 3.6 | 0.89 |
| 3.8 | 2.34 | 3.8 | 1.91 | 3.8 | 1.53 | 3.8 | 1.21 | 3.8 | 0.94 |
| 4 | 2.46 | 4 | 2.01 | 4 | 1.61 | 4 | 1.28 | 4 | 0.99 |
| 4.2 | 2.58 | 4.2 | 2.11 | 4.2 | 1.69 | 4.2 | 1.34 | 4.2 | 1.04 |
| 4.4 | 2.71 | 4.4 | 2.21 | 4.4 | 1.77 | 4.4 | 1.4 | 4.4 | 1.09 |
| 4.6 | 2.83 | 4.6 | 2.31 | 4.6 | 1.86 | 4.6 | 1.47 | 4.6 | 1.14 |
| 4.8 | 2.95 | 4.8 | 2.41 | 4.8 | 1.94 | 4.8 | 1.53 | 4.8 | 1.19 |
| 5 | 3.07 | 5 | 2.51 | 5 | 2.02 | 5 | 1.59 | 5 | 1.24 |
| 5.2 | 3.2 | 5.2 | 2.61 | 5.2 | 2.1 | 5.2 | 1.66 | 5.2 | 1.29 |
| 5.4 | 3.32 | 5.4 | 2.71 | 5.4 | 2.18 | 5.4 | 1.72 | 5.4 | 1.34 |
| 5.6 | 3.44 | 5.6 | 2.81 | 5.6 | 2.26 | 5.6 | 1.79 | 5.6 | 1.39 |
| 5.8 | 3.57 | 5.8 | 2.91 | 5.8 | 2.34 | 5.8 | 1.85 | 5.8 | 1.44 |
| 6 | 3.69 | 6 | 3.01 | 6 | 2.42 | 6 | 1.91 | 6 | 1.49 |

| Denrée alimentaire : tomates | | | | | | | | | |
|--|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|---------|----------------------|--------|----------------------|
| Micro-organisme: <i>B. cereus</i> | | | | | | | | | |
| pH 4,9 (=pH minimum dans Combase pour <i>B. cereus</i>) | | | | | | | | | |
| 29 °C | | 27 °C | | 25 °C | | 23 °C | | 21 °C | |
| Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | Time(h) | Conc (Log10 cells/g) | ime(h) | Conc (Log10 cells/g) |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.2 | 0.09 | 0.2 | 0.07 | 0.2 | 0.06 | 0.2 | 0.05 | 0.2 | 0.04 |
| 0.4 | 0.17 | 0.4 | 0.15 | 0.4 | 0.12 | 0.4 | 0.1 | 0.4 | 0.08 |
| 0.6 | 0.26 | 0.6 | 0.22 | 0.6 | 0.18 | 0.6 | 0.14 | 0.6 | 0.11 |
| 0.8 | 0.35 | 0.8 | 0.29 | 0.8 | 0.24 | 0.8 | 0.19 | 0.8 | 0.15 |
| 1 | 0.44 | 1 | 0.36 | 1 | 0.3 | 1 | 0.24 | 1 | 0.19 |
| 1.2 | 0.52 | 1.2 | 0.44 | 1.2 | 0.36 | 1.2 | 0.29 | 1.2 | 0.23 |
| 1.4 | 0.61 | 1.4 | 0.51 | 1.4 | 0.42 | 1.4 | 0.34 | 1.4 | 0.27 |
| 1.6 | 0.7 | 1.6 | 0.58 | 1.6 | 0.48 | 1.6 | 0.38 | 1.6 | 0.31 |
| 1.8 | 0.78 | 1.8 | 0.65 | 1.8 | 0.54 | 1.8 | 0.43 | 1.8 | 0.34 |
| 2 | 0.87 | 2 | 0.73 | 2 | 0.59 | 2 | 0.48 | 2 | 0.38 |
| 2.2 | 0.96 | 2.2 | 0.8 | 2.2 | 0.65 | 2.2 | 0.53 | 2.2 | 0.42 |
| 2.4 | 1.04 | 2.4 | 0.87 | 2.4 | 0.71 | 2.4 | 0.58 | 2.4 | 0.46 |
| 2.6 | 1.13 | 2.6 | 0.94 | 2.6 | 0.77 | 2.6 | 0.62 | 2.6 | 0.5 |
| 2.8 | 1.22 | 2.8 | 1.02 | 2.8 | 0.83 | 2.8 | 0.67 | 2.8 | 0.53 |
| 3 | 1.3 | 3 | 1.09 | 3 | 0.89 | 3 | 0.72 | 3 | 0.57 |
| 3.2 | 1.39 | 3.2 | 1.16 | 3.2 | 0.95 | 3.2 | 0.77 | 3.2 | 0.61 |
| 3.4 | 1.48 | 3.4 | 1.23 | 3.4 | 1.01 | 3.4 | 0.82 | 3.4 | 0.65 |
| 3.6 | 1.57 | 3.6 | 1.31 | 3.6 | 1.07 | 3.6 | 0.86 | 3.6 | 0.69 |
| 3.8 | 1.65 | 3.8 | 1.38 | 3.8 | 1.13 | 3.8 | 0.91 | 3.8 | 0.73 |
| 4 | 1.74 | 4 | 1.45 | 4 | 1.19 | 4 | 0.96 | 4 | 0.76 |