

Maisons-Alfort, le 20 avril 2009

AVIS

de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif aux risques, pour la santé humaine, liés à la consommation de viandes et de produits carnés issus d'animaux ayant pu être en contact indirectement avec le bacille de la fièvre charbonneuse, *Bacillus anthracis*

LA DIRECTRICE GÉNÉRALE

1. Rappel de la demande d'appui scientifique et technique

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a été saisie le 18 décembre 2008 par la DGAI d'une demande d'appui scientifique et technique relative aux risques pour la santé humaine, liés à la consommation de viandes et de produits carnés issus d'animaux ayant pu être en contact indirectement avec le bacille de la fièvre charbonneuse (ou charbon bactérien), *Bacillus anthracis*.

2. Questions posées

Les questions suivantes sont posées à l'Afssa :

- QUESTION 1 : Les viandes découpées et les abats manipulés avec du matériel ayant servi à l'abattage, la découpe d'un animal atteint de charbon sont-ils susceptibles de présenter un risque pour la santé du consommateur ?
- QUESTION 2 : Les denrées alimentaires en contact avec ces viandes et abats (par exemple dans le réfrigérateur ou le congélateur des consommateurs) sont-elles susceptibles de présenter un risque pour la santé du consommateur ?
- QUESTION 3 : Un traitement par la cuisson de ces viandes et d'abats d'une part et des denrées alimentaires au contact d'autre part est-il de nature à diminuer le risque pour la santé du consommateur ? Si oui, quel protocole de cuisson doit être recommandé ?
- QUESTION 4: Un nettoyage et désinfection du matériel ayant servi à l'abattage, la préparation et/ou la découpe d'un animal atteint du charbon est-il de nature à diminuer le risque représenté par les denrées alimentaires préparées avec le même matériel ? Si oui, selon quel protocole ?

3. Méthode d'expertise

Après consultation du Comité d'experts spécialisé « Microbiologie », réuni les 15 janvier et 10 février 2009, l'Afssa rend l'avis suivant.

4. Analyse de l'objet à expertiser suivant la méthode d'expertise décrite

4.1 Rappels sur *Bacillus anthracis*, agent du charbon bactérien

Le charbon :

B. anthracis est l'agent responsable du charbon. Le contact (via des animaux malades ou des produits issus de ces animaux) avec *B. anthracis* peut entraîner des infections cutanées chez l'Homme. Ces infections cutanées représentent plus de 95% des cas de charbon (12, 19).

Les formes d'infection digestives (par ingestion) et respiratoires (par inhalation) sont plus rares (2, 3, 12) mais avec un taux de mortalité supérieur à 50 % (10).

Les cas de charbon cutané sont principalement dus à un contact avec des animaux malades. La consommation de viande et d'abats insuffisamment cuits est la principale cause des formes digestives (2, 4, 5).

Concernant les doses infectantes il n'existe que peu d'éléments. Pour la forme intestinale, les données disponibles concernent principalement les doses infectantes pour les animaux (13, 30). Il existe une grande variabilité entre les espèces, voire entre les individus d'une espèce (13, 30). Concernant l'homme, Xu *et al.* (32) suggèrent, sur dire d'expert, qu'une dose importante (10^6 spores) doit être ingérée pour entraîner une infection digestive à *B. anthracis*. Cette publication reste isolée. Les doses infectantes par voie cutanée ou respiratoire seraient inférieures (13, 30).

En France, l'InVS a signalé quelques cas de charbon cutané depuis l'arrêt de la déclaration obligatoire en 1986 ; les 3 derniers cas (précédant les cas de 2008) datent de 1997 (16). Depuis la réinscription du charbon sur la liste des maladies à déclaration obligatoire en 2001, un cas de charbon d'importation contaminé par la manipulation de moutons a été signalé en 2003 (18).

Physiologie du microorganisme :

B. anthracis est un bacille à Gram positif, aéro-anaérobie facultatif, capable de former des spores (6, 7). La sporulation des formes végétatives intervient en réponse à des stress (8). La déplétion nutritionnelle est le principal facteur responsable de la sporulation (8, 20, 29). La sporulation est rapide en moins de 24 heures entre 15° et 41°C, en présence d'oxygène et en milieu humide (17).

B. anthracis est capable de se multiplier à des températures comprises entre 16 et 45°C (27).

Dans de la viande crue conservée entre 2°C et 16°C, une faible réduction de la viabilité des spores, de l'ordre de 0.15 log₁₀ par jour, est observée (27). Dans de l'eau à 4°C ou à -20°C, le nombre de spores de *B. anthracis* reste stable au cours du temps (1).

Une synthèse de la thermo-résistance des formes sporulées de *B. anthracis* dans différents milieux est présentée dans le Tableau 1 (Cf. annexe 1). Une autre synthèse concernant la résistance à des produits de nettoyage – désinfection est présentée dans le Tableau 2 (Cf. annexe 2).

4-2. QUESTION 1 : Les viandes découpées et les abats manipulés avec du matériel ayant servi à l'abattage, la découpe d'un animal atteint de charbon sont-ils susceptibles de présenter un risque pour la santé du consommateur ?

Oui, ces viandes présentent également un risque pour le consommateur en particulier si elles sont consommées crues ou mal cuites.

Le risque est plus élevé si le matériel ayant servi à l'abattage ou la découpe d'un animal atteint de charbon n'a pas été décontaminé avec des mesures appropriées pour la maîtrise des formes sporulées de *B. anthracis* (confère partie 5-5.).

Il faut noter que la manipulation de ces viandes crues expose également le préparateur à un risque d'infection cutanée.

4-3. QUESTION 2 : Les denrées alimentaires en contact avec ces viandes et abats (par exemple dans le réfrigérateur ou le congélateur des consommateurs) sont-elles susceptibles de présenter un risque pour la santé du consommateur ?

Oui, les autres aliments peuvent également présenter un risque pour le consommateur :

- s'il y a contact direct avec les produits carnés non emballés contenant *B. anthracis* ;
- si un ustensile, une surface ou un récipient mis en contact avec les produits carnés contenant *B. anthracis* entre en contact avec ces aliments ;
- si les viandes potentiellement contaminées et les autres produits sont placés sans emballage dans une enceinte ventilée.

4-4. QUESTION 3 : Un traitement par la cuisson de ces viandes et d'abats d'une part et des denrées alimentaires au contact d'autre part est-il de nature à diminuer le risque pour la santé du consommateur ? Si oui, quel protocole de cuisson doit être recommandé ?

Oui, la cuisson des aliments potentiellement contaminés peut diminuer le risque pour le consommateur.

Les données de thermo-résistance collectées dans différents milieux (lait, viande, milieu de culture) sont résumées dans l'annexe 1. Elles ont permis d'établir une relation décrivant l'influence de la température sur le temps de réduction décimale (temps nécessaire à une température donnée pour observer une réduction du nombre de cellules d'un facteur 10).

Cette relation permet de calculer différents scénarios temps-température pour atteindre un nombre choisi de réduction décimale de forme sporulée de *B. anthracis* (confère annexe 1 pour les calculs). Par exemple, pour obtenir une réduction de 6 log₁₀, les combinaisons temps-température suivantes peuvent être appliquées à cœur des aliments :

- 90°C pendant 24 minutes (ou 1 heure 30 si l'on considère la borne de confiance à 95%)
- 100°C pendant 3 minutes (ou 10 minutes si l'on considère la borne de confiance à 95%)
- 120°C pendant moins d'une minute.

4-5. QUESTION 4: Un nettoyage et désinfection du matériel ayant servi à l'abattage, la préparation et/ou la découpe d'un animal atteint du charbon est-il de nature à diminuer le risque représenté par les denrées alimentaires préparées avec le même matériel ? Si oui, selon quel protocole ?

Les protocoles de nettoyage-désinfection appliqués sur les outils et les surfaces ayant servi lors de l'abattage ou la découpe d'un animal infecté ne sont pas tous de nature à réduire significativement le nombre de spores. Ci dessous sont présentés les protocoles de nettoyage désinfection présentant une efficacité limitée et ceux reconnus pour réduire efficacement le nombre de spores.

4-5.1. Recommandations - précautions d'usage

Une désinfection préliminaire doit être appliquée avant le nettoyage et la désinfection. Elle permet de réduire la probabilité de propagation des spores viables pendant la phase de nettoyage.

L'utilisation de nettoyeur haute pression est prohibée (30). L'utilisation de tel moyen favoriserait en effet l'aérosolisation des spores (13).

Il est également rappelé que certaines solutions désinfectantes ont une efficacité limitée pour des températures d'utilisation inférieures à 10°C (13, 30).

Il est nécessaire de rappeler que la manipulation de ces produits doit être effectuée avec précaution (port de gants, ne pas inhaler les vapeurs, ...). Le rinçage est également important pour limiter au maximum la présence de résidus de ces produits de nettoyage désinfection.

4-5.2 Produits de nettoyage-désinfection présentant une action limitée sur les spores de *B. anthracis*

De nombreuses solutions commerciales de nettoyage et de désinfection sont reconnues comme étant inefficaces sur les spores de *B. anthracis* (13) : les alcools, les phénols, les ammoniums quaternaires, les détergents ioniques ou non ioniques, les acides ou les bases.

A titre d'exemple, dans une étude récente, Black et al. (9) ont montré une réduction inférieure à 1 log₁₀ de spores de *B. anthracis* après 6 h à température ambiante pour des produits commerciaux à base de :

- d'ammoniums quaternaires (jusqu'à 0.3 % pH 11),
- d'isopropanol (70%, pH 3,8),
- d'acide acétique (0.3%, pH 4,2),
- d'huile de pin (15%, pH 2,9),
- d'hydroxyde de sodium (0,34%, pH 10,5).

4-5.3 Produits de nettoyage désinfection présentant une action importante sur les spores de *B. anthracis*

Il existe des recommandations au niveau international données par l'OMS (30) pour la décontamination des effluents d'élevage, de l'eau, du matériel et des sols. Les protocoles décrits ci-dessous s'appuient principalement sur ce document.

Des protocoles dont l'efficacité est avérée sont décrits ci-dessous (des éléments complémentaires sont également donnés dans l'annexe 2).

- Nettoyage et désinfection des outils

Gracey et al. (14) proposent que tous les équipements en contact avec l'animal infecté (couteaux) soient détruits (incinérés).

L'OMS préconise d'autoclaver le matériel (121°C pendant 30 minutes). A défaut, le matériel doit être immergé pour une durée minimum de 8 heures dans une solution à 4 % de formaldéhyde ou 2 % de glutaraldéhyde (pH 8-8,5) (30). Pour le nettoyage et la désinfection Gracey et al. (14) proposent l'utilisation de NaOH 5% à chaud ou de formaldéhyde 10 %.

Les ustensiles qui ne peuvent être autoclavés ou plongés dans ces solutions peuvent être traités par fumigation avec du formaldéhyde ou de l'oxyde d'éthylène.

- Nettoyage et désinfection des surfaces

Pour le nettoyage et la désinfection des surfaces, l'OMS préconise d'appliquer le protocole suivant (30) :

- Désinfection préliminaire avec une solution à 10 % de formaldéhyde ou 4 % de glutaraldéhyde (pH 8-8,5), à raison de 1 litre par m² traité et un contact de deux heures.
- Nettoyage à l'eau chaude
- Désinfection finale avec une solution à 10 % de formaldéhyde ou 4 % de glutaraldéhyde (pH 8-8,5) ou 3% de peroxyde d'hydrogène ou 1% d'acide peracétique à raison de 0,4 litre par m² traité et un contact de deux heures.

L'efficacité de l'hypochlorite (10 000 ppm) est discutable car il est rapidement neutralisé par la matière organique (30). En conséquence, l'usage de l'hypochlorite est uniquement recommandé pour les surfaces et outils peu souillés en matières organiques (c'est à dire ayant préalablement subis une désinfection préliminaire suivi d'un nettoyage).

5. Conclusion

Tels sont les éléments de réponse que l'Afssa est en mesure de fournir pour aider à définir des mesures de gestion des risques pour la santé humaine, liés à la consommation de viandes et de produits carnés issus d'animaux ayant pu être en contact indirectement avec *B. anthracis*.

L'Afssa souligne que les traitements thermiques usuels appliqués pour la cuisson des viandes ou les protocoles de nettoyage désinfection appliqués en routine dans les ateliers d'abattage ne sont pas suffisants pour minimiser significativement le nombre des spores de *B. anthracis*.

La Directrice Générale

Pascale BRIAND

6. Références bibliographiques

1. Almeida, J. L., B. Harper, and K. D. Cole. 2008. Bacillus anthracis spore suspensions: Determination of stability and comparison of enumeration techniques. Journal of Applied Microbiology **104**:1442-1448.

2. **Anonyme.** 2003. Anthrax. The Merck Manuals <http://www.merck.com/mmhe/sec17/ch190/ch190c.html> - (consulté le 23 décembre 2008).
3. **Anonyme.** 2000. Human ingestion of Bacillus anthracis-contaminated meat - Minnesota, August 2000. *Journal of the American Medical Association* **284**:1644-1645.
4. **Anonyme.** 2000. Human ingestion of Bacillus anthracis-contaminated meat - Minnesota, August 2000. *Morbidity and Mortality Weekly Report* **49**:813-816.
5. **Babamahmoodi, F., F. Aghabarari, A. Arjmand, and G. H. Ashrafi.** 2006. Three rare cases of anthrax arising from the same source. *Journal of Infection* **53**.
6. **Baillie, L., and T. D. Read.** 2001. Bacillus anthracis, a bug with attitude! *Current Opinion in Microbiology* **4**:78-81.
7. **Baillie, L. W. J.** 2005. Under the microscope: Bacillus anthracis, a story of nature subverted by man. *Letters in Applied Microbiology* **41**:227-229.
8. **Baweja, R. B., M. S. Zaman, A. R. Mattoo, K. Sharma, V. Tripathi, A. Aggarwal, G. P. Dubey, R. K. Kurupati, M. Ganguli, N. K. Chaudhury, S. Sen, T. K. Das, W. N. Gade, and Y. Singh.** 2008. Properties of Bacillus anthracis spores prepared under various environmental conditions. *Archives of Microbiology* **189**:71-79.
9. **Black, D. G., T. M. Taylor, H. J. Kerr, S. Padhi, T. J. Montville, and P. M. Davidson.** 2008. Decontamination of fluid milk containing Bacillus spores using commercial household products. *Journal of Food Protection* **71**:473-478.
10. **Bravata, D. M., J. E. C. Holty, E. Wang, R. Lewis, P. H. Wise, K. M. McDonald, and D. K. Owens.** 2007. Inhalational, gastrointestinal, and cutaneous anthrax in children: A systematic review of cases: 1900 to 2005. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine* **161**:896-905.
11. **Cruz, J., and T. J. Montville.** 2008. Influence of nisin on the resistance of Bacillus anthracis Sterne spores to heat and hydrostatic pressure. *Journal of Food Protection* **71**:196-199.
12. **Dixon, T. C., M. Meselson, J. Guillemin, and P. C. Hanna.** 1999. Anthrax. *New England Journal of Medicine* **341**:815-826.
13. **Erickson, M. C., and J. L. Kornacki.** 2003. Bacillus anthracis: Current knowledge in relation to contamination of food. *Journal of Food Protection* **66**:691-699.
14. **Gracey, J., D. S. Collins, and R. Huey.** 1999. Infectious diseases, p. 505-634, *Meat Hygiene*, 10th Edn.
15. **Hilgren, J., K. M. J. Swanson, F. Diez-Gonzalez, and B. Cords.** 2007. Inactivation of Bacillus anthracis spores by liquid biocides in the presence of food residue. *Applied and Environmental Microbiology* **73**:6370-6377.
16. **Institut de veille sanitaire.** 2006. Aide-mémoire - Charbon.
17. **Institut de veille sanitaire.** 2004. Guide méthodologique - Recommandations pour la surveillance et la lutte contre le charbon animal et humain.
18. **Institut de veille sanitaire.** 2003. Maladies à déclaration obligatoire - Charbon Données épidémiologiques, <http://www.invs.sante.fr/surveillance/charbon/donnees.htm> (consulté le 13/01/2009).
19. **Institut Pasteur.** 2008. Le charbon (Anthrax), Fiches sur les maladies infectieuses.
20. **Liu, H., N. H. Bergman, B. Thomason, S. Shallom, A. Hazen, J. Crossno, D. A. Rasko, J. Ravel, T. D. Read, S. N. Peterson, J. Yates Iii, and P. C. Hanna.** 2004. Formation and Composition of the Bacillus anthracis Endospore. *Journal of Bacteriology* **186**:164-178.
21. **Majcher, M. R., K. A. Bernard, and S. A. Sattar.** 2008. Identification by quantitative carrier test of surrogate spore-forming bacteria to assess sporicidal chemicals for use against Bacillus anthracis. *Applied and Environmental Microbiology* **74**:676-681.
22. **Montville, T. J., R. Dengrove, T. De Siano, M. Bonnet, and D. W. Schaffner.** 2005. Thermal resistance of spores from virulent strains of Bacillus anthracis and potential surrogates. *Journal of Food Protection* **68**:2362-2366.
23. **Morrow, J. B., J. L. Almeida, L. A. Fitzgerald, and K. D. Cole.** 2008. Association and decontamination of Bacillus spores in a simulated drinking water system. *Water Research* **42**:5011-5021.
24. **Rose, L. J., E. W. Rice, L. Hodges, A. Peterson, and M. J. Arduino.** 2007. Monochloramine inactivation of bacterial select agents. *Applied and Environmental Microbiology* **73**:3437-3439.
25. **Rose, L. J., E. W. Rice, B. Jensen, R. Murga, A. Peterson, R. M. Donlan, and M. J. Arduino.** 2005. Chlorine inactivation of bacterial bioterrorism agents. *Applied and Environmental Microbiology* **71**:566-568.
26. **Spotts Whitney, E. A., M. E. Beatty, T. H. Taylor Jr, R. Weyant, J. Sobel, M. J. Arduino, and D. A. Ashford.** 2003. Inactivation of Bacillus anthracis spores. *Emerging Infectious Diseases* **9**:623-627.
27. **Tamplin, M. L., R. Phillips, T. A. Stewart, J. B. Luchansky, and L. C. Kelley.** 2008. Behavior of Bacillus anthracis strains Sterne and ames K0610 in sterile raw ground beef. *Applied and Environmental Microbiology* **74**:1111-1116.

28. **van Asselt, E. D., and M. H. Zwietering.** 2006. A systematic approach to determine global thermal inactivation parameters for various food pathogens. *International Journal of Food Microbiology* **107**:73-82.
29. **van Schaik, W., J. Prigent, and A. Fouet.** 2007. The stringent response of *Bacillus anthracis* contributes to sporulation but not to virulence. *Microbiology* **153**:4234-4239.
30. **World Health Organization.** 1998. Guidelines for the surveillance and control of anthrax in Humans and Animals.
31. **Xu, S., T. P. Labuza, and F. Diez-Gonzalez.** 2008. Inactivation of *Bacillus anthracis* spores by a combination of biocides and heating under high-temperature short-time pasteurization conditions. *Applied and Environmental Microbiology* **74**:3336-3341.
32. **Xu, S., T. P. Labuza, and F. Diez-Gonzalez.** 2006. Thermal inactivation of *Bacillus anthracis* spores in cow's milk. *Applied and Environmental Microbiology* **72**:4479-4483.

7. Mots-clefs

Charbon ; Fièvre charbonneuse ; viande

ANNEXE 1 : Thermo-résistance de *B. anthracis*

L'approche décrite par van Asselt & Zwietering (28) a été utilisée pour déterminer les valeurs de temps de destruction décimale (D) à 120°C (D_{120}) ainsi que la valeur de z . 45 valeurs, confère Tableau 1, de D recensées dans la bibliographie ont été utilisées. Le milieu (viande, lait, milieu de culture) comme la souche utilisée semble avoir peu d'impact sur les valeurs de D . Toutefois, il est important de souligner que les études ont été conduites dans des conditions de laboratoire bien définies, leurs valeurs sont indicatives et peuvent varier selon les conditions de terrain.

La relation suivante obtenue en utilisant la méthode de van Asselt & Zwietering (28) permet de calculer la valeur de D (exprimée en minutes) pour toute température :

$$\log_{10} [D] = \log_{10} [D_{120}] + \frac{(T - 120)}{z}$$

avec $\log_{10} [D_{120}] = -2.21$ et $z=10.68$ (paramètres ajustés sur les observations).

van Asselt & Zwietering (28) proposent également de calculer une borne supérieure de confiance pour la valeur de D :

$$\log_{10} [D_{120}]_{sup} = \log_{10} [D_{120}] + t_{ddl, 1-0.5\alpha} \sqrt{\frac{SCE}{ddl}}$$

où t_{ddl} est la valeur de t de Student pour un nombre de degré de liberté (ddl) donné au niveau de confiance α (ici 0.05) ; SCE est la somme des résidus de la régression linéaire au carré.

Les données du Tableau 1 ont permis d'estimer cette valeur supérieure : $\log_{10} [D_{120}]_{sup} = -1.45$.

Ces valeurs de thermo-résistance de *B. anthracis* sont proches (Figure 1) des valeurs de *B. cereus* présentées dans l'étude de van Asselt & Zwietering (28).

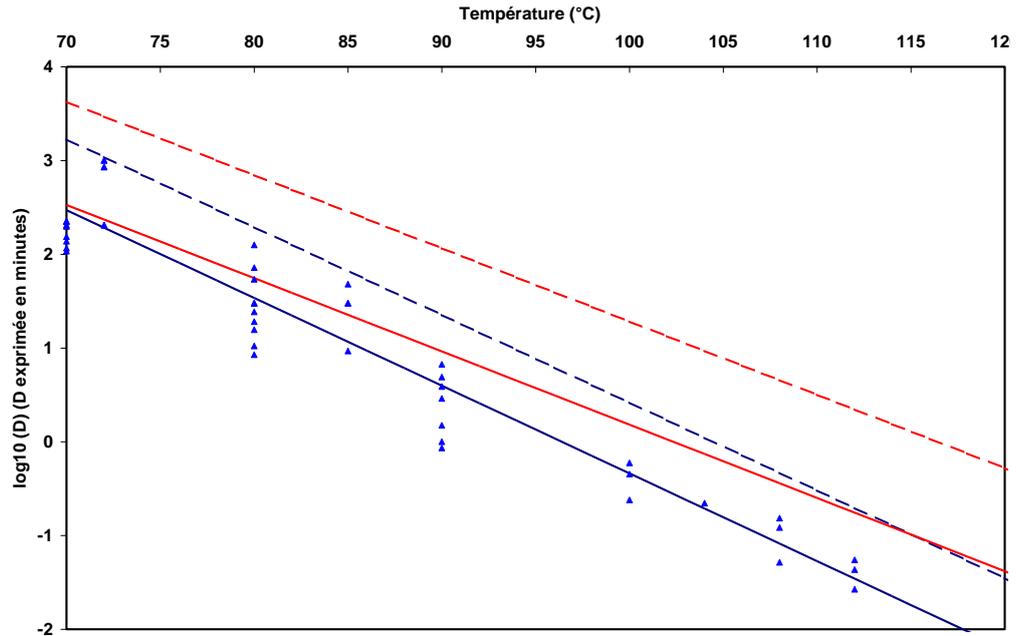


Figure 1. Thermorésistances observées (\blacktriangle) de *B. anthracis* pour différentes souches dans différents milieux. La ligne bleue continue représente la régression linéaire de $\log_{10} D$ sur la température et la ligne pointillée bleue est la borne supérieure de la prédiction. Les lignes rouges représentent les valeurs trouvées pour *B. cereus* par van Asselt & Zwietering (28).

Tableau 1 : Synthèse des données relatives à la thermorésistance des formes sporulées de *Bacillus anthracis*

Milieu	Température	Valeur de D (heures)	Références
Viande de bœuf	70	1,8	Sterne (27)
Viande de bœuf diluée au demi	70	3,7	Sterne
	72	16,7	(31)
	80	2,1	Sterne (7702)
	85	0,8	
	72	14,2	
Lait	80	1,2	Ames (ANR-1)
	85	0,5	
	72	3,4	
	80	0,9	Sterne (9131)
	85	0,5	
	72	16,7	(32)
	100	0,00991667	
	108	0,00255556	Sterne (7702)
	112	0,00091667	
	72	14,2	
Lait	100	0,004	
	108	0,00086111	Ames (ANR-1)
	112	0,00044444	
	72	3,4	
	100	0,00752778	
	104	0,00369444	Sterne (9131)
	108	0,00202778	
	112	0,00072222	
	80	0,5015	(11)
	85	0,155	Sterne
Lait	90	0,06466667	
	70	2,565	(22)
	80	0,175	
Milieu tamponné pH 7	90	0,04833333	
	70	2,3	Sterne
	80	0,31833333	
Lait	90	0,025	
	70	1,94166667	
	80	0,14166667	
Milieu tamponné pH 7	90	0,01433333	
	70	3,41833333	Pasteur
	80	0,26166667	
Lait	90	0,01666667	
	70	3,77833333	
	80	0,49833333	
Milieu tamponné pH 7	90	0,08166667	
	70	3,30166667	Vollum
	80	0,405	
Lait	90	0,11166667	

ANNEXE 2 : Décontamination chimique des formes sporulées de *B. anthracis*

Tableau 2 : Synthèse des procédés permettant de réduire efficacement les formes sporulées de *B. anthracis*

Composé	Concentration	pH	Température	Temps d'action (minutes)	Milieu	Souche	Nombre de réduction décimale (en log ₁₀)	Références	
NaOCl	5 000 ppm								
H ₂ O ₂	70 000 ppm								
ClO ₂	1 000 ppm		ambiante	20	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en matière organique		6	(21)	
Acide péroxyacétique	3 000 ppm								
NaOCl	6 %	10,8							
NaOCl	1,84 %	12							
NaOCl	2,40 %	12,2	ambiante	10	Eau		4	(9)	
NaOCl	2 %	12							
H ₂ O ₂	7 000 ppm		72	1					
H ₂ O ₂	2 800 ppm		80	2					
H ₂ O ₂	2 800 ppm		85	1					
NaOH	840 ppm			12					
NaOH	1 260 ppm			1,4					
NaOH	840 ppm			4,4					
NaOH	1 260 ppm								
NaOH	840 ppm								
+ H ₂ O ₂	+ 2 100 ppm								
NaOH	1 260 ppm								
+ H ₂ O ₂	+ 1 800 ppm					Lait	6	(31)	
NaOH	1 260 ppm		72						
+ acide péroxyacétique	+ 75 ppm			< 1					
NaOH	250 ppm								
+ H ₂ O ₂	+ 700 ppm								
+ acide péroxyacétique	+ 150 ppm								
NaOH	420 ppm								
+ H ₂ O ₂	+ 1 100 ppm								
+ acide péroxyacétique	+ 15 ppm								

NaOCl	5 %	12,4	20, 30	60	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en eau, résidu de farine, résidus de lait	6
NaOCl	5 %	12,4	10	60	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en au, résidu de farine, résidus de lait	2
NaOCl	5 %	12,4	10, 20, 30	60	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé résidu d'œuf	1
H ₂ O ₂	15 %	6,1	30	10	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en au, résidu de farine, résidus de lait ou d'œuf	6
H ₂ O ₂	25 %	5	20	10	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en au, résidu de farine, résidus de lait ou d'œuf	6
H ₂ O ₂	45 %	3,6	10	10	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en au, résidu de farine, résidus de lait ou d'œuf	6
acide peroxyacétique	1 %	2,4	30	10	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en au, résidu de farine, résidus de lait ou d'œuf	6
acide peroxyacétique	2,5 %	2	20	10	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en au, résidu de farine, résidus de lait ou d'œuf	6

(15)

acide peroxyacétique	4 %	2	10	10	Spores déposées sur une surface d'acier avec un milieu chargé en au, résidu de farine, résidus de lait ou d'œuf	6	
Chlore libre	2,4 mg/l	7,2	22	60	Eau		
Formaldéhyde	4 %			120	Eau	4	(26)
Glutaraldéhyde	2 %			15	Eau		
Chlore libre	10 mg/l	8,1	23	60	Eau	4	
Monochloramine	13 mg/l	8,1	23	60	Eau	1	(23)
Chlore libre	1,96 mg/l	7	25	60	Eau	4,3	
Chlore libre	2,8 mg/l	7	25	60	Eau	4,9	(25)
Monochloramine	2 mg/l	8	25	1320	Eau	2	(24)