



Le règlement CE 853/2004 du paquet hygiène précise que « les exploitants du secteur alimentaire n'utilisent aucune substance autre que l'eau potable, ou, si le présent règlement l'autorise que l'eau propre, pour éliminer la contamination de la surface des produits d'origine animale, sauf si l'utilisation de cette substance a été approuvée ». Ce qui relance le débat sur l'intérêt de la décontamination des carcasses.

Cette synthèse non exhaustive résume l'efficacité bactériologique des technologies physiques et chimiques de décontamination des carcasses aujourd'hui commercialisées ou en cours de recherche aux États-Unis et en Océanie. Le principe des procédés est plus particulièrement explicité dans le rapport intitulé « La décontamination des viandes en Amérique du Nord »*, ici, l'efficacité des traitements du point de vue bactériologique est exposée.

* Étude financée par Interbev et Office de l'Élevage – Rapport disponible auprès d'Interbev et Office de l'Élevage.

La décontamination : Le point sur les procédés outre-Atlantique

Efficacité bactériologique des traitements physiques et/ou chimiques dédiés à la décontamination des carcasses*

L'évolution des technologies de décontamination des carcasses aux États-Unis et en Océanie pose une interrogation quant à leurs applications en France et dans les pays de la CEE.

Il faudra en effet, en premier lieu, préserver les qualités physico-chimiques et organoleptiques des viandes traitées. Leur application potentielle en Europe nécessite au préalable une adaptation. En effet, les cadences, la standardisation des animaux, et les méthodes de travail sont différentes aux États-Unis et en Europe.

PEYRON A., RIVOLLIER M., CHRISTIEANS S.
Adiv
10 rue Jacqueline Auriol
ZAC Parc Industriel des Gravanches
63039 CLERMONT-FERRAND Cedex 2



Les données obtenues montrent des réductions importantes des populations bactériennes, ces mesures sont à prendre avec prudence puisqu'il s'agit de contaminations bactériennes artificielles dont les grandeurs sont éloignées de la réalité. Cependant, ce moyen d'ensemencement artificiel est incontournable pour s'assurer de l'efficacité de décontamination bactérienne d'un procédé.

Cette présentation est issue d'un rapport de mission d'observation réalisé en 1996-1997 et qui avait pour objectif de faire :

- le point sur les recherches,
- l'inventaire des techniques de décontamination des carcasses et viandes aux USA et au Canada,
- différentes visites d'équipementiers de laboratoires universitaires et d'abattoirs équipés avec des systèmes de décontamination.

Tout d'abord, il est à noter que plusieurs des équipes de recherche et constructeurs rencontrés pendant cette mission travaillaient sur des techniques mixtes (physiques et chimiques) ou purement chimiques (traitement aux acides).

L'application à cette époque des règles HACCP aux USA et au Canada, faisait que la décontamination des carcasses était devenue une procédure obligatoire pour l'ensemble de la filière viande.

Les trois équipes universitaires visitées étaient d'ailleurs toutes impliquées dans la mise en place des normes HACCP de la filière viande aux USA et ont toutes participé aux recherches avec les constructeurs pour évaluer et valider l'efficacité de leur technique.

Les principales conclusions sur les techniques et visites des différents contacts sont exposées ci-après.

DESCRIPTIFS DES TECHNIQUES DE DÉCONTAMINATION ÉTUDIÉES – PRINCIPES TECHNOLOGIQUES

Les systèmes de « traitement » physiques (voire mixtes) qui avaient été recensés et étudiés étaient les suivants :

- le Steam pasteurisation system de FMC Food Tech. Frigoscandia Equipement (Seattle ; USA),

- la cabine de douchage CHAD (Kansas City ; USA),
- la cabine de pulvérisation d'eau chaude STANFOS (Edmonton ; Canada),
- les systèmes de décontamination à la vapeur (pistolet, couteau de parage, aspirateur ...): KENTMASTER (Monrovia – Californie ; USA),
- (la lumière pulsée : PURE PULSE (San Diego ; USA)).

Chaque système développé a fait l'objet de tests, essais ..., et d'une validation d'efficacité en partenariat avec un centre de recherche universitaire indispensable pour obtenir l'USDA Agreement.

FMC Food Tech.

→ Kansas State University à Manhattan - Dr Pr Phebus

CHAD

→ Texas A & M. University à College Station - Dr Acuff

STANFOS

→ Centre de recherches des Aliments de Lacombe - Alberta Dr Gill

KENTMASTER

→ Colorado State University à Fort Collins - Dr Sofos

Technologie de pasteurisation à la vapeur de FMC Food Technology

FRIGOSCANDIA Food Process Systems - filiale de FRIGOSCANDIA SUEDE, implantée à Bellevue (Banlieue de Seattle) a développé en 1994 un système de pasteurisation à la vapeur des carcasses en abattoir. Ce développement a été réalisé en collaboration avec deux industriels de la viande EXCEL Corporation (Wichita dans le KANSAS) et CARGILL INC (Wayrata dans le Minnesota) et l'Université de Kansas State à Manhattan.

Ce développement avait fait suite à une intoxication alimentaire par la viande liée à *E. coli* 0157:H7 dans la région de Seattle où était précisément implanté FRIGOSCANDIA US. C'est à partir de cet incident que FRIGOSCANDIA a senti l'opportunité de développer un système de décontamination fiable des viandes aux U S A.

Le système FRIGOSCANDIA de pasteurisation à la vapeur (the Frigoscandia Steam pasteurization

System) a fait l'objet d'un brevet déposé le 7 novembre 1994 et cet équipement a reçu en novembre 1995 l'agrément USDA comme traitement de décontamination des carcasses et viandes.

Principe et mise en œuvre

Le procédé développé pour le traitement des carcasses comprend 3 étapes, chacune réalisée dans un compartiment indépendant (figure 1).

1^{re} étape : séchage de la surface,

2^e étape : injection de vapeur entre 60 et 100 Psi (4 à 7 bars) de manière à atteindre une température de 90 °C en surface des carcasses,

3^e étape : refroidissement rapide avec de l'eau à 2 °C.

FRIGOSCANDIA affirme que la conception de la machine permet pour chaque étape de traiter la totalité de la surface des carcasses.

Le profil des températures atteintes, en fonction du temps, en surface des carcasses est montré figure 1.

L'équipement développé aux USA correspondait à une sorte de tunnel compartimenté entièrement automatisé, d'une capacité de traitement de 400 bovins/heure.

Le prix annoncé de cette machine était de 750 000 \$ US (500 kF). Cette machine est conçue pour se positionner en fin de ligne d'abattage.

Efficacité du système

L'évaluation de ce procédé a été réalisée par le Docteur PHEBUS de l'Université de Kansas State à Manhattan.

Les recherches au laboratoire

Les recherches ont été tout d'abord réalisées dans le hall d'essai de l'Université qui possède toutes les facilités (abattoir expérimental, salle de découpe, unité de transformation, ...). Les résultats ont montré que sur les flores examinées (*E. coli* 0157:H7, *Listeria Monocytogène* et salmonelle) avant et après traitement de pasteurisation des carcasses, on obtient une réduction de 4 Log minimum.

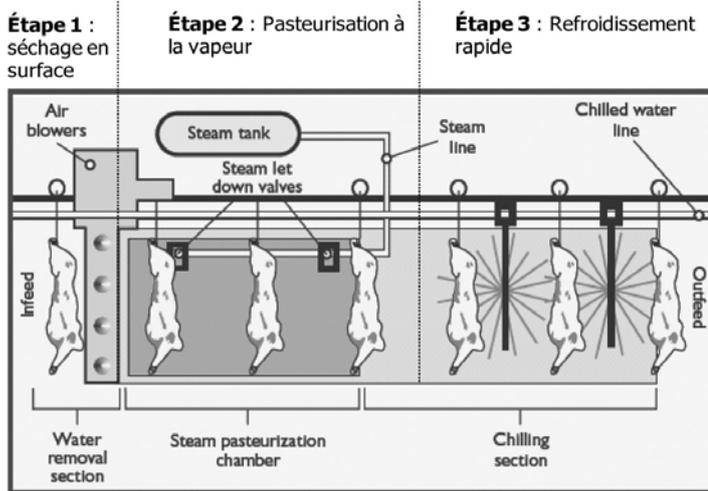
Le protocole expérimental mis en œuvre était le suivant :

- 1/ Inoculation des fécès avec des cultures bactériennes de *E. coli*

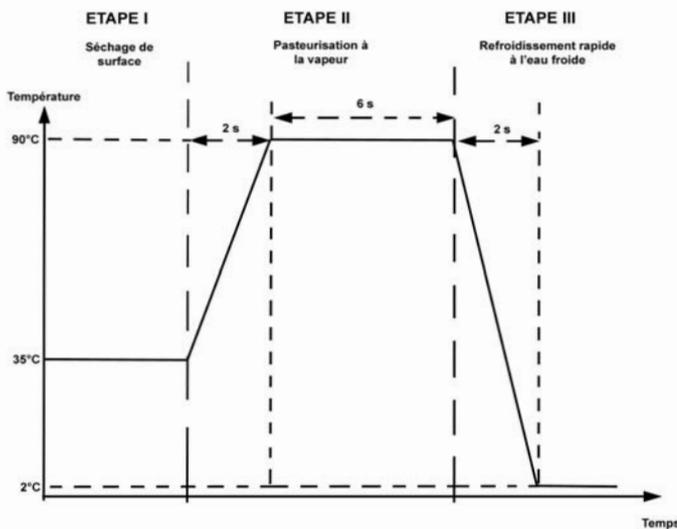


Figure 1

FRIGOSCANDIA ou STEAM PASTEURISATION SYSTEM



Tunnel compartimenté avec une capacité de traitement
Jusqu'à 400 GB/heure
Positionnement en fin de ligne d'abattage, conception permettant un traitement complet de la
carcasse.



Profil des températures atteintes,
en fonction du temps, en surface des carcasses

- 0157:H7, salmonelle *Typhimurium* et *Listeria monocytogène*,
- 2/ Étalement des fécès inoculées sur 300 cm² à la surface des tissus de bovins juste après abattage,
- 3/ Excision d'une partie du tissu inoculé de 34,2 cm² pour déterminer la contamination initiale en pathogènes,
- 4/ Passage par la cabine de traitement de pasteurisation,
- 5/ Excision d'une partie du tissu inoculé de 34,2 cm² pour déterminer la population en pathogènes après traitement.

Les résultats exprimés en Log₁₀ CFU/cm² montrent que pour l'ensemble des tests (70 carcasses) on obtient une réduction de la population pathogène de 3,5 Log minimum et qui atteint 5 Log minimum si pendant la phase de refroidissement on utilise une solution d'acide lactique à 2%.

La validation en abattoir

Suite aux résultats obtenus en laboratoire, FRIGOSCANDIA a développé un prototype industriel qui a été placé dans un abattoir de la Société EXCEL.

Deux cents carcasses sur 5 sites de prélèvements, ont été analysées avant et après traitement (J + 24 h). En fait l'opération n'a pas été réalisée d'un coup sur 200 carcasses mais sur 40 carcasses par jour sur 5 jours.

Le Protocole

- les 5 sites de prélèvements :
 - * intérieur du globe : (inside round),
 - * faux-filet (loin),
 - * fente (midline),
 - * poitrine (brisket),
 - * collier (neck).
- les flores analysées :
 - * flore totale aerobique,
 - * coliformes totaux,
 - * *E. coli*,
 - * enterobactéries.

Les résultats obtenus

Quel que soit le site de prélèvement, les résultats montrent que le niveau de contamination est toujours significativement inférieur ($p \leq 0,01\%$) après le traitement de pasteurisation.

Avant pasteurisation, la fente est la zone la plus contaminée (moyenne de 2,5 Log₁₀ CFU/cm²).

Après traitement le collier et la fente sont les 2 sites ayant une population microbienne résiduelle la plus élevée avec respectivement 1,3 et 1,1 Log₁₀ CFU/cm².

Pour toutes les localisations anatomiques, les populations en *E. coli*, Coliformes totaux et enterobactéries sont significativement inférieures ($p < 0,01$) après traitement de pasteurisation. Seulement 2 carcasses sur les 200 analysées après pasteurisation ont une population de *E. coli* supérieure à 1 Log₁₀ CFU/cm².

Aucune analyse microbiologique n'a été réalisée après 24 h. En effet aux USA les viandes sont expédiées vers les lieux de vente au maximum 48 h après abattage.

Les effets de la pasteurisation sur la couleur ont été jugés non significatifs. Les résultats ont simplement montré qu'immédiatement après le traitement on observe une légère décoloration de la surface des carcasses, mais cet effet disparaît totalement après 12 h en chambre froide. Il faut préciser que les carcasses



américaines ne sont pas émoussées et qu'une « couche » de graisse est présente en surface.

Les résultats des tests organoleptiques confirment qu'il n'a pas été observé de différences significatives d'aspect, d'odeur, de goût ou de texture entre les viandes témoins et les viandes traitées.

Les éléments économiques

Ces données portent sur un équipement conçu pour traiter 400 bovins/heure.

- puissance installée : 40 kW,
- consommation de vapeur : 9,2 kg/tête,
- consommation d'eau : 1,5 l/tête,
- surface au sol : 6 m²,
- prix : 750 000 \$ US

Pour l'Europe FRIGOSCANDIA avait un projet de machine avec une capacité de 30 bovins/heure.

Le prix annoncé était de l'ordre de 200 000 \$ Us.

Avantages/Limites du traitement vapeur

Le diamètre des gouttelettes vapeur est plus faible que celui des bactéries ce qui leur permet d'atteindre les cavités de la surface de la viande, mais il y a des risques de condensation si le compartiment est insuffisamment ventilé :

- la production de vapeur requiert beaucoup d'énergie et d'eau (système de récupération de la vapeur condensée),
- risque de modification de la couleur des viandes même pour des durées de traitement courtes (inférieures à 15 s.) surtout pour des carcasses types européennes,
- une recontamination est toujours possible par contact après traitement.

Cabine de douche d'eau chaude CHAD

CHAD est un constructeur de matériel implanté dans la banlieue de Kansas City.

CHAD est spécialisé dans les équipements pour abattoirs et a développé des installations de traitement pour la décontamination de surface des carcasses pour toutes espèces (bœuf, veau, porc et mouton).

Principe et mise en œuvre

CHAD propose des installations

composées de plusieurs cabines de douche équipées de rampes de pulvérisation. Dans le principe on combine une opération de lavage avant fente et dépouille puis en fin de ligne un ensemble composé d'une cabine de pulvérisation d'eau chaude sous pression et d'une cabine de douche avec un acide organique.

Le principe d'une telle ligne repose sur 2 étapes :

- 1^{re} étape : lavage externe de la carcasse avant ouverture et dépouille,
- 2^e étape : traitement de décontamination par combinaison eau chaude et acide.

Les conditions opératoires de traitement optimisées ont été définies de la manière suivante :

- pulvérisation d'eau chaude pendant 5 s à 95 °C avec une pression de 20 psi (1,4 bars),
- douche avec une solution d'acide lactique à 2% à 55 °C.

Efficacité des systèmes

Afin de retenir ces conditions opératoires, l'étude sur le sujet a été réalisée par le Docteur ACUFF de Texas A & M. University, qui dispose comme Kansas State University de toutes les facilités (abattoir expérimental, atelier de découpe, ...).

Des analyses bactériologiques ont été réalisées avant et après traitement (J + 24 h) sur des carcasses inoculées avec fécès et non inoculées.

Le Protocole expérimental

→ Les facteurs de variation

- * Pulvérisation d'eau chaude :
 - température eau chaude : 72 à 99 °C,
 - pression : 20 à 200 Psi,
 - temps de pulvérisation : 2,5 à 18 s.
- * Douchage final à 55 °C :
 - eau,
 - acide organique (lactique, acétique, lactique + acétique),
 - phosphate trisodique.

→ Les modes d'application

- * eau chaude seule,
- * acide ou phosphate trisodique seul,
- * eau chaude + acide,
- * acide + eau chaude.

- Les flores examinées à J + 24 heures :
- * salmonelle *typhimurium*,
 - * *E. coli* 0 157 : H 7,
 - * entérobactéries,
 - * coliformes thermotolérants.

- Les points de prélèvement sont les suivants :
- * collier,
 - * poitrine,
 - * épaule (macreuse),
 - * faux-filet,
 - * globe (rond de gîte).

Les résultats

Les résultats montrent qu'avec les conditions retenues (eau chaude à 95 °C - pression 20 Psi, temps d'exposition 5 s suivi d'un douche à 55 °C avec une solution d'acide lactique à 2%) on obtient :

- une réduction de 3,5 Log minimum sur *E. coli* 0 157 : H7 et jusqu'à 5 Log pour les salmonelles sur les carcasses inoculées,
- une réduction moyenne de 1,5 Log sur les carcasses non inoculées.

Les éléments économiques

Le prix annoncé pour un équipement complet se situant aux environs de 105 000 \$ US et comprenait :

- les pompes de circulation,
- un système de nettoyage en place avec pompe,
- les rampes de pulvérisation,
- un tank de stockage de l'eau chaude et de la solution acide,
- le tableau de commande.

Avantages/Limites de la cadence de douche à eau chaude

Il s'agit d'une technique simple et efficace. Les cabines automatiques de « lavage » à l'eau chaude sont aujourd'hui très répandues dans le monde. L'eau chaude peut être utilisée pour un traitement des carcasses entières, ou sur des zones spécifiques.

Plus la température est élevée, plus les résultats en terme de sécurité sanitaire sont importants.

L'utilisation d'une haute pression influe sur l'efficacité pour enlever la contamination visible mais il y a des effets secondaires possibles :

- sur la couleur de la viande,
- sur la pénétration des bactéries dans les tissus.

Tunnel de pulvérisation d'eau chaude STANFOS

STANFOS est un équipementier implanté à EDMONTON au Canada qui a développé une machine de « pasteurisation » des carcasses à l'eau chaude.

Principe de mise en œuvre

Il s'agit d'un tunnel équipé dans son ensemble d'un système de pulvérisation.

De l'eau chaude (à 85 ± 3 °C) est pulvérisée pour atteindre au minimum 80 °C au contact de la carcasse.

Un système de buses rotatives a été développé et breveté pour garantir pression et température au contact de la viande.

Ce système s'applique au traitement des carcasses de porc, bovin et poulet.

L'eau chaude est stockée et maintenue en température dans un tank de 1 000 l. Après pulvérisation cette eau est recyclée. Les particules solides des eaux recyclées sont retenues sur des filtres.

Efficacité du système

STANFOS a travaillé avec le Docteur GILL du Centre de Recherche des Aliments de Lacombe (en Alberta) au Canada pour évaluer l'efficacité bactériologique de son système.

Quel que soit le site de prélèvement sur la carcasse, les études ont montré une réduction bactérienne moyenne en *E. coli* de 2 Log environ pour une durée de traitement de 15 secondes sans modification de l'aspect (couleur en particulier).

Les recherches ont montré que jusqu'à 45 s on n'observe pas d'effet significatif du traitement sur la qualité organoleptique de la viande.

Les études ont montré également que l'eau, bien qu'elle soit recyclée, ne se contamine pas au cours du temps.

Il a été visité la Société FLETCHER'S Fire Food dont l'abattoir de porcs (300 porcs/heure) est équipé d'un tel système. D'après les utilisateurs cet équipement permet à l'entreprise de respecter le cahier des charges bactériologique de leurs clients japonais qui représen-

taient plus de 50% de la production de l'usine.

Les éléments économiques

- consommation d'eau : 0,5 l/carcasse,
- consommation énergétique : 0,4 kWh/carcasse,
- 400 litres d'eau sont nécessaires pour le nettoyage en place de l'installation, en fin de journée,
- prix annoncé pour 30 bovins/heure entre 50 000 et 80 000 \$ US suivant le niveau d'automatisation.

Les systèmes de décontamination à la vapeur – Kentmaster (ou Jarvis)

Il s'agit de 2 systèmes portatifs :

- le pistolet ou aspirateur de pulvérisation,
- le couteau de parage avec injection de vapeur.

Principe et mise en œuvre

La vapeur est pulvérisée entre 50 et 70 Psi (3 et 4.5 bars) de pression avec une distance et un angle ajustés de telle manière qu'en tout point de la surface de la carcasse la température atteinte soit comprise entre 88 et 94 °C avec une pression de 10 à 20 Psi. Le temps de contact doit être de 5 à 10 s maximum. Cet équipement a fait l'objet d'un brevet et a reçu l'agrément USDA comme moyen possible de décontamination des viandes en mars 1996.

Efficacité du procédé

C'est le docteur SOFOS de Colorado State University de Fort Collins qui a réalisé des recherches pour évaluer l'efficacité du système KENTMASTER.

Des recherches préliminaires en laboratoire ont permis de montrer sur tissus inoculés en flore totale, coliformes et *E. coli* 0157 : H7 que l'on obtient respectivement en moyenne 2,5 et 5 Log de réduction sur les différents points de prélèvement de la carcasse (collier, poitrine, faux-filet et globe).

Une étude a ensuite été lancée pour valider les résultats dans 5 abattoirs de 2 compagnies MONFORT et CONAGRA.

Le protocole

- Les flores analysées avant et après traitement :
 - * flore totale mésophile aérobie,
 - * coliformes totaux,
 - * 2 catégories de carcasse ont été identifiées :
 - avec contamination fécale visible sur le cuir,
 - sans contamination fécale visible sur le cuir.
- Les traitements appliqués :
 - * pulvérisation de vapeur,
 - * couteau de parage avec injection de vapeur.
- Le point de prélèvement :
 - * intérieur de la cuisse.

Les résultats

- Sur carcasse sans contamination fécale visible :

La réduction moyenne obtenue dans les 5 abattoirs est de 0,57 Log CFU/cm² en flore totale et 0,33 Log CFU/cm² en coliformes totaux.

Les valeurs de contamination en flore totale et coliformes se situent respectivement entre 2,59 Log CFU/cm² et 3,43 Log CFU/cm² et entre 0,99 Log CFU/cm² et 1,52 Log CFU/cm².

- Sur carcasse avec contamination fécale visible :

La réduction moyenne obtenue dans les 5 abattoirs est de :

- * pour le traitement avec pulvérisation de vapeur de 1,73 Log CFU/cm² en flore totale et 1,67 Log CFU/cm² en coliformes fécaux,
- * pour le traitement avec le "couteau" de parage à la vapeur de 1,38 Log CFU/cm² en flore totale et 1,61 Log CFU/cm² en coliformes fécaux.

Les valeurs de contamination en flore totale et coliformes fécaux se situent respectivement entre 4,27 Log CFU/cm² et 5,49 Log CFU/cm² et entre 3,08 Log CFU/cm² et 3,64 Log CFU/cm².

CONCLUSION

Sur les 4 procédés étudiés de décontamination de surface des viandes au cours de cette mission, il est apparu que :

- Trois procédés étaient basés sur des techniques simples de douche à l'eau ou à la vapeur et qui pouvaient être éventuellement combinés à un doucheage avec une solution d'acide.
Ces trois procédés sont représentés par CHAD, KENTMASTER et STANFOS.
- Seul FMC Food Technology (ex : Frigoscandia) avait développé une technique plus complète et plus efficace. En effet leur procédé est basé sur la combinaison des effets thermiques de la chaleur et du froid dans un temps très court, ceci afin aussi d'éviter toutes altérations de l'aspect (couleur en particulier) et des qualités organoleptiques.

Cette mission avait permis de constater qu'aux USA et au Canada la décontamination des viandes en abattoir était un sujet "brûlant" à la fin dans les années 96 et 97 et devenait quasi obligatoire avec les nouvelles règles HACCP mises en place tout dernièrement.

La décontamination des carcasses en Amérique du Nord est aujourd'hui systématique et répond quelque part à leur logique de décontamination curative.

Néanmoins, cette situation est pénalisante pour nos opérateurs vis-à-vis de certains marchés. Il serait certainement intéressant de refaire un point de la situation et connaître l'efficacité réelle de telles solutions surtout vis-à-vis des recommandations après traitement.

En effet il existe un risque évident de « déséquilibre » des flores qu'il convient d'évaluer.

Ces quatre technologies ont toutes reçu l'approbation de l'USDA, et sont donc appliquées dans les abattoirs aux États-Unis.

Les deux tableaux page suivante résument les techniques de décontamination des carcasses actuellement approuvées par l'USDA aux États-Unis.

Ces technologies sont aujourd'hui validées et autorisées aux États-Unis.

Tableau : FICHE RÉCAPITULATIVE DES CONTACTS U.S. (Equipementiers et Universités)

SOCIÉTÉ	COORDONNÉES	NOMS DES CONTACTS	PROCÉDÉ	Collaboration avec l'Université ou le Centre de recherche de :
FMC Food Technology (Frigoscandia)	PO BOX 3984 BELLEVUE, WA 98009 Tél : 206/867-6728 Fax : 206/882-0448	Daniel E. SMITH Chef de produit R.C. WILSON Responsable technique	Steam Pasteurisation System (SPS)	Kansas State University de Manhatan Docteur P.K. PHEBUS
PURE PULSE TECHNOLOGIE, INC	8888 Balboa Avenue SAN DIEGO, CA Tél : 619/496-4100 Fax : 619/576-1377	Donald LANDER Vice Président Thomas M. OTT Application industrielle Dr. Joseph DUNN scientifique	Pure Bright	Recherche interne
CHAD	11531 West 83 road Terrace LENEXA, KS 66214 Tél : 913/894-0123 Fax : 913/894-0205	Mike GANGEL Président Jerry ANDERSON Vice-Président	Cabine de doucheage eau chaude + acide	TEXAS A & M. University de College Station Docteur ACUFF
STANFOS	3908 - 69 avenue Edmonton ALBERTA Tél : 403/468-2165 Fax : 403/465-4890	Lang JAMESON Président Dennis BEDART Directeur Technique	Cabine de pulvérisation d'eau chaude	Centre de Recherche des Aliments de Lacombe ALBERTA Canada Docteur GILL
KENTMASTER	Siège social : Monrovia Californie Usine : 4417 S 139 sT Omaha, NE 68137 Tél : 402/896-3355 Fax : 402/896-3311		Pasteurisation à la vapeur Couteau de parage avec vapeur	Colorado State University de Fort Collins Docteur SOFOS



**TABLEAUX DE SYNTHÈSE DES TECHNIQUES DE DÉCONTAMINATION DES CARCASSES
ET DES VIANDES APPROUVÉES PAR L'USDA**

Procédés	Technologie	Application	Réduction microbienne	Avantages	Inconvénients	Approbation	Distributeur
Physiques	Rinse and Chill	10 - 15 s	0,2 - 2 Log	Amélioration de la qualité microbiologique des viandes	Investissement et coûts importants pour les industriels	USA, Japon, Corée	MPSC
	Hautes pressions	0,5 - 5 min	> 4 Log	Augmentation de la durée de vie des produits	Investissement et coûts importants pour les industriels	Pas de législation	Avure Technologies
	Eau chaude/pasteurisation	10-15 s à 75-85 °C	1-3 Log	Utilisable en combinaison avec procédés chimiques	Décoloration des viandes possibles	USA, Australie	FPE, APV, CHAD Company FMC
	Vapeur	Secondes	1 -3 Log	Action dirigée en fonction de la contamination visible	Couteux, blanchissement de la surface des carcasses	Pas de restriction	Vac San-Kentmaster, Australia
	Eau électrolysée	Pulvérisation	1,5 à 3 Log sur surfaces inertes	Le sel est le seul produit chimique utilisé	Un certain capital est nécessaire, mais cette méthode peut être meilleur marché par rapport à d'autres	USA	Primacide – Electric Aquagenics Unlimited

Procédés	Technologie	Application	Réduction microbienne	Avantages	Inconvénients	Approbation	Distributeur
Chimiques	Acides organiques	10-30 s fonction de la température	1 - 3 Log	Application par pulvérisation	Décoloration des viandes possible – acidorésistance des pathogènes – corrosion du matériel	USA	CHAD Company - Ecolab
	Phosphate trisodium	10 s	0,7 – 1,5 Log		Contamination des effluents	USDA	
	Acide peroxyacétique	10 - 30 s	1,4 Log	Faibles concentrations	Décoloration possible	USDA	CHAD Company - Ecolab
	Eau ozonée	15 - 60 s	1 - 2 Log	Ozone se dissipe rapidement	Décoloration possible	USDA	Ozone Safe Food – Pacific Ozone
	Lactoferrine		0,7 à 2,5 Log	Produits naturels. Utilisables dans les emballages sous vide. Effet possible sur la DLC des produits	Si ajoutée aux abats : abats doivent être humidifiés avant emballage	USA, autorisée au Japon et Corée	National Beef Company
	Chlorure de sodium acide	> 60 s	> 4 Log	Non affecté par la charge organique. Effet continu sur le produit emballé	Dans le cas d'utilisation d'acides actifs, programmer la sécurité de stockage et des opérateurs	USDA	Vibrex – Grayson, Australie. Zydox – Zychem TechnoLogies. Sanover – Alcide Corporation
Chlorure de Cetylpyridium	15 - 30 s à 1%	1,5 – 2 Log sur les cuirs. 2,1 Log sur les tissus de bœuf	Effet sur le cuir jusqu'à 4 heures, aucun impact sur la texture, le goût, l'apparence et l'odeur	Résidus jusqu'à 1% sur la viande	USDA	CHAD. Safe Foods Corp (Cecure)	