

Nettoyage-désinfection des porcheries d'attente à l'abattoir : maillon dans la lutte contre la contamination des porcs par les Salmonelles

*Clémentine MIRCOVICH
Brice MINVIELLE*

Pôle Qualité des Produits

Etude réalisée avec le concours financier de l'OFIVAL

Sommaire

<u>Résumé</u>	3
<u>Introduction</u>	4
<u>1. Matériel et méthodes</u>	5
1.1. <u>Protocoles de nettoyage-désinfection mis en œuvre</u>	5
1.2. <u>Contrôle des opérations de nettoyage-désinfection</u>	6
1.2.1. <u>Sites de prélèvement</u>	6
1.2.2. <u>Analyses microbiologiques</u>	6
1.2.3. <u>Déroulement des prélèvements</u>	6
1.3. <u>Analyses statistiques</u>	6
<u>2. Résultats</u>	7
2.1. <u>Contamination des travées par les Salmonelles en fin de journée</u>	7
2.2. <u>Efficacité des protocoles testés sur la contamination par les Salmonelles</u>	7
2.2.1. <u>Protocole « fin de semaine » 3</u>	7
2.2.2. <u>Protocole « fin de journée » 1</u>	8
2.2.3. <u>Protocole « fin de journée » 2</u>	9
2.3. <u>Efficacité des protocoles testés sur la contamination par la flore mésophile totale</u>	10
2.3.1. <u>Mise en classes des résultats des boîtes contact</u>	10
2.3.2. <u>Résultats selon le protocole mis en place</u>	10
2.3.3. <u>Résultats comparés entre les premières et les secondes réalisations du protocole « fin de semaine » 3</u>	11
2.3.4. <u>Evolution sur une semaine de la contamination en flore totale lors de l'application quotidienne du protocole 2</u>	12
2.3.5. <u>Contamination des murs et des sols</u>	12
<u>3. Réalisation pratique du nettoyage-désinfection des porcheries d'attente à l'abattoir</u>	13
3.1. <u>Temps de réalisation des procédures</u>	13
3.2. <u>Consommation d'eau et de produits</u>	14
<u>Conclusion</u>	15
<u>Remerciements</u>	16
<u>Bibliographie</u>	17

Résumé

A l'égard des Salmonelles, le principal facteur de risque de contamination des carcasses de porcs est le portage intestinal. La contamination des animaux se produit certes, en partie à l'élevage mais plusieurs études montrent que les étapes transport et surtout attente à l'abattoir constituent des facteurs de risque importants, en terme de contaminations croisées des porcs par les Salmonelles.

Trois protocoles de nettoyage-désinfection des travées de porcheries d'attente d'abattoir ont été mis en oeuvre: un protocole approfondi, susceptible d'être mis en place en fin de semaine où la phase de désinfection est réalisée après détergence et décapage sous pression, et deux protocoles courts susceptibles d'être réalisés tous les jours, le premier basé sur l'utilisation d'un détergent alcalin chloré seul suivi d'un décapage sous pression, et le second sur une désinfection directe après un décapage sous pression.

Nos résultats confirment que le taux de contamination des travées est important : 37% des sites de 0.5 m² prélevés à l'issue d'une journée de tuerie. La procédure approfondie s'avère efficace pour éliminer les Salmonelles puisqu'un seul prélèvement a été trouvé positif en recherche de Salmonelles alors que 40 étaient initialement contaminés. Par contre la première procédure courte basée sur une détergence seule manque d'efficacité puisque près de 50% des sites initialement contaminés sont encore positifs à l'issue de sa réalisation. Un nettoyage sans désinfection n'est donc pas efficace pour maîtriser la contamination des travées par les Salmonelles. Enfin, la seconde procédure courte dont la réalisation est légèrement plus rapide en raison de l'absence de détergence, s'avère finalement d'une efficacité satisfaisante à la fois sur les Salmonelles (2 sites restent positifs sur 21 initialement contaminés) et la flore mésophile totale. Cette procédure pourrait ainsi être mise en place en routine dans les porcheries d'attente des abattoirs de porc, de façon quotidienne ou en rotation, en fonction de l'activité des abattoirs, du matériel et du personnel mis à disposition.

Introduction

Certaines études ont mis en évidence que 70% des carcasses de porcs contaminées par des Salmonelles en fin de ligne d'abattage proviennent d'animaux eux-mêmes porteurs de ces bactéries au niveau intestinal (Berends et al, 1997). Les contaminations croisées ne concerneraient donc que 30% à 50% des carcasses contaminées en fin de chaîne, conséquences de la contamination de l'environnement et du matériel d'abattage en cours d'activité (Berends et al, 1997 ; Bouvet et al, 2003). La réduction de la contamination salmonellique des carcasses de porc passe donc inéluctablement par la réduction du nombre d'animaux hébergeant ces bactéries dans leur contenu intestinal à l'élevage et à l'abattoir.

Or, tous les auteurs s'accordent sur le fait que le pourcentage de porcs contaminés en Salmonelles au niveau digestif augmente de façon considérable entre l'élevage et l'abattage (Craven et al, 1982 ; Fravalo et al, 1999 ; Hurd et al, 2001a ; Lemistre, 2002). Hurd et al, 2002, mesurèrent ainsi l'évolution de cette contamination lors du dépeuplement de 6 élevages dans le cadre de plans d'éradication, où une partie aléatoire des animaux était euthanasiée à la ferme et l'autre partie envoyée à l'abattoir et mirent en évidence une augmentation par un facteur 7. Les sérotypes retrouvés dans le tractus digestif à l'abattage peuvent d'ailleurs ne pas avoir été retrouvés à l'élevage, même de façon latente dans les nœuds lymphatiques mésentériques des animaux (Hurd et al, 2002). Ainsi 19% des isolats retrouvés à l'éviscération par Rostagno et al, 2002, étaient présents dans les cases d'attente des porcheries et absents des matières fécales des animaux au moment du déchargement. En effet, le stress du transport active l'excrétion fécale de Salmonelles par les porteurs sains qui contaminent les camions et les porcheries d'attente de l'abattoir. Lors de prélèvements réalisés après le déchargement des porcs à l'abattoir par Chevillon et al (1998), tous les camions présentaient des salmonelles, avec 58% des sols contaminés. De même, après une journée de tuerie 41% des travées étaient trouvées positives en salmonelles par Rossel et al (2002). Un porc provenant d'un élevage sain peut ainsi se contaminer pendant le transport et le stockage à l'abattoir car des Salmonelles ingérées par des porcs stressés peuvent être mises en évidence dans les parties distales de l'intestin en seulement 2 à 3 heures (Fedorka-Cray et al, 1995 ; Hurd et al, 2001a). En revanche, l'excrétion de Salmonelles par des animaux qui ont attendu 18h dans des cases nettoyées et désinfectées, n'est pas augmentée (Hurd et al, 2001b)

Cependant, en France, la durée moyenne de stockage des porcs à l'arrivée à l'abattoir est en moyenne de 6 heures (Frotin et al, 2001), un repos inférieur à 2 heures risquant d'augmenter la fréquence des viandes PSE. Les cahiers des charges CCP et Label Rouge imposent un minimum de 2 heures d'attente en porcherie avant abattage. En l'absence de la connaissance des statuts des animaux vis à vis des Salmonelles, de séparation entre les lots sains et les lots contaminés et de mise en place de procédures de nettoyage-désinfection quotidienne, le temps d'attente des porcs en porcherie reste donc un facteur de risque de contamination des animaux et indirectement des carcasses (Morgan et al, 1987 ; Lemistre, 2002 ; Beloeil, 2004).

Le nettoyage-désinfection des véhicules de transport d'animaux, obligatoire après chaque déchargement d'animaux, s'avère tout à fait efficace pour maîtriser le risque de contaminations croisées par les Salmonelles des lots précédents pendant le transport, même s'il consiste en un simple rinçage suivi d'une désinfection (Rossel et al, 2002).

Or, à la différence des véhicules de transport, les Salmonelles semblent beaucoup plus difficiles à éliminer dans les porcheries d'attente : 25% des échantillons restent positifs en Salmonelles après une procédure alliant haute pression, détergence, rinçage et désinfection,

et 10% le sont encore si l'on contrôle visuellement cette procédure et que l'on désinfecte une seconde fois les sites négligés (Swanenburg, 2001). Le béton, souvent rainuré au niveau du sol afin d'éviter que les animaux ne glissent, présente en effet une surface poreuse, friable, parfois fissurée, à laquelle les produits de nettoyage-désinfection n'accèdent que partiellement. La recherche de procédures efficaces et compatibles avec l'activité d'abattage est donc l'objet de cette étude.

1. Matériel et méthodes

1.1. Protocoles de nettoyage-désinfection mis en œuvre

Au vu des taux de contamination des travées et du facteur de risque de contamination des animaux pendant l'attente, le nettoyage-désinfection devrait être réalisé quotidiennement. Or le temps disponible entre la libération des travées à la fin d'une journée et l'arrivée des premiers porcs destinés à être abattus le lendemain est très variable selon les abattoirs et n'excède que rarement 3 heures dans certains abattoirs, sauf le vendredi. La durée du protocole de nettoyage-désinfection mis en œuvre doit donc être courte en semaine, mais une procédure plus approfondie peut être envisagée en fin de semaine.

Trois protocoles ont donc été établis :

Premier protocole « fin de journée » = procédure 1

- Evacuation des souillures par un lavage à l'eau froide des passerelles si elles existent, des murs, des portes, puis des sols,
- Application d'un détergent (décapage chimique) de type alcalin chloré avec un temps de contact de 20 minutes,
- Rinçage à la moyenne (25 bars) ou moyenne-haute pression (50 à 70 bars).

Second protocole « fin de journée » = procédure 2

- Décapage mécanique à la moyenne ou moyenne-haute pression,
- Désinfection (glutaraldéhyde + ammoniums quaternaires) avec temps de contact minimum de 30 minutes.

Protocole « fin de semaine » = procédure 3

- Procédure 1,
- Désinfection (glutaraldéhyde + ammoniums quaternaires) et temps d'action théorique (avant l'arrivée des animaux) de 48h.

Chaque protocole a été réalisé dans au moins 2 abattoirs de porcs, sur 3 travées dans chaque abattoir. Les procédures 1 et 2 ont été réalisées tous les soirs pendant une semaine, après la réalisation de la procédure 3 le vendredi précédent. Cette dernière a été réalisée une seconde fois à la fin de la semaine de l'essai (voir annexe).

Les produits détergents et désinfectants ont été appliqués sous forme de mousse à l'aide d'un canon à mousse ou d'une centrale mousse. Ce dernier système permet l'automatisation de la distribution des produits, la maîtrise de la concentration des solutions, la production d'une mousse de qualité et l'apport d'eau sous moyenne pression. Les solutions ont été

employées à des concentrations de 4% pour le détergent et de 2% pour le désinfectant, selon les préconisations du fabricant.

1.2. Contrôle des opérations de nettoyage-désinfection

1.2.1. Sites de prélèvement

Les prélèvements de surface ont été réalisés en 5 sites par travées : 3 sols et 2 murs, étant donné que les sols des porcheries d'attente sont significativement plus contaminés par les Salmonelles que les murs, eux-mêmes plus contaminés que les barrières de séparation (Rossel et al, 2002). A chaque série, 15 sites en tout ont donc fait l'objet de prélèvements.

1.2.2. Analyses microbiologiques

Des chiffonnages de 0.5 m² (chiffonnettes stériles contenant de l'eau peptonée tamponnée) ont été réalisés avant et après chaque procédure afin d'y rechercher les Salmonelles selon la norme NF V 08-052. Une solution neutralisant les désinfectants a pu être utilisée lors de prélèvement après désinfection non suivie d'un rinçage.

Des boîtes-contact avec neutralisants ont été appliquées pendant 15 secondes avec une force constante, à l'issue des procédures, afin d'y dénombrer la flore mésophile totale. Cette méthode semi-quantitative est en effet considérée comme la plus adaptée pour le contrôle de l'efficacité du nettoyage-désinfection en élevage porcin (Corrégé et al, 2003), des véhicules de transport des porcs vivants (Corrégé et al, 1998), et en abattage-découpe (Corrégé et al, 1995 ; Minvielle et al, 1999). En effet, la flore mésophile totale, répartie en classes de dénombrement, est la flore la plus discriminante pour montrer les différences de contamination d'une part, et les boîtes-contact sont moins coûteuses, plus reproductibles et plus faciles d'application que les chiffonnettes d'autre part (Corrégé et al, 1998). Les colonies (y compris les levures et les moisissures) ont été dénombrées sur les boîtes contact après 48 heures d'incubation à 30°C.

1.2.3. Déroulement des prélèvements

Chaque procédure a été testée 2 fois lors de chaque répétition (notées par la suite « réalisations » 1 pour le lundi et 2 pour le jeudi) en l'espace d'une semaine, comme il est décrit dans l'annexe. Seule la procédure 2 a été testée 4 fois lors de la même semaine dans l'abattoir 3.

1.3. Analyses statistiques

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SAS. L'efficacité de chaque protocole sur les Salmonelles a été testée grâce à un test de Mac Nemar car les résultats de chaque site avant et après les procédures sont appariés.

Toutes les comparaisons de répartition des résultats de boîtes-contact ont été réalisées grâce à des tests du Chi-deux, éventuellement complété par un test exact de Fisher en cas d'effectif réduit.

2. Résultats

2.1. Contamination des travées par les Salmonelles en fin de journée

Les prélèvements ont été réalisés après une journée d'activité par chiffonnage d'une surface de 0.5 m² par site après rinçage des travées le lundi (Rossel et al, 2002). Les travées étaient indemnes de Salmonelles en début de journée car elles avaient été nettoyées et désinfectées le vendredi précédent (procédure 3).

Tableau 1 : Nombres et pourcentages de prélèvements positifs en recherche de Salmonelles à la fin d'une journée d'activité .

Abattoir	Répétition	Sols positifs	Murs positifs	Total sites
1	1	9/9	3/6	12/15
2	1	2/9	2/6	4/15
1	2	5/9	2/6	7/15
2	2	1/9	0/6	1/15
3	1	2/9	2/6	4/15
Total		19/45	9/30	28/75
		42.2%	30%	37.3%

Au total, ce sont 37% des sites de 0.5 m² contrôlés qui sont positifs en recherche de Salmonelles à l'issue d'une journée de tuerie.

La proportion de sites contaminés est différente selon les abattoirs ($p < 0.01$) et variable selon la journée (1 à 12/15), ceci sans doute en relation avec le nombre très variable de porcs excréant des Salmonelles qui ont séjourné dans les travées.

Les sols paraissent plus contaminés que les murs, mais à partir des seuls résultats du lundi soir présentés ici cette différence n'est pas statistiquement significative et ne dépend pas des abattoirs. Les pourcentages de sols contaminés sont proches des 36% trouvés par Rossel et al (2002). En revanche, le pourcentage de murs positifs trouvé ici est beaucoup plus élevé (30% vs 14%), en raison peut-être d'usures différentes des murs, ce qui est suggéré par la variabilité des sites positifs (de 2/12 à 5/12), même si les abattoirs ne sont pas significativement différents entre eux.

2.2. Efficacité des protocoles testés sur la contamination par les Salmonelles

2.2.1. Protocole « fin de semaine » 3

Après la réalisation du protocole « fin de semaine » 3, les Salmonelles ne sont plus présentes, à une exception près ; le protocole est d'ailleurs très hautement significatif ($p < 0.001$).

Tableau 2 : Résultats des recherches de Salmonelles sur 15 chiffonnettes avant et après la procédure « fin de semaine » 3

Abattoir	Répétition	Réalisation	Sites positifs salmonelles /15	
			avant	après
1	1	1	2	0
1	1	2	0	0
1	2	1	6	0
1	2	2	0	0
2	1	1	2	1
2	1	2	13	0
2	2	1	6	0
2	2	2	11	0
Total			40/120	1/120

Le protocole testé en 4 phases : lavage, détergence, rinçage et désinfection, est donc efficace vis-à-vis de l'élimination des Salmonelles. Ce résultat est meilleur que celui de Swanenburg (2001), qui obtenait encore 25% des sites de 0.25 m² contaminés à l'issue d'une procédure équivalente. Cet écart peut être dû à une meilleure efficacité des produits et de leurs modes d'application testés dans cette étude. D'une part les molécules désinfectantes ont été utilisées en combinaison, et d'autre part l'utilisation de produits sous forme de mousse permet à la fois un temps de contact plus important, une meilleure pénétration dans les porosités qu'une solution liquide et une bonne visualisation de la surface traitée (Mourcel et al, 1998 ; Chevillon et al, 1998).

2.2.2. Protocole « fin de journée » 1

Tableau 3 : Résultats des recherches de Salmonelles sur 15 chiffonnettes avant et après la procédure « fin de journée » 1:

Abattoir	Répétition	Réalisation	Sites positifs salmonelles /15	
			avant	après
1	1	1	12	4
1	1	2	2	0
1	2	1	6	4
1	2	2	0	5
2	1	1	4	1
2	1	2	13	9
2	2	1	6	6
2	2	2	11	2
Total			54	31

Remarque : Lors de la réalisation 2 de la répétition 2 de l'abattoir 1, 5 prélèvements se sont révélés positifs en Salmonelles après nettoyage alors qu'ils étaient négatifs avant. Il est vraisemblable que les Salmonelles aient été présentes avant le nettoyage, mais qu'elles n'aient pas été détectées.

Le protocole « fin de journée » 1 testé qui comporte 3 phases : lavage, application d'un produit détergent chloré pendant 20 minutes et rinçage à la moyenne ou moyenne-haute pression, s'avère assez peu efficace vis-à-vis de l'élimination des Salmonelles. En effet, si on élimine la réalisation 2 de la répétition 2 de l'abattoir 1, sur 54 prélèvements positifs au départ de la procédure, 26 prélèvements le sont restés, soit près de la moitié. Il semble donc que les produits détergents alcalins chlorés, malgré le gain de temps qu'ils sont susceptibles

de permettre, ne sont pas suffisamment efficaces pour éliminer les Salmonelles sur les surfaces des porcheries, même si le test de Mac Némar confirme cependant qu'il y a davantage de sites initialement contaminés qui sont devenus négatifs à l'issue de la procédure, que de sites initialement négatifs qui sont devenus positifs ($p < 0.001$).

Ce résultat va dans le même sens que celui de Boes (2001), qui trouve avant l'arrivée des animaux davantage de prélèvements positifs en Salmonelles sur des travées nettoyées mais non désinfectées que sur des travées contaminées par le passage d'un lot à forte proportion d'animaux porteurs. Ainsi, un nettoyage sans désinfection ne semble non seulement pas permettre une diminution satisfaisante des Salmonelles sur les surfaces des porcheries, mais pourrait même permettre une augmentation de leur taux de récupération lors de prélèvements de contrôle.

Lors de la répétition 2 de l'abattoir 1, il a été réalisé deux dosages de la concentration en chlore résiduel à l'issue du temps de contact du produit. Le chlore résiduel était bien en concentration insuffisante pour pouvoir avoir une activité bactéricide : 39 ppm sur une travée et 60 ppm sur l'autre, alors que la valeur cible pour un effet bactéricide est de 150 ppm minimum en fin de phase de détergence. Ceci peut être mis en relation avec la persistance de Salmonelles à l'issue de cette procédure.

Cependant, pour augmenter cette concentration afin d'obtenir une activité bactéricide, de l'eau de javel a été ajoutée au détergent à la réalisation suivante. Le dosage a alors largement atteint la valeur cible puisque les 3 concentrations mesurées ont été : 325, 280 et 355 ppm. Il est d'ailleurs recommandé de ne pas utiliser de solutions à plus de 500 ppm de chlore qui sont corrosives. Malgré cette concentration, 5 chiffonnettes étaient quand même positives à l'issue de la procédure. Ce résultat, bien que non généralisable en raison du trop faible nombre de ces dosages, semble aller dans le sens de la protection des Salmonelles au sein de la matière organique, malgré des concentrations élevées de chlore dans la solution détergente. Ceci est en accord avec la forte sensibilité aux matières organiques des dérivés du chlore qui est bien connue.

2.2.3. Protocole « fin de journée » 2

Tableau 4 : Résultats des recherches de Salmonelles sur 15 chiffonnettes avant et après la procédure « fin de journée » 2 :

Abattoir	Réalisation	Sites positifs salmonelles /15	
		avant	après
1	1	7	0
1	2	4	0
2	1	1	1
2	2	2	1
3	1	4	0
3	2	0	0
3	3	3	0
3	4	0	0
Total		21	2

Le protocole « fin de journée » 2 qui consiste en un décapage à la moyenne ou moyenne-haute pression directement suivi d'une désinfection, abouti à 2 sites positifs en Salmonelles alors que 21 étaient initialement contaminés. Cette procédure rapide paraît donc assez efficace, en tout cas nettement plus que la procédure 1 ; son efficacité est confirmée par le test de Mac Nemar qui est très hautement significatif ($p < 0.001$).

Cette efficacité est à nuancer cependant par le nombre assez faible de sites initialement contaminés (maximum 7 sites sur 15) et l'absence de répétition avec une forte contamination

initiale. C'est seulement dans l'abattoir 2 que 2 sites ont été trouvés positifs à l'issue de la procédure ; le premier alors qu'un seul prélèvement était positif avant la procédure dans une autre case de la même travée, et le second alors que seulement 2 sites étaient initialement positifs dans la travée adjacente. L'efficacité de ce protocole est donc moins probante dans cet abattoir, peut-être en raison de l'eau utilisée pour le décapage : froide et issue d'un forage, alors que les abattoirs 1 et 3 utilisaient de l'eau chaude de qualité potable, ou bien en raison de la pression appliquée : 25 bars pour l'abattoir 2 vs 70 bars pour l'abattoir 1 et 50 bars pour l'abattoir 3. Ou bien l'embout utilisé formant un jet d'eau en pinceau qui permet une application beaucoup plus rapide, a peut-être en contre-partie une moindre efficacité pour le décapage. Enfin, ces 2 sites pourraient ne pas avoir été détectés positifs au départ car les sites prélevés avant et après sont adjacents, ou bien ont été simplement re-contaminés par les bottes des opérateurs, ou des projections d'une travée à l'autre...

Globalement, la procédure 2 a non seulement l'avantage d'être assez rapide pour pouvoir être mise en place de façon régulière en abattoir, mais elle semble assez efficace pour éliminer les Salmonelles des travées d'attente des animaux.

2.3. Efficacité des protocoles testés sur la contamination par la flore mésophile totale

2.3.1. Mise en classes des résultats des boîtes contact

L'interprétation des résultats des boîtes contact, dans le cadre des contrôles de nettoyage-désinfection (ITP, 1993), se fait par mise en classes des colonies dénombrées, avec attribution d'une note de 1 à 4 :

Tableau 5 : Interprétation des résultats des boîtes contact

Résultat	Interprétation	Note
<10 colonies	Très bon	1
10 à 50 colonies	Bon	2
50 à 150 colonies	Moyen	3
>150 colonies	Mauvais	4

Ensuite une note globale peut être calculée. Elle correspond à la somme des notes de chaque site contrôlé, divisée par le nombre de sites. En fonction de la valeur de cette note globale et de la répartition des notes, l'efficacité du nettoyage-désinfection est appréciée.

2.3.2. Résultats selon le protocole mis en place

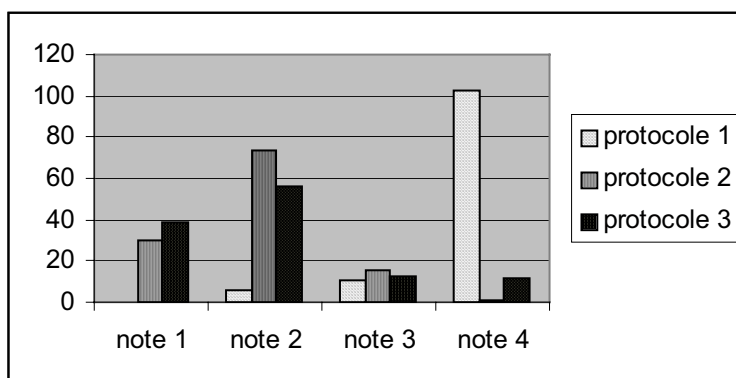
Tableau 6 : Répartition et moyenne des notes selon le protocole :

Protocole	Note				Nombre total de prélèvements	Note moyenne globale
	1	2	3	4		
1	0	6	11	103	120	3.8
2	30	74	15	1	120	1.9
3	39	56	13	12	120	2

Après la procédure 3, 80% des sites ont une note inférieure ou égale à 2, 87% suite à la procédure 2 et seulement 5% des sites après la procédure 1 ; ces 3 protocoles sont significativement différents ($p < 0.001$).

Comme nous l'avons déjà observé avec les recherches de Salmonelles (paragraphe 2.2), les résultats en boîtes contact montrent aussi nettement l'efficacité des procédures comprenant une désinfection finale, et au contraire le manque d'efficacité du protocole en 3 phases utilisant un produit détergent alcalin chloré.

Graphique 1 : Répartition des notes selon le protocole



Afin de juger de la nécessité de la réalisation d'une détergence avant désinfection, il est intéressant de comparer les résultats des procédures 2 et 3 qui ne diffèrent que par la présence ou non de cette phase. D'après les résultats globaux, la procédure 2 où le décapage est seulement mécanique et n'inclue pas de détergence, conduit à des résultats significativement meilleurs que la procédure 3 ($p < 0.01$). Les moins bons résultats observés avec la procédure complète s'expliquent par les conditions différentes de réalisation (fin de semaine vs semaine, nombre d'abattoirs) ; en revanche, si on compare les résultats obtenus la même semaine dans les mêmes abattoirs, le protocole 3 est significativement plus efficace ($p < 0.01$) avec 45% de note 1 contre 27% pour le protocole 2. La procédure complète est donc plus efficace qu'une désinfection sans détergence.

2.3.3. Résultats comparés entre les premières et les secondes réalisations du protocole « fin de semaine » 3

Tableau 7: Répartition et moyenne des notes à l'issue des 2 réalisations de la procédure 3

Réalisation	Note				Total	Note moyenne
	1	2	3	4		
1	12	30	12	6	60	2.22
2	27	26	1	6	60	1.76

Les distributions observées pour les deux réalisations sont différentes ($p < 0.01$). La seconde réalisation de la procédure 3 après application quotidienne d'une procédure courte, donne de meilleurs résultats que la première réalisation. Ceci permet d'envisager, dans le cas d'une application régulière des procédures, de meilleurs résultats que ceux obtenus lors de cette étude pourraient être obtenus. Pour notre étude, de telles procédures n'ont été mises en place que temporairement.

2.3.4. Evolution sur une semaine de la contamination en flore totale lors de l'application quotidienne du protocole 2

L'absence de détergence dans le protocole 2 pourrait conduire à une désinfection simplement en surface, et les résultats des boîtes contact pourraient alors se dégrader dans le temps.

Tableau 7 : Notes obtenues en boîtes contact à l'issue de la procédure 2 au cours de la semaine

Jour	Note				Total	Note moyenne
	1	2	3	4		
Lundi	0	21	9	0	30	2.3
Mardi	6	23	0	1	30	1.87
Mercredi	11	16	3	0	30	1.73
Jeudi	13	14	3	0	30	1.67

La contamination des boîtes contact est différente selon les jours (test de Fisher, $p < 0.001$), mais au contraire de notre hypothèse, elle ne semble pas augmenter pendant la semaine mais plutôt s'améliorer lors d'application quotidienne de cette procédure dans les abattoirs 1 et 3. Ainsi, les résultats s'améliorent du lundi au mardi ($p < 0.001$) du mardi au mercredi ($p < 0.05$), puis restent constant à partir du mercredi. Néanmoins il est difficile d'extrapoler cette amélioration à des durées plus longues.

Un bon décapage mécanique à l'eau chaude potable et avec une pression supérieure ou égale à 50 bars, semble donc suffisant pour permettre à la mousse désinfectante d'être efficace. D'autres paramètres doivent également être maîtrisés afin d'optimiser la qualité du protocole : hauteur de lance qui fait varier la pression au point d'impact, temps passé, insistance sur les fissures, décapage du haut vers le bas et le contraire pour le moussage, quantités de produits mises en oeuvre, etc.

L'érosion progressive des surfaces bétonnées lors de l'application régulière de pressions supérieures à 40 bars pourrait cependant être un problème susceptible de compromettre à long terme l'efficacité de cette procédure rapide.

Ces résultats confortent les bons résultats obtenus en recherche de Salmonelles sur chiffonnettes après le protocole 2. Sous certaines conditions, le protocole 2 pourrait donc s'avérer efficace dans la gestion des Salmonelles en porcheries d'attente à l'abattoir entre deux journées de tuerie.

Il pourrait être cependant utile d'inclure une phase de détartrage par pulvérisation d'acide phosphorique, comme le font une fois par semaine certaines entreprises spécialisées dans le nettoyage en industrie agroalimentaire. Cette phase doit alors être mise en place sur l'ensemble du site de production en même temps pour des raisons de sécurité liées à des produits non compatibles (alcalin chloré / acide).

2.3.5. Contamination des murs et des sols

Tableau 9 : Répartition des notes selon le lieu de prélèvement

	Note				TOTAL	Note globale
	1	2	3	4		
Murs	37	47	13	47	144	2.49
Sols	32	91	23	70	216	2.61

La différence entre les distributions des notes des sols et des murs n'est pas significative, mais en limite de signification ($p=0.055$). Ceci est logique car, autant il est normal que les Salmonelles qui font partie de la flore fécale des animaux soient principalement mises en évidence en fin de journée au niveau du sol (paragraphe 2.1.), autant il n'est pas étonnant que la flore mésophile totale soit présente aussi bien sur les murs que sur les sols à l'issue des procédures de nettoyage. En revanche, le dimanche les sols sont plus contaminés que les murs (78% de notes 3 et 4, vs 19%) du fait des re-contaminations aériennes; cette re-contamination significative ($p<0.001$) des sols du vendredi au dimanche fait passer le pourcentage de sites ayant plus de 50 colonies par boîtes de 22 à 52%.

3. Réalisation pratique du nettoyage-désinfection des porcheries d'attente à l'abattoir

3.1. Temps de réalisation des procédures

Les dimensions des travées étant très variables entre les abattoirs, les temps de réalisation peuvent être rapportés à une même surface développée (sols, murs et cloisons de séparation) pour être comparables et éventuellement extrapolables. Voici les temps moyens mesurés pour chaque phase :

- Prélavage au jet basse pression et gros débit: 5 à 15 minutes pour 100 m² , suivant le nombre et la disposition des prises d'eau;
- Application du détergent sous forme de mousse : 5 min pour 100 m² , puis temps de contact minimum de 20 min avant de rincer;
- Rinçage :
 - abattoir 1 : 25 min pour 100 m² avec une pression de 70 bars;
 - abattoir 3 : 22 min pour 100m² avec une pression de 50 bars;
 - abattoir 2 : 15 min pour 100 m² avec une pression de 25 bars;
- Application du désinfectant sous forme de mousse : 5 min pour 100 m².

Ces temps sont allongés lorsque le nombre de cloisons augmente (petites cases de stockage) ou lorsque les murs supportent des passerelles.

L'étape la plus longue des procédures testées est le rinçage sous pression. Ce rinçage semble plus rapide à moyenne qu'à haute pression, sans doute du fait de la largeur plus importante du faisceau d'eau (jet en pinceau).

La désinfection finale qui fut amputée de la procédure en 4 phases (procédure 3) pour élaborer la procédure 1, est finalement assez anecdotique par rapport à la durée importante des opérations de nettoyage entreprises.

Il paraît aussi très important de noter que les temps donnés ici sont des temps « nets », chronométrés au démarrage de chaque opération. Le temps « brut » total peut être très supérieur à la somme des temps « nets » selon le matériel utilisé et sa facilité de mise en œuvre (branchements et amenée du matériel, remplissage des canons, rangements). Pour cela, l'utilisation d'une centrale mobile paraît beaucoup plus intéressante car, une fois installée, les opérations peuvent être enchaînées. Cette solution nécessite cependant un investissement qui peut certainement être rapidement amorti par la réduction des temps d'exécution. Elle permet par ailleurs une parfaite maîtrise des dosages des produits.

3.2. Consommation d'eau et de produits

- Prélavage basse pression et gros débit : 80 L/min, soit environ 1000 L pour 100m² ;
- Détergent : 1 à 1.5 L pour 100 m² ;
- Rinçage : 30 L/min pour la haute ou la moyenne pression, soit 400 à 800 L pour 100m² ;
- Désinfection : 1 L pour 100 m².

Conclusion

Une procédure complète en 4 phases avec détergence et désinfection s'est avérée efficace vis-à-vis de l'élimination des Salmonelles et des bactéries en porcheries d'attente à l'abattoir. Mais sa mise en place de façon journalière est difficilement réalisable sur l'ensemble des travées, étant donné le temps et la main d'œuvre nécessaires, surtout en l'absence de matériel d'application centralisé. L'utilisation d'un produit détergent alcalin chloré n'a permis qu'un gain de temps mineur car le nettoyage est la phase la plus longue, et a une efficacité très insuffisante vis à vis des Salmonelles et des bactéries. Enfin, sur des surfaces ayant fait l'objet d'une procédure complète en fin de semaine précédente, l'application quotidienne d'un désinfectant après un décapage direct à moyenne-haute pression (autour de 50 bars) s'est avérée d'une efficacité satisfaisante vis à vis des Salmonelles et des bactéries. Il serait intéressant toutefois d'évaluer à long terme l'efficacité de cette désinfection sans détergence préalable et l'impact du décapage mécanique sur le niveau d'érosion des supports.

Tableau de synthèse sur les protocoles testés

Procédure	Phases	efficacité contre les Salmonelles	efficacité contre la flore mésophile totale	temps d'exécution pour 100 m ²	consommation d'eau pour 100 m ²	consommation de produits pour 100 m ²
1	prélavage	+	+	55 min	1600 L	1,5 L détergent
	détergence					
	décapage					
2	prélavage	+++	+++	35 min	1600 L	1L désinfectant
	décapage					
	désinfection					
3	prélavage	+++	+++	60 min	1600 L	1,5 L détergent 1 L désinfectant
	détergence					
	décapage					
	désinfection					

D'autres pistes pourraient également permettre une meilleure gestion des contaminations en porcherie d'attente : travail sur la conception des travées (pentes, caillebotis) automatisation de certaines phases en utilisant le système de douchage (agent mouillant, désinfectant...) et sur la nettoyabilité des surfaces, toutes les orientations prises devant également l'être au regard du bien-être des animaux et de la sécurité des opérateurs. Même si elles nécessitent un investissement important pour les abattoirs, ces modifications des porcheries, si elles s'avéraient efficaces, pourraient être tout à fait intéressantes sur du long terme par une économie de main d'œuvre, principal poste du coût des opérations de nettoyage-désinfection, actuellement très élevé pour toutes les solutions testées dans cette étude.

Cette problématique sera sans doute plus facile à intégrer à l'avenir dans une logique de gestion des porcheries d'attente par rapport à la connaissance du statut « Salmonelles » des élevages fournisseurs, comme le prévoit la réglementation « Zoonoses ».

Remerciements

Nous remercions les trois abattoirs qui ont accepté de mettre à disposition leurs locaux et leur personnel, et les ingénieurs techniques d'application d'ECOLAB pour leur soutien technique et la fourniture des produits.

Cette étude a été réalisée avec le concours financier de l'OFIVAL.

Bibliographie

- Beloeil P. A., Chauvin C., Proux K., Madec F., Fravalo P., Aliouim A. (2004).** Impact of the *Salmonella* status of market-age pigs and the pre-slaughter process on *Salmonella* caecal contamination at slaughter. En instance de publication.
- Berends B.R., Van Knapen F., Snijders J.M.A., Mossel D.A.A. (1997).** Identification and quantification of risk factors regarding *Salmonella* spp. on pork carcasses. Int. J. of Food Microbiol. 36 199-206.
- Boes J., Dahl J., Nielsen B., Krog K. K. (2001).** Effect of separate transport, lairage, and slaughter on occurrence of *Salmonella* Typhimurium on slaughter carcasses. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 114, 363-365.
- Chevillon P., Corrége I., Rugraff Y. (1998).** Réaliser un nettoyage-désinfection efficace des camions de transport des porcs vivants. TechniPorc vol.21, n°4, 25-28.
- Corrége I., Le Roux A., Butin M. (1995).** Comparaison des méthodes rapides de contrôle de l'efficacité du nettoyage-désinfection. TechniPorc, vol 18, n°4, 33-45.
- Corrége I., Rugraff Y. (1998)** Mise au point d'une méthode de contrôle de l'efficacité du nettoyage-désinfection des véhicules de transport des porcs vivants. TechniPorc vol. 21, n° 4, 29-33.
- Corrége I., Cornou C. (2002).** Nettoyage-désinfection des locaux d'élevage et facteurs d'influence. TechniPorc vol.25, n°4, 17-24.
- Corrége I., De Azevedo Araujo C., Le Roux A. (2003)** Mise au point d'un protocole de contrôle du nettoyage et de la désinfection en élevage porcin. Journées de la Recherche porcine, 35, 419-426.
- Craven J. A. and Hurst D. B. (1982)** The effect of time in lairage on the frequency of *Salmonella* infection in slaughtered pigs. The journal of hygiene, 88, 107-111.
- Fedorka-Cray P. J., Kelley L. C., Stabel T. J., Gray J. T., Laufer J. A. (1995).** Alternate routes of invasion may affect pathogenesis of *Salmonella typhimurium* in swine. Infection and immunity July 1995, 2658-2664.
- Fravalo P., Rose V., Eveno E., Salvat G., Madec F. (1999).** Définition bactériologique du statut de porcs charcutiers vis-à-vis d'une contamination par *Salmonella*. Evolution de ce statut entre l'élevage et l'abattoir. Journées Rech. Porcine en France, 31, 383-389.
- Frotin P., Bataille G., Bouyssière M., Boulard J., Chevillon P. (2001).** Analyse et situation de la préparation des porcs à l'anesthésie dans 15 abattoirs. Rapport confidentiel.
- Hurd H. S., McKean J. D., Gailey J. K., Rostagno M. H., Griffith R. (2001a).** Acute gastrointestinal infection in market weight hogs occurs rapidly following exposure to environmental *Salmonella*. American Association of Swine Veterinarians.
- Hurd H. S., McKean J. D., Wesley I. V., Karriker L. A. (2001b).** The effect of lairage on *Salmonella* isolation from market swine. Salinpork.
- Hurd H. S., Mc Kean J. D., Griffith R. W., Wesley I. V., Rostagno M. H. (2002).** *Salmonella enterica* infections in market swine with and without transport and holding. Applied and environmental microbiology, May 2002, 2376-2381.
- ITP (1993).** Nettoyage-désinfection des locaux et du matériel en abattoir et en salle de découpe. Plaquette, 4p.

Lemistre A. (2002). Les Salmonelles dans les élevages porcins d'un groupement de producteurs Bretons: prevalence, facteurs de risqué et suivi de l'excrétion de l'élevage à l'abattoir. Thèse de doctorat vétérinaire, Toulouse.

Minvielle B., Rugraff R. (1999). Intérêt de l'ATP-métrie pour la validation et l'optimisation du nettoyage-désinfection dans le secteur abattage-découpe. *TechniPorc*, vol. 22, n°5, 5-9.

Morgan I. R., Krautil F. L., Craven J. A. (1987) Effect of time in lairage on caecal and carcass salmonella contamination of slaughter pigs. *Epidem. Inf.*, 98, 323-330.

Mourcel P., Bourion F., Hermon C., Haroux C., Amgar A. (1998). Les produits de nettoyage et de désinfection. In : ASEPT ed. Nettoyage et désinfection dans les entreprises alimentaires. Laval : ASEPT, 75-107.

Rossel R., Le Roux A., Minvielle B. (2002). Contamination en Salmonelles des camions de transport de porcs charcutiers et des porcheries d'attente à l'abattoir. *TechniPorc* vol 25, n°2, 27-31.

Rostagno M. H., Hurd H. S., McKean J. D., Ziemer C. J., Gailey J. K., Leite R. C. (2003). Preslaughter holding environment in pork plants is highly contaminated with *Salmonella enterica*. *Applied and environmental microbiology*, aug. 2003, 4489-4494.

Swanenburg M., Urlings H. A. P., Keuzencamp D. A., Snijders J. M. A. (2001). *Salmonella* in the lairage of pig slaughterhouses. *Journal of food protection*, vol 64, n°1, 12-16;

