

Analyse descriptive du degré d'hygiène microbiologique de la machine à soupe dans neuf élevages porcins :

2 - Influence des soupes résiduelles et des aliments.

E. ROYER¹, G. MOUNDY^{1-2*}, J. ALBAR¹ et G.-P. MARTINEAU²

¹ I.T.P., Pôle Techniques d'Élevage, 34 boulevard de la Gare, 31500 - Toulouse.

² E.N.V.T., Département Productions Animales et Qualité du Produit, 23 chemin des Capelles, 31076 -Toulouse Cedex 3.

* Auteur chargé de la correspondance : adresse actuelle : G.D.S., avenue du Docteur Guilhem, 11400 Castelnaudary. - eric.royer@iip.asso.fr

RÉSUMÉ

Depuis plusieurs années, les machines à soupe permettent une séparation des menus par bouchon ou par eau, ce qui limite les quantités de soupes résiduelles du fonds de cuve ou de la canalisation principale. Entre les repas, celle-ci est remplie d'eau de séparation. La présente investigation porte sur l'influence des eaux de séparation et/ou des soupes résiduelles sur la contamination microbiologique finale ainsi que sur le rôle éventuel de l'eau et des aliments.

La contamination de la soupe liée à ses composants (eau, aliment) a été évaluée. Les mesures correspondent aux références bibliographiques en alimentation sèche ou en humide y compris pour les élevages utilisateurs de maïs humide.

Des prélèvements de la soupe restante dans les antennes ou de l'eau de séparation ont été effectués. La stase de l'eau de séparation dans la canalisation pendant plusieurs heures se traduit par une acidification qui semble insuffisante pour limiter le développement des coliformes totaux. Pour ces élevages, le nettoyage-désinfection a permis de réduire le nombre de coliformes mesurés après 14 jours.

Dans d'autres configurations, l'eau de séparation, vidangée dans la cuve de reste immédiatement après la fin de la distribution, est utilisée en priorité lors de la préparation du repas suivant. Sa flore bactérienne aura moins de temps pour se développer.

La machine à soupe est donc caractérisée par une contamination due aux liquides résiduels qui stagnent entre les repas et sont incorporés dans la soupe préparée. Cette contamination s'ajoute à la contamination dynamique déjà étudiée, par contact de la soupe fraîche en circulation dans les différents maillons. Il est difficile de préciser l'importance de la contamination résiduelle, mais elle concerne de nombreux élevages non équipés de cuves de reste, ou dont l'eau de poussée n'est pas évacuée vers la cuve de reste immédiatement après la distribution, et/ou disposant d'antennes.

Mots-clés : Porc - machine à soupe - hygiène - contamination - soupe résiduelle - eau de séparation.

SUMMARY

Descriptive study of the microbiological contamination load of the liquid feeding system in nine pig farms. - 2 : Effect of residual liquids and feeds. By E. ROYER, G. MOUNDY, J. ALBAR and G.-P. MARTINEAU.

For several years, liquid feeding systems have been designed to allow a separation of mixtures by pipe mouse or rinse water, which limits the amount of residual liquid feed left in the mixing tank or in the main pipeline. Between meals, the pipeline is filled with water. The present study focuses on the effect of water, dry feed, and rinse water and/or residual liquid feed on the final microbiological contamination load. The contamination of liquid feed depending on its components (water, dry feed) has been evaluated. Results support previous published findings on dry and wet feed feeding, including when wet corn was used.

Samples of residual feed in the stub pipes and of rinse water were obtained. The presence of motionless rinse water in the main pipeline over several hours results in an acidification that seems insufficient to limit the development of coliforms. For these herds, cleaning-disinfection has reduced the number of coliforms measured 14 days after this process.

In other systems, the rinse water is transferred immediately after the end of feeding in a rinse water tank, so that it can be used to prepare the next meal. Its total bacterial flora will have less time to grow.

The liquid feeding system is therefore characterized by a contamination due to residual liquids that are stagnant in the system between feedings and that are integrated in fresh meals. This contamination is in addition to the one already studied (i.e., when fresh rations are circulating in the system). It is difficult to determine the relative importance of residual contamination, but it affects many farms that are not equipped with rinse water tanks, or with a method to flush this water immediately after distribution, and/or with stub pipes.

Keywords : Pig - liquid feeding systems - sanitation - contamination - residual feed - rinse water.

Introduction

Dans la première partie générale [9] de l'étude, le degré d'hygiène microbiologique des différents maillons de la machine à soupe (MAS) a été analysé dans deux groupes d'élevages. Depuis plusieurs années, les machines à soupe permettent une séparation des menus par bouchon ou par eau de poussée, ce qui limite les quantités résiduelles de soupe dans le circuit principal et assure leur reprise dans une cuve supplémentaire appelée « cuve de reste ». En l'absence d'une telle séparation de menus, plusieurs travaux réalisés sur l'hygiène des installations ont montré le rôle déterminant des quantités restantes de soupe dans les canalisations ou dans le fond de cuve sur le profil microbiologique de la soupe fraîche préparée [3, 12].

La présente partie s'intéresse à des cas particuliers, c'est à

dire à l'influence des soupes résiduelles, ou des eaux de poussée sur la contamination microbiologique finale ainsi qu'au rôle éventuel de l'eau et des aliments.

Matériel et méthodes

Le protocole expérimental, les prélèvements d'eau d'empreinte (EE) du circuit et les analyses effectuées, et les caractéristiques des 9 élevages «Pb-» (A, B, C, D) et «Pb+» (E, F, G, H, I) ont été présentés dans la première partie de l'étude [9]. Toutes les installations sont équipées de cuve de reste à l'exception des élevages C (Pb-) et F (Pb+).

La présence d'une cuve de reste permet la séparation des menus, ce qui signifie que la canalisation principale est remplie d'eau entre les repas. L'eau de poussée est l'eau qui

pousse la soupe jusqu'à la dernière vanne. Cette eau contient un faible pourcentage (< 5 %) de soupe résiduelle et est donc propice au développement d'une flore bactérienne lorsqu'elle reste dans les canalisations jusqu'au repas suivant. Dans 4 élevages D (Pb-), E, G, H (Pb+), l'eau de poussée n'est pas immédiatement évacuée dans la cuve de reste et est maintenue dans les canalisations plusieurs heures. Des mesures d'ATP et des prélèvements d'eau de poussée ont été effectués lors de deux visites, avant nettoyage et 14 jours après nettoyage (J14) des canalisations.

Sur certains circuits tels que celui de l'élevage I (Pb+), les antennes sont des ramifications du circuit principal qui desservent plusieurs vannes. L'avantage de ce type de conception est la faible longueur du circuit principal, mais les antennes demeurent remplies de soupe entre les repas et ne sont jamais nettoyées. Des prélèvements de cette soupe ont été effectués sur une antenne à deux reprises, à 14 jours d'intervalle.

La « contamination » uniquement liée à la soupe a été évaluée, en dehors de toute contamination liée au circuit. Nous avons réalisé, en dehors du circuit machine à soupe, dans un récipient propre, une dizaine de litres de soupe avec l'aliment d'engraissement et l'eau de l'élevage, selon le taux de dilution habituellement pratiqué dans l'élevage. Un prélèvement de ce mélange, appelé « soupe reconstituée » a ainsi été réalisé pour tous les élevages, à l'exception de l'élevage A.

Les procédures de nettoyage-désinfection des MAS, de mesures et de prises d'échantillons ont été décrites précédemment [9]. Les différents prélèvements ont été envoyés au laboratoire de la DSV 82 (Montauban) pour la mesure du pH et le dénombrement de la flore mésophile totale à 30°C (Ftot), de la flore lactique (Flac), des coliformes totaux (ColiT) et des anaérobies sulfito-réducteurs (ASR). Les levures (L) et moisissures (M) alimentaires ainsi qu' *Escherichia Coli* (Ecoli) ont également été dénombrés pour les 8 soupes reconstituées.

Résultats

L'eau propre prélevée dans les cuves d'attente des élevages Pb- et Pb+ présente une note d'ATP comprise entre 1.5 et 2.5 et son pH est en moyenne de 7.1 avec un minimum de 6.5 et un maximum de 8.1 (Tableau I et Figure 1).

	Elevages Pb-				Elevages Pb+				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
ATP	1.5	1.7	2.5	1.9	1.9	2.2	2.1	1.6	2.5
pH	7.5	7.4	6.8	8.1	7.0	7.8	6.9	6.5	6.6
Ftot	<10	20	1600	640	<10	4500	60	20	<10
Flac	<10	<10	<10	<10	<10	175	<10	<10	<10
ColiT	<1	<1	1	<1	<10	82	<1	<1	<1
ASR	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

TABLEAU I.—Notes d'ATP, mesures de pH et résultats bactériologiques (en ufc/ml) de l'eau propre prélevée dans la cuve d'attente des élevages Pb- et Pb+
Ftot, Flac, ColiT et ASR : en ufc/ml
<1 ou <10 : nombre de colonies inférieur au seuil de dénombrement.

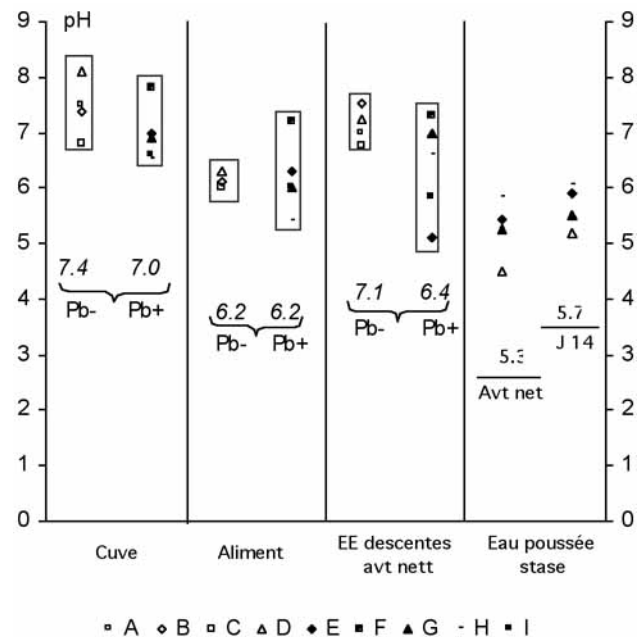


FIGURE 1.—Mesures du pH de l'eau de la cuve d'attente, de l'aliment, de l'EE des descentes avant nettoyage, de l'eau de poussée en stase avant et 14 j après nettoyage, pour 4 élevages Pb- (marques vides) et 5 élevages Pb+ (marques pleines).

ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES DE L'ALIMENT (SOUPE RECONSTITUÉE) (TABLEAU II, FIGURE 2)

Le pH de la soupe reconstituée à partir d'eau et d'aliment varie de 5.4 à 7.2 (en moyenne 6.2), sans différences marquées entre les deux groupes d'élevages.

Quel que soit le critère microbiologique considéré, les valeurs obtenues montrent une forte dispersion notamment dans le cas des élevages classés Pb+. Pour ceux-ci, les valeurs des flores totale (Ftot) et lactique (Flac) sont très variables, de 10³ ufc/ml à 10⁸ ufc/ml, et sont particulièrement élevées pour l'élevage H (Pb+), supérieures à 10⁸ ufc/ml.

	Elevages Pb-				Elevages Pb+				
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
pH	nd	6.1	6.0	6.3	6.3	7.2	6.0	5.4	6.0
Ftot ¹	nd	6.3	5.2	5.0	6.4	6.2	7.1	8.5	5.0
Flac ¹	nd	6.2	3.0	4.0	5.5	6.2	6.0	8.5	2.5
ColiT ¹	nd	4.3	3.7	3.2	4.0	4.0	5.2	3.4	2.8
Ecoli ¹	nd	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.6	2.1
ASR ¹	nd	0.6	1.1	0.6	0.3	1.7	1.1	1.4	0.7
L+M ¹	nd	3.0	3.2	3.5	3.0	3.0	5.3	5.8	3.8

TABLEAU II.—Mesures de pH et résultats microbiologiques (en log₁₀ ufc/ml) de l'aliment charcutier (soupe reconstituée), des élevages Pb- et Pb+
Ftot (flore totale mésophile à 30°C), Flac (flore lactique), ColiT (coliformes totaux), Ecoli (*Escherichia coli*), ASR (aérobies sulfito-réducteurs), L+M (levures et moisissures) : en log₁₀ ufc/ml
n.d. : non déterminé.

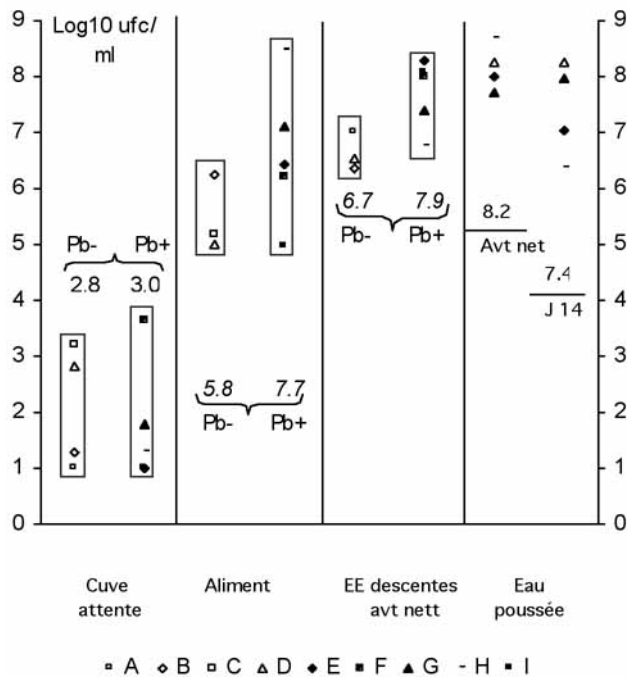


FIGURE 2.—Flore totale (Ftot) de l'eau de la cuve d'attente, de l'aliment, de l'EE des descentes avant nettoyage, de l'eau de poussée après stase, pour 4 élevages Pb- (marques vides) et 5 élevages Pb+ (marques pleines).

La flore lactique est généralement dominante dans les aliments sauf pour les élevages C (Pb-) et I (Pb+) où elle est inférieure à la valeur en coliformes totaux (ColiT). Dans les deux groupes d'élevages, les ColiT sont inférieurs à 10^4 ufc/ml de soupe reconstituée à part l'élevage G (Pb+) pour lequel leur nombre est de 10^5 ufc/ml. Les colibacilles et les germes anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) sont présents en quantité normale dans ces soupes. La valeur maximum obtenue est de l'ordre de 130 ufc/ml pour *E. coli* et 50 ufc/ml pour les ASR. On ne note d'ailleurs pas de différence notable entre les élevages Pb+ et Pb-.

La contamination en levures et moisissures (L+M) s'étend de 10^3 à 10^6 germes/ml. Deux élevages G et H (groupe Pb+), utilisateurs de maïs humide, obtiennent des teneurs en L+M supérieures à 10^5 germes/ml.

EFFETS DE LA CONCEPTION DE LA MACHINE À SOUPE

Analyses bactériologiques de la soupe dans les antennes de l'élevage I (Pb+)

Les canalisations de la MAS de l'élevage I (Pb+) se terminent par des antennes jamais nettoyées et où la présence de soupe est permanente. Cette soupe, qui reste dans les antennes entre les repas pendant 3 à 4 heures, a un pH très acide (pH 4.4 et 4.8), inférieur à celui de la soupe reconstituée (6.0) et à celui des eaux d'empreinte (EE) de la canalisation (6.3) et des descentes (5.8) de l'élevage avant nettoyage, probablement en relation avec une flore lactique particulièrement développée (10^7 et 10^8 ufc/ml). Les coliformes totaux (10^2 et 10^4 ufc/ml) sont en nombre comparable à celui de la soupe reconstituée ($10^{2.8}$ ufc/ml) et à ceux relevés de façon générale pour les eaux d'empreinte de l'élevage.

Analyses bactériologiques de l'eau de poussée non évacuée (Tableau III, Figures 3 et 4)

Dans les élevages D (Pb-) et E, G, H (Pb+), l'eau de poussée n'est chassée par de l'eau propre et ne se déverse dans la cuve de reste que juste avant le repas suivant. Dans l'élevage E où le circuit est très long, cette eau représente la totalité de l'eau utilisée pour préparer le repas suivant.

Avant nettoyage, les flores totale et lactique atteignent des quantités comparables pour les 4 élevages (10^7 à 10^8 ufc/ml) alors que l'on observe un écart important entre élevages pour les coliformes totaux, soit 10^5 à 10^6 ufc/ml pour les 3 élevages E, G, H (tous Pb+) et 10^3 ufc/ml (soit 2 log de moins) pour l'élevage D (Pb-). Le pH est compris entre 5 et 6. Deux semaines (J14) après nettoyage des canalisations, les coliformes ont chuté de 1 à 2 \log_{10} pour les élevages E, G, H (Pb+).

	Elevage Pb-		Elevages Pb+					
	D		E		G		H	
	Av net	J14	Av net	J14	Av net	J14	Av net	J14
ATP	5.5	5.3	5.1	4.8	5.0	5.0	4.3	4.3
pH	4.5	5.2	5.5	5.9	5.3	5.5	5.8	6.1
Ftot	8.3	8.3	8.0	7.0	7.7	8.0	8.7	6.3
Flac	7.9	8.0	7.3	6.4	6.9	7.6	8.6	6.3
ColiT	3.0	3.8	4.8	2.8	5.2	4.4	5.9	2.7

TABLEAU III.—Moyenne des notes d'ATP, des mesures de pH et des résultats bactériologiques (en \log_{10} ufc/ml) de deux prélèvements de l'eau de poussée après plusieurs heures de stase, avant et 14 jours après nettoyage de la canalisation pour 1 élevage Pb- et 3 élevages Pb+
Av net (avant nettoyage), Ftot (flore totale mésophile à 30°C), Flac (flore lactique), ColiT (coliformes totaux): en \log_{10} ufc/ml

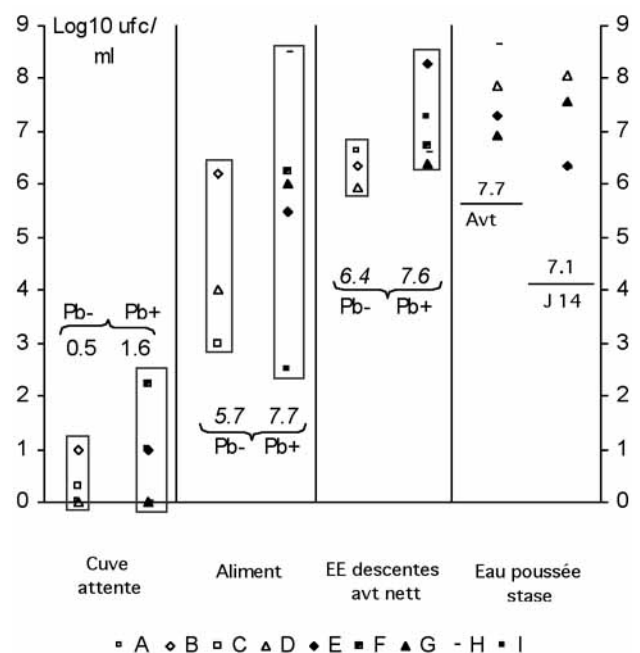


FIGURE 4.—Flore lactique (Flac) de l'eau de la cuve d'attente, de l'aliment, de l'EE des descentes avant nettoyage, de l'eau de poussée après stase, pour 4 élevages Pb- (marques vides) et 5 élevages Pb+ (marques pleines).

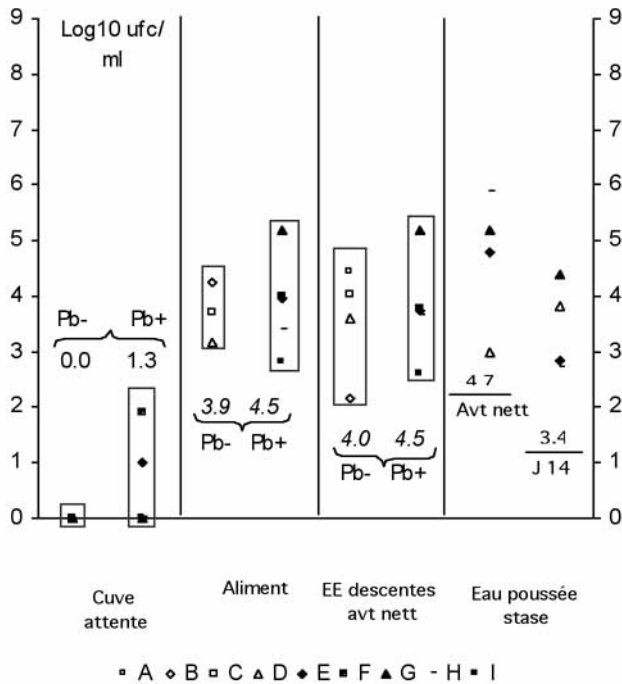


FIGURE 3.—Coliformes totaux (ColiT) de l'eau de la cuve d'attente, de l'aliment, de l'EE des descentes avant nettoyage, de l'eau de poussée après stase, pour 4 élevages Pb- (marques vides) et 5 élevages Pb+ (marques pleines).

Discussion

IMPORTANCE DE L'EAU ET DE L'ALIMENT DANS LA « CONTAMINATION » DE LA SOUPE

Les analyses d'eau de la cuve d'attente montrent une flore totale inférieure à 10^2 ufc/ml pour 6 élevages et supérieure à ce seuil pour 3 élevages (C, D et F) (Tableau I). Dans ces 3 élevages, la contamination plus élevée de l'eau n'a pas d'influence sur l'importance des flores de la soupe reconstituée à partir d'eau et d'aliment.

Les analyses microbiologiques effectuées sur les aliments (soupes reconstituées) de 8 élevages « avec ou sans problèmes » sont caractérisées par une flore lactique dominante, tant pour les élevages Pb+ que pour les Pb-. Cette prépondérance est jugée généralement bénéfique [9]. Cependant, il convient d'interpréter les résultats en tenant compte de la signification limitée des critères analytiques disponibles.

La richesse microbiologique des aliments apparaît influencée par leur mode de fabrication et par les matières premières utilisées. Les élevages C, F et I achètent l'aliment composé, les autres élevages fabriquent à la ferme à partir de céréales sèches (D, E) ou de maïs humide (B, G et H).

Les mesures effectuées correspondent aux références bibliographiques en sec ou en humide y compris pour les élevages G et H utilisateurs de maïs humide pour lesquels des valeurs de flore totale (Ftot) plus élevées sont atteintes (10^7 et 10^8 ufc/ml).

Sur 72 aliments farine pour porcs analysés par le LDA 22, 49 % ont une flore totale comprise entre 10^5 et 10^6 ufc/g et 17 % dépassent cette borne [6]. La flore totale des matières

premières est généralement supérieure à 10^5 ufc/g ; 86% des blés (n=36), 74% des maïs (n=23), 86% des tourteaux de soja (n=52), ont une flore aérobie mésophile supérieure à 10^5 ufc/g [4]. Le maïs humide se singularise par des flores très élevées des grains humides inertés ou ensilés dont les teneurs en flore lactique en cours d'exploitation des silos peuvent atteindre 10^6 à 10^8 ufc/g selon l'AGPM-ADAESO [1, 2]. Des valeurs de l'ordre de 10^5 des maïs et des aliments peuvent être obtenus lorsqu'un conservateur est utilisé.

Il convient de relativiser les valeurs élevées de flore totale. PINEL *et al.* [6] estiment qu'un aliment comportant une flore aérobie mésophile élevée ($> 10^{5.7}$ ufc/g) n'est pas forcément de mauvaise qualité puisqu'il faut tenir compte de la qualité de cette flore.

Les coliformes totaux (ColiT) font partie de la microflore naturelle des végétaux. La flore bactérienne des maïs fraîchement récoltés est essentiellement constituée d'entérobactéries rappellent HERRY *et al.* [4]. Les ColiT dénombrés dans les silos par HERRY *et al.* [4] sur les céréales sèches et les tourteaux sont relativement peu nombreux (70% des échantillons sont inférieurs à 10^2 ufc/g), donc très inférieurs à ceux observés après la récolte sur des maïs (5.10^4 à 5.10^5 ufc/g) par GOUSSE et WEIL [cités par HERRY *et al.*, 4]. Les prélèvements de TECALIMAN [11] avant et après broyage montrent des taux assez fréquents de 10^5 entérobactéries/g (7 cas sur 37) alors que les contaminations des granulés sont faibles en sortie d'usine (de 10^1 à 10^3 ufc/g). La forte diminution du nombre de bactéries des céréales pendant le stockage, l'effet de la granulation, puis les contaminations exogènes lors des opérations de chargement peuvent expliquer ces écarts.

Les ASR peuvent être présents sur les matières premières en nombre plus important que dans les aliments que nous avons étudiés puisque HERRY *et al.* [4] donnent des valeurs supérieures à 10^3 ufc/g pour 25% des tourteaux de soja (n=52), et pour 24% des sons (n=37), alors qu'aucun orge (n=5) ou maïs (n=23) n'est concerné, et seulement 8% des blés. L'origine tellurique des ASR et de clostridies est la plus probable dans les produits végétaux.

La qualité mycologique d'un aliment est qualifiée de « mauvaise » lorsque sa teneur en levures et moisissures (L+M) est supérieure à 5.10^5 germes/ml alors qu'elle est qualifiée de « médiocre » entre 5.10^4 et 5.10^5 germes/ml, de « courante » entre 5.10^3 et 5.10^4 germes/ml et de « bonne » en dessous de 5.10^3 germes/ml [5]. Les valeurs des levures et moisissures des soupes reconstituées s'étendent de 10^3 à 10^4 germes/ml, sauf pour les élevages O et M (Pb+) qui obtiennent une population de L+M supérieure à 105 germes/g. Toutefois, ces dernières valeurs pour des aliments à base de maïs humides sont conformes avec celles indiquées par CASTAING et COUDURE [1, 2].

Enfin, le nombre de moisissures, même élevé, ne permet pas de préjuger de la présence d'espèces éventuellement toxigènes en l'absence d'analyse de la flore fongique.

A la flore naturelle se rajoute une flore exogène liée aux contaminations lors des processus de fabrication et stockage

des aliments, puis lors de la préparation et de la distribution de la soupe.

Pour les différents élevages étudiés, la part de la contamination d'origine alimentaire reste relativement limitée puisque les flores totale et lactique des soupes reconstituées sont inférieures à celles provoquées par le circuit avant nettoyage et relevées dans les EE des descentes. Cependant, elle ne peut être totalement écartée y compris pour les élevages utilisateurs de maïs humide B (Pb-), G, H (Pb+), où la contamination due à l'aliment est identique ou supérieure à celle des EE à la sortie des descentes avant nettoyage ou encore pour les élevages plus nombreux pour lesquels les teneurs en coliformes totaux de l'EE des descentes et celles des soupes reconstituées sont proches (Figures 2 et 3).

De la même façon, un aliment dont la contamination sera faible, par exemple grâce à un traitement technologique approprié, n'aura que peu d'impact sur la qualité finale de la soupe distribuée, puisque son passage (en soupe) dans les différents maillons de la MAS modifiera considérablement son profil bactériologique et mycologique initial en qualité et en quantité.

IMPORTANCE DES SOUPES RÉSIDUELLES, DES EAUX DE POUSSÉE ET DES DÉPÔTS LOCALISÉS

Les analyses particulières sur la soupe prélevée dans les antennes et sur l'eau de poussée mettent en évidence l'effet de certaines différences entre les installations de MAS sur l'hygiène.

Les caractéristiques de la soupe restant dans les antennes de l'élevage I sont comparables à celles des soupes résiduelles analysées par TOUARIN [12] dans 8 élevages et HANSEN [3] dans 11 élevages. Elles sont également proches des soupes fermentées, à savoir des pH compris entre 4.5 et 4.8 (n=40) contre 5.8 à 6.4 (n=30) pour les soupes fraîches correspondantes, et des flores totales et lactiques élevées (10^8 à 10^9 ufc/ml) contre 10^6 à 10^7 ufc/ml pour des soupes fraîches [7]. Les analyses de TOUARIN [12] montrent une grande disparité, entre élevages, des soupes résiduelles en coliformes totaux tant dans les fonds de cuve ($10^{2.9}$ à $10^{5.5}$ ufc/ml) que les canalisations (10^1 à $10^{4.5}$ ufc/ml), les valeurs moyennes étant proches de celles de HANSEN [3], soit respectivement $10^{3.0}$ et $10^{3.1}$ ufc/ml.

Les travaux de HANSEN [3] et de TOUARIN [12] ont mis en évidence une corrélation significative entre la contamination de la soupe résiduelle et celle de la soupe distribuée. Les soupes résiduelles restent actuellement déterminantes dans la microbiologie des MAS puisque selon l'enquête ITP-ENVT [2000, non publiée] auprès de 164 élevages, la moitié des élevages utilisant la soupe n'effectue pas de séparation de menu, ne disposant pas de cuve de reste.

Les valeurs de la flore totale que nous relevons dans les eaux de poussée ($10^{7.7}$ à $10^{8.7}$ ufc/ml) de 4 élevages apparaissent très proches de celles des soupes résiduelles du fond de cuve ou des canalisations analysées par HANSEN [3] et TOUARIN [12] (respectivement $10^{7.5}$ ufc/ml et de $10^{6.2}$ à

$10^{8.8}$ ufc/ml).

La stase de l'eau de poussée dans la canalisation pendant plusieurs heures se traduit par une acidification mais qui semble toutefois insuffisante pour limiter le développement des coliformes totaux. Sur plusieurs échantillons d'eau de poussée, la quantité de coliformes atteint 10^5 ufc/ml pour des pH compris entre 5.3 et 5.8. Pour ces élevages, le nettoyage a permis de réduire le nombre de coliformes mesurés après 14 jours.

Les eaux de poussée non recyclées contribuent sans doute à la contamination globale du circuit de MAS sans que l'on puisse cependant les assimiler à des soupes résiduelles compte tenu de leur moindre teneur en matière sèche. Leur influence réelle peut varier selon le fonctionnement particulier de chaque installation, par exemple selon le temps de stase de l'eau de poussée dans la canalisation ou selon la plus ou moins grande proportion de soupe dans l'eau de poussée. Toutefois, ce principe de fonctionnement présente l'avantage de ne pas mélanger la soupe résiduelle destinée à une catégorie d'animaux à celle destinée à une autre catégorie.

Dans d'autres configurations de MAS, la vidange de l'eau de poussée dans la cuve de reste a lieu immédiatement après la fin de la distribution. Cette eau est utilisée en priorité lors de la préparation du repas suivant puis complétée par de l'eau propre pompée dans la cuve d'attente, quel que soit l'aliment préparé et les animaux destinataires. En raison de la fréquence des distributions des repas (jusqu'à 3 à 5 par jour), la flore bactérienne de cette eau aura moins de temps pour se développer. D'autre part, le rapport surface de contact/volume d'eau est 30 à 50 fois plus important dans les canalisations que dans la cuve de reste. Dès lors, la contamination microbiologique liée au contact avec le biofilm et les dépôts présents sur les parois serait donc plus importante pour l'eau de poussée non évacuée restant dans les canalisations que pour l'eau de poussée recyclée immédiatement dans la cuve de reste.

Par ailleurs, les observations en élevage ont montré que des dépôts humides, parfois importants, étaient présents sur les parois et les couvercles des soupières, ainsi que des dépôts généralement secs et compacts, à l'arrivée des tubes d'aliments à la soupière. Les quantités prélevées à l'intérieur des descentes de soupe dans les salles d'élevage atteignent 47 g / mètre linéaire de descente [8]. Elles jouent un rôle direct lorsque qu'un bloc de dépôt se détache, et un rôle diffus dans la contamination due au circuit.

Une approche complète de la chaîne d'alimentation devrait également inclure le maillon « auges ». Des études supplémentaires permettraient d'étudier la cinétique de la flore microbienne dans les auges sachant qu'elles sont, d'une part, souvent fortement contaminées par des germes fécaux et considérant d'autre part la présence ou non de refus de soupe pouvant parfois rester pendant plusieurs heures à des températures élevées (> 25°C) avant d'être ingérés. Cela est surtout marqué avec des conduites alimentaires très libérales.

Conclusion

Certaines machines à soupe particulières sont caractérisées par une contamination due aux liquides résiduels (soupe restante du fonds de cuve et eau de poussée) qui stagnent dans les différents maillons entre les repas et entrent en proportion plus ou moins grande dans la soupe préparée. Cette contamination s'ajoute à la contamination dynamique déjà étudiée, par contact de la soupe fraîche en circulation dans les différents maillons. Dans les conditions de notre étude, il est difficile de préciser l'importance relative de la contamination résiduelle, mais elle concerne de nombreux élevages non équipés de cuves de reste, disposant d'antennes, ou dont l'eau de poussée n'est pas évacuée vers la cuve de reste immédiatement après la distribution. Certaines installations comportant des soupes résiduelles importantes (absence de cuve de reste, épis du circuit) rendent très difficiles la possibilité de recours à un nettoyage désinfection.

La conception des installations neuves et la rénovation de celles existantes doivent rechercher la réduction des quantités de soupes résiduelles.

L'influence de l'aliment dans la contamination des machines à soupe est généralement réduite mais ne peut être totalement écartée. La contamination est à interpréter avec prudence du fait de la similitude des flores présentes, dominées par les bactéries lactiques et les levures, avec celles des aliments et des matières premières.

En l'absence de problèmes sanitaires, le nettoyage des machines à soupe reste une composante d'actualité de l'hygiène générale de l'élevage. Il apparaît indispensable que ce nettoyage soit régulier afin d'éviter la constitution de dépôts trop importants, notamment aux arrivées à la soupière et dans les descentes.

Bibliographie

1. — CASTAING J., COUDURE R. : Utilisation d'un mélange d'acides organiques non corrosifs pour la conservation du maïs grain humide inerté et effet de l'acidification de la ration pour le porc. *Journées Rech. Porcine en France*, 1999, **31**, 231-237.
2. — CASTAING J., COUDURE R. : Utilisation d'un conservateur biologique pour le maïs grain humide broyé ensilé ou entier inerté. Effet sur la conservation et les performances des porcelets et porcs charcutiers. *Journées Rech. Porcine en France*, 2000, **32**, 185-192.
3. — HANSEN I.D. : Den mikrobiologiske kvalitet af vådfoder til svin. Beretning n°139, 57 pages, Bioteknisk Institut, Kolding (DK), 1987.
4. — HERRY M.P., MICHARD J., BEAUDOIN B., LELAY Y. : L'analyse microbiologique des matières premières pour l'alimentation animale et son interprétation - Possibilités d'établissement de normes. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 1987, (5) **1**, 21-43.
5. — LE BARS P., LE BARS J. : L'examen mycologique: intérêt, limites, signification. In : Association Française des Techniciens de l'Alimentation Animale, Contamination par les moisissures des aliments pour animaux, Tours, 26-27 octobre 1994.- A.F.T.A.A., Paris, 1994, G/1-10.
6. — PINEL M., GERBER Martine, GUELLIL A. : Guide d'échantillonnage et de contrôle de la qualité micro-biologique des aliments du bétail, 64 pages, L.D.A. 22, Ploufragan, 1996.
7. — ROYER E. : Incidence d'une alimentation liquide fermentée sur les performances en engraissement. In : Institut Technique du porc, Bilan d'activité par actions 1999, I.T.P., Paris, 2000, p. 81.
8. — ROYER E., MOUNDY G., ALBAR J., MARTINEAU G.P. : Evaluations quantitatives de l'hygiène des différents maillons des machines à soupe. In : Proc. Symposium ISPAIA-SOGEVAL, De la démarche hygiène à la biosécurité, Ploufragan, 24 avril 2002, ISPAIA, Ploufragan, 2002, 39-53.
9. — ROYER E., MOUNDY G., ALBAR J., MARTINEAU G.P. : Analyse descriptive du niveau d'hygiène microbiologique de la machine à soupe dans neuf élevages : 1- Influence des différents maillons du circuit. *Revue Méd. Vét.*, 2004, **155**, 12, 609-618.
10. — ROYER E., MOUNDY G., ALBAR J., MARTINEAU G.P. : Observations préliminaires de l'effet du nettoyage-désinfection de la machine à soupe sur le syndrome entérotoxémique chez le porc à l'engrais. *Revue Méd. Vét.*, 2004, **155**, 11, 523-529.
11. — TECALIMAN : Bulletin spécial n°25, Tecaliman, Nantes, 1996.
12. — TOUARIN E. : Evolution de la flore bactérienne des aliments pour porcs distribués sous forme liquide. 111 p. Thèse : Méd. Vét., Nantes, 1994.