



# Cinétique de la contamination microbiologique de la machine à soupe après nettoyage-désinfection



**É**lément important des pratiques de l'élevage, l'hygiène de la machine à soupe reste mal connue. L'impact réel des opérations de nettoyage-désinfection, le rôle respectif de chacun des maillons de l'installation et de l'aliment dans la contamination microbiologique de la soupe ont été peu étudiés. L'hypothèse examinée dans cette étude est une contamination progressive de la soupe au contact du biofilm et des dépôts présents tout au long du circuit, fonction de la rapidité de leur reconstitution après nettoyage.

Plusieurs auteurs ont réalisé des numérations de flores des soupes (HANSEN, 1987; TOUARIN, 1994; GEARY, 1997; HANSEN, 1998). La contamination en flore totale de la soupe distribuée est de l'ordre de  $10^7$  à  $10^9$  Unités Formant Colonies (ufc) par ml. Cette flore est principalement constituée de bactéries lactiques dont la prépondérance est jugée généralement bénéfique. Des essais sur l'intérêt de la soupe fermentée (BROOKS et al, 1996 ; JENSEN et MIKKELSEN, 1998; ROYER, 1999) indiquent que la flore lactique atteint naturellement des niveaux de  $10^9$  à  $10^{10}$  ufc/ml.

D'autres travaux ont analysé les mécanismes de constitution ou étudié les techniques de limitation de cette contamination. Des résultats de la société BIG DUTCHMAN (1990, rapportés par TOUARIN, 1994) montrent une faible diminution de  $10^8$  à  $10^7$  ufc/ml<sup>a</sup> de la flore totale de la soupe distribuée lorsque l'installation, équipée d'un bouchon séparateur, permet un rinçage des canalisations après chaque repas. CHAMOULAUD (1992) souligne la forte contamination liée au fond de cuve et à la soupe recyclée, respectivement  $6 \times 10^8$  et  $10^8$  ufc/ml en flore totale. La société SOGEVAL (2001, citée par FOUERE, 2001) a étudié l'effet d'un protocole base - acide sur l'évolution de la contamination.

<sup>a</sup> recul de  $10^8$  à  $10^7$  = baisse de 1 logarithme = 10 fois moins

Les études les plus complètes ont été réalisées par HANSEN (1987) et TOUARIN (1994). La première constate une diminution importante de la flore lactique de la soupe distribuée après nettoyage-désinfection (-3,5 logarithmes<sup>a</sup>) mais le niveau initial est à nouveau atteint dans un délai de 1 à 3 jours. Ce nettoyage est suivi pendant quelques jours d'une augmentation de la flore coliforme de 1 à 2 logarithmes<sup>a</sup>. L'auteur danois conclut que son étude ne démontre pas d'effets positifs d'un nettoyage et d'une désinfection réguliers des canalisations. TOUARIN, étudiant les facteurs de contamination, conclut que la qualité bactériologique de la soupe distribuée, proche de celle de la soupe préparée, est étroitement liée à celle de la soupe résiduelle du fond de cuve. D'autres études ont porté sur la contamination bactérienne des matières premières et des aliments, souvent comprise entre  $10^4$  et  $10^6$  ufc/ml (POISSON et al, 1980 ; HERRY et al, 1987; PINEL et al, 1996 ; TECALIMAN, 1996)

L'étude de l'ITP et de l'ENVT (ROYER et al, 2002, 2003a, b, c) a eu pour objectif de rassembler des données sur l'hygiène des machines à soupe afin de comprendre la nature et les évolutions de la contamination aux différents maillons de l'installation : soupière,

## Résumé

Une étude conduite dans 2 élevages, a évalué l'influence du nettoyage désinfection sur la contamination microbienne de la machine à soupe et son évolution. Toutes les 4 semaines, un nettoyage désinfection de la soupière, des canalisations et descentes a été effectué. Une évaluation de la contamination due au circuit a été réalisée à partir de mesures d'ATP et d'analyses bactériologiques sur de l'eau d'empreinte propre au départ et mise en circulation. En l'absence de soupe résiduelle, l'étude, réalisée sur des installations équipées de cuve de reste, indique que la contamination de l'eau d'empreinte est surtout liée au contact avec le biofilm et les dépôts des parois. Les contrôles microbiologiques révèlent une flore totale élevée ( $10^6$  à  $10^7$  ufc/ml) et croissante de la soupière aux descentes. La flore lactique est dominante ce qui relativise le caractère négatif de la contamination. Le nettoyage est efficace puisqu'il entraîne une baisse de 2 à 3 logarithmes des flores totale, lactique et coliforme. Son effet est de courte durée et la machine à soupe retrouve son niveau initial de contamination, avant nettoyage en moins d'une semaine.

Eric ROYER  
Gilles MOUNDY<sup>1</sup>  
Julien ALBAR  
Guy-Pierre MARTINEAU<sup>2</sup>



*\*Le descriptif complet des installations des 2 élevages, les méthodes de mesures et les traitements statistiques ainsi que l'intégralité du dispositif expérimental vous seront envoyés sur simple demande par mail [itp@itp.asso.fr](mailto:itp@itp.asso.fr) ou par fax 01 40 04 53 77.*

**Après rinçage du circuit, de l'eau appelée « eau d'empreinte » a été mise en circulation dans la canalisation principale.**

**L'ATPmètre donne une note de 1 à 7,5 en fonction de la quantité d'ATP présente. Les milieux propres ont les notes les plus faibles.**

**La flore lactique représente une part importante de la flore totale.**

canalisations principales, descentes. Outre deux enquêtes, l'une auprès de vétérinaires et de techniciens et l'autre auprès d'éleveurs, l'étude a consisté en visites de 21 élevages des régions Aquitaine et Midi-Pyrénées ayant des installations, pratiques de nettoyage et statuts sanitaires différents. Cette approche a permis :

- la caractérisation des dépôts et des biofilms dans 7 élevages,
- l'appréciation de la propreté des soupières dans 9 élevages,
- la comparaison des niveaux d'hygiène dans 9 élevages, avec ou sans problème de mortalités brutales,
- l'étude de l'évolution de la contamination bactérienne due aux équipements de distribution dans 2 élevages, avec contrôles périodiques sur une durée de 3 mois.

Seul, ce point sera développé dans cet article.

### Les installations\*

L'élevage A est équipé d'une machine à soupe ACEMO installée en 1995 et rénovée en 1998 avec soupière en polyéthylène. La séparation des menus est effectuée par l'eau de la cuve de reste. Le suivi concerne le circuit d'engraissement d'une longueur de 480 m, sans épis. Les 3 descentes contrôlées sont en fin de circuit. La canalisation principale est nettoyée une fois par mois en hiver, deux fois en été. La soupière est décapée chaque mois. Les descentes d'auge sont nettoyées entre chaque bande.

L'élevage B est équipé d'une machine à soupe de marque RAPI-DEX installée en 1999 avec soupière en polyester. La séparation des menus est réalisée par bouchon et par l'eau de la cuve de reste. Le suivi concerne le circuit d'engrais-

sement de 170 m de longueur, sans épis. Les 4 descentes contrôlées sont au 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> tiers du circuit. La soupière est nettoyée chaque mois. La canalisation principale et les descentes ne sont pas nettoyées.

### Le dispositif\* expérimental

Après rinçage du circuit, de l'eau appelée « eau d'empreinte » a été mise en circulation dans la canalisation principale. Des prélèvements de cette eau ont été effectués après 5, puis 10 ou 15 minutes de circulation dans la canalisation principale, à la vanne de retour vers la soupière, puis aux sorties des descentes, afin d'observer son niveau de contamination au contact des dépôts et du biofilm de l'installation. L'opération a été renouvelée immédiatement après nettoyage de l'installation afin d'en évaluer l'efficacité. Le protocole de nettoyage-désinfection de l'installation est de type combiné (BOUSSER, 1999) mais n'est pas identique selon les maillons de l'installation. Il comprend un décapage au nettoyeur haute pression et la pulvérisation d'un nettoyant-désinfectant alcalin chloré sur les parois de la soupière, le recyclage d'alcalin chloré dilué à 2 % dans la canalisation principale, le décapage des descentes à l'aide du nettoyeur haute pression, suivis de rinçages. Des prélèvements d'eau d'empreinte ont été effectués à intervalles d'une semaine pendant 4 semaines sans nettoyage, afin d'estimer la vitesse de reconstitution du biofilm et des dépôts. Un nouveau nettoyage-désinfection a alors été effectué. Au total, les observations ont eu lieu de février à mai 2000, sur 3 cycles complets nettoyage-contrôles de 4 semaines chacun, soit 14 visites par élevage et 17 séries de prélèvements. A partir du 2<sup>ème</sup> cycle, des prélèvements supplémentaires ont été effectués le 2<sup>ème</sup> jour après

nettoyage. 188 échantillons ont été prélevés au niveau des canalisations principales et descentes, et 44 au niveau des cuves d'attente et soupières.

### Les mesures\*

Des mesures d'ATP, de pH et des analyses microbiologiques ont été réalisées sur les différents échantillons d'eau d'empreinte prélevés dans la cuve d'attente, la cuve de préparation (soupière) après brassage, la canalisation principale après recyclage et à la sortie des descentes. L'ATPmètre donne une note de 1 à 7,5 en fonction de la quantité d'ATP présente. Les milieux propres ont les notes les plus faibles. Les analyses microbiologiques concernent le dénombrement de la flore totale à 30°C [Ftot], de la flore lactique [Flac] et des coliformes totaux [ColiT].

### Les mesures de la flore bactérienne

Dans l'eau d'empreinte avant nettoyage des canalisations et descentes des deux élevages, la flore lactique ( $10^5$  à  $10^7$  ufc/ml) représente une part importante de la flore totale ( $10^6$  à  $10^7$  ufc/ml). La flore coliforme est à un niveau relativement faible atteignant  $10^{2.7}$  dans les eaux d'empreinte des canalisations principales, et  $10^4$  dans celles des descentes. (tableaux 1 et 2 et figures 1 à 4).

Les notes d'ATP et l'analyse microbiologique montrent une contamination croissante de l'eau d'empreinte depuis la cuve d'attente jusqu'aux descentes (figures 3 et 4). L'eau des cuves d'attente montre des flores lactique et coliforme inférieures aux seuils de détection pour tous les échantillons des deux élevages, ainsi que la flore totale à l'exception d'1 échantillon de l'élevage A et de 4 échantillons de



l'élevage B dont le niveau est de l'ordre de  $10^1$  ufc/ml. Pour les deux élevages, les teneurs en flores totale et lactique des eaux d'empreinte sont significativement plus élevées à la sortie des descentes qu'à la sortie du circuit principal. Les valeurs obtenues à la sortie des descentes prennent en compte la contamination liée au passage dans la canalisation principale (tableau 1). L'opération de nettoyage-désinfection entraîne une baisse significative proche de 3 logarithmes de la flore totale et lactique dans la canalisation principale et les descentes. Les niveaux de contamination sont de l'ordre de  $10^2$  à  $10^4$  ufc/ml immédiatement après nettoyage, contre  $10^6$  à  $10^7$  ufc/ml avant nettoyage (tableau 2). Pour la soupière, les prélèvements n'ont pas été effectués sur tous les cycles mais montrent, pour l'élevage A et B, des flores bactériennes inférieures à  $10^1$  ufc/ml après nettoyage contre  $10^4$  à  $10^6$  ufc/ml auparavant (figure 3). La réduction de flore bactérienne est aussi importante pour les descentes (nettoyage à l'eau haute pression sans désinfection) que pour la canalisation principale (circulation d'un nettoyant-désinfectant) ou la soupière (haute pression et nettoyant-désinfectant). Cette diminution n'est pas similaire pour tous les cycles de nettoyage-contrôles bien qu'ils soient effectués de façon identique (effet cycle et interactions cycle-temps significatifs). Pour les deux élevages, le 2<sup>ème</sup> nettoyage a entraîné une réduction de la flore plus marquée que pour les 1<sup>er</sup> et 3<sup>ème</sup> nettoyages (figures 1 et 2). La réduction après nettoyage des teneurs en coliformes totaux des eaux d'empreinte est moindre et n'est significative que pour les descentes (tableau 2). La recontamination par les flores après nettoyage intervient rapidement. Les flores totale, lactique et coliforme mesurées

**Tableau 1 : Effet de la cinétique de contamination et du site de la machine à soupe sur les notes d'ATP, mesures de pH et résultats des analyses bactériologiques (moyennes en log<sub>10</sub> ufc/ml) de l'eau d'empreinte**

	Temps <sup>(1)</sup>					Site		Analyse statistique <sup>(2)</sup>	
	Avant nett	Après nett	J7	J14	J21	Canalisation Principale	Descentes	Effets	ETR
ATP (n=60)	4.55a (0.90)	3.83b (0.28)	3.83b (0.53)	4.36a (0.73)	4.27ab (0.70)	3.68a (0.36)	4.67b (0.61)	T***, S***, TS**, ES*	0.33
pH (n=37)	6.68a (0.44)	7.79b (0.29)	7.16c (0.40)	6.80ac (0.35)	6.78a (0.49)	7.21a ) (0.55)	6.93b ) (0.54)	T***, S***, E***	0.17
Ftot (n=57)	6.79a (0.47)	3.59a (1.22)	6.16c (0.47)	6.58ac (0.64)	6.57ac (0.67)	5.56a (1.42)	6.40b (1.24)	T***, S***, E*, C <sub>E</sub> *, C <sub>ET</sub> ***	0.39
Flac (n=59)	6.11a (0.80)	2.76b (1.52)	5.78a (0.54)	6.14a (0.67)	6.22a (0.83)	4.82a (1.57)	6.06b (1.35)	T***, S***, C <sub>E</sub> **, TS*, C <sub>ET</sub> **	0.35
ColiT (n=58)	3.32a (1.17)	1.60b (1.29)	3.14a (0.69)	3.10a (1.05)	3.21a (1.11)	2.30a (1.07)	3.44b (1.09)	T***, S***, E*, C <sub>E</sub> *, C <sub>ET</sub> **	0.59

n : nombre de données transformées ; (.) : écart-type

(1) Valeurs avant et après nettoyage-désinfection (J = 0) et 7, 14, et 21 jours après nettoyage-désinfection;

(2) Test statistique incluant les effets du temps par rapport au nettoyage (T), du site de prélèvement (S), de l'élevage (E), du cycle de contrôle hiérarchisé dans l'élevage (C<sub>E</sub>) et de leurs interactions, au seuil de signification : \* : p<0.05; \*\* : p<0.01; \*\*\*: p<0.001. Les moyennes pour un même critère et une même classe auxquelles sont attribuées des lettres différentes sont significativement différentes entre elles au seuil de 1%. ETR : Ecart Type Résiduel.

**Tableau 2 : Evolution de la flore bactérienne (en log<sub>10</sub> ufc/g), du pH et de la note ATP de l'eau d'empreinte après rinçage par site de prélèvement (moyennes corrigées).**

		Avant nett	Après nett	J7	J14	J21
ATP	Canalisation (n=30)	3.87a	3.75a	3.4a	3.72a	3.65a
	Descentes (n=30)	5.24a	3.91b	4.27bc	5.01ac	4.89ac
	Différence	p < 0.01	ns	p < 0.01	p < 0.01	p < 0.01
pH	Canalisation (n=18)	6.88a	7.93b	7.25a	6.93a	ne
	Descentes (n=19)	6,61a	7,65b	7,06a	6,67a	ne
	Différence	ns	ns	ns	ns	
Ftot	Canalisation (n=29)	6,46a	3,18b	ne	6,29a	6,09a
	Descentes (n=28)	7,12a	4,09b	ne	6,87a	7,05a
	Différence	ns	0.04		ns	< 0.01
Flac	Canalisation (n=29)	5,40a	1,78b	5,44a	5,56a	5,52a
	Descentes (n=30)	6,83a	3,71b	6,12a	6,72a	6,93a
	Différence	p < 0.01	p < 0.01	ns	p < 0.01	p < 0.01
ColiT	Canalisation (n=28)	2.68a	1.44a	2,69a	2,60a	2,54a
	Descentes (n=30)	4.00a	2,12bc	3,58ac	3,61ac	3,88a
	Différence	0.07	ns	ns	ns	0.02

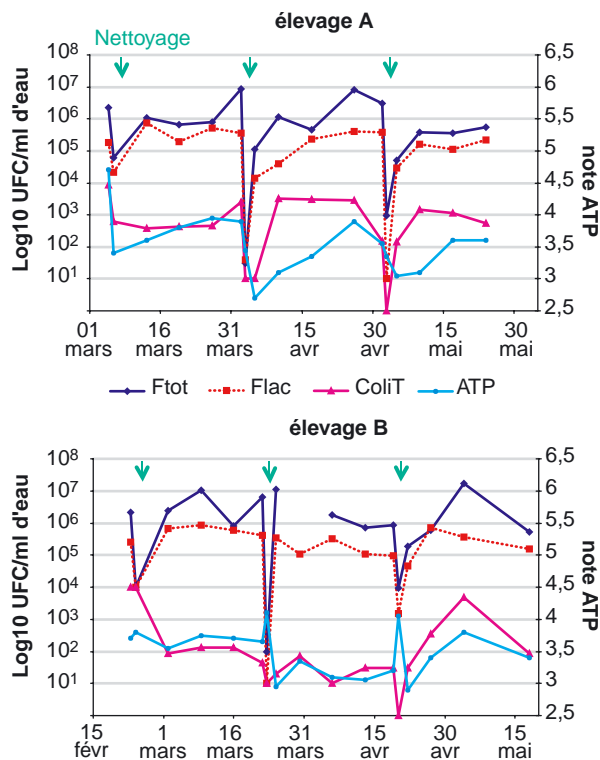
n : nombre de données transformées ; ne : non estimé ; ns : non significatif

Valeurs avant et après nettoyage-désinfection (J = 0) et 7, 14, et 21 jours après nettoyage-désinfection.

Les moyennes pour un même critère et une même ligne auxquelles sont attribuées des lettres différentes sont significativement différentes entre elles au seuil de 1%.

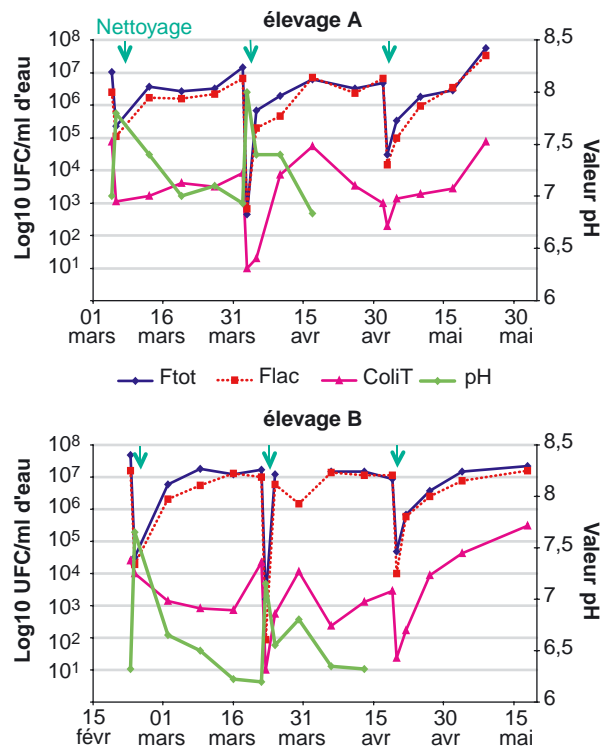
14 jours après nettoyage ne sont pas différentes de celles avant nettoyage, ainsi que celles mesurées 7 jours après nettoyage pour la flore lactique et les coliformes

totaux (tableaux 1 et 2). Ce phénomène intervient sans doute dès le 2<sup>ème</sup> jour comme le montrent les contrôles effectués lors des 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> cycles (figures 1 et 2).



Moyennes de 2 mesures sur l'eau d'empreinte (EE) prélevée après 5 et 15 mn de recyclage dans la canalisation principale. La flèche indique un nettoyage-désinfection de la machine à soupe.

**Figure 1 : Flore bactérienne et note d'ATP de l'eau d'empreinte (EE) de la canalisation principale lors de 3 cycles de nettoyage**



Moyennes des mesures sur l'eau d'empreinte (EE) prélevée après 15 mn de recyclage à la sortie des descentes. La flèche indique un nettoyage-désinfection de la machine à soupe.

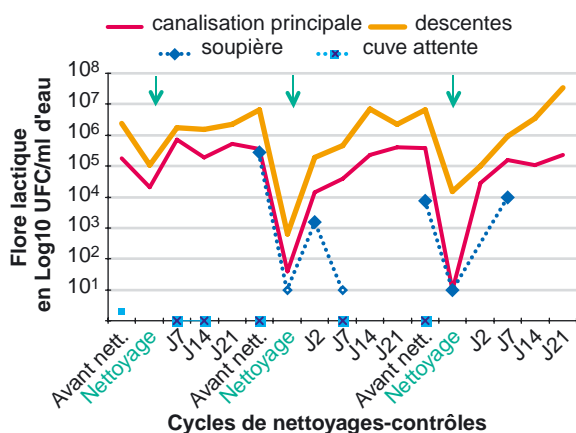
**Figure 2 : Flore bactérienne et pH de l'eau d'empreinte (EE) des descentes lors de 3 cycles de nettoyage**

### Les mesures d'ATPmétrie

Les notes ATP sont plus élevées de 1 point dans l'eau d'empreinte

prélevée en sortie de descentes ( $4,7 \pm 0,6$ ) qu'en sortie du circuit principal ( $3,7 \pm 0,4$ ), soit une charge 10 fois plus élevée.

toyage. A l'inverse, sur l'eau d'empreinte de la canalisation principale de l'élevage B, la note d'ATP est plus élevée immédiatement après nettoyage et ne diminue que lors du contrôle suivant à J2 ou J7 (tableau 3, figures 1 et 4).



Prélèvements d'eau d'empreinte (EE) après brassage dans la souprière, après recyclage dans la canalisation principale et après distribution au niveau des descentes. La flèche indique un nettoyage-désinfection de la machine à soupe.

**Figure 3 : Evolution de la flore lactique de l'EE de la machine à soupe avant, après et 2, 7, 14 et 21 jours après nettoyage pour l'élevage A.**

Dans les descentes, la note ATP des eaux d'empreinte prélevées diminue significativement après nettoyage atteignant 3,9 contre 5,2 avant nettoyage. Les niveaux sont proches après nettoyage de 4,0 pour l'élevage B et de 3,7 à 3,9 pour l'élevage A (avant nettoyage 5,2 à 6,1 pour B et 5,1 pour A).

Dans les canalisations principales, l'évolution lors du nettoyage n'est pas identique pour les 2 élevages (interactions significatives élevage x site et temps x site). Pour la canalisation principale de l'élevage A, la note ATP varie, selon les cycles, de 3,9 à 4,7 avant nettoyage jusqu'à 2,7 à 3,4 après net-

### Les mesures de pH

En l'absence de nettoyage, le pH de l'eau d'empreinte dans les descentes sont plus bas : pour l'élevage A, 7,1 (6,8 à 7,4), pour l'élevage B, 6,4 (6,2 à 6,8), comparés à l'eau de la cuve d'attente (respectivement 7,7 et 7,1 pour A et B). Les pH dans les canalisations principales sont intermédiaires (tableau 3). Après nettoyage, le pH de l'eau d'empreinte des canalisations principales et des descentes sont augmentés d'un point ( $p < 0,01$ ). Ces niveaux sont proches ou légèrement supérieurs à ceux



**Tableau 3 : Mesures de pH et d'ATP sur l'eau d'empreinte (EE) en l'absence de nettoyage et après nettoyage-désinfection**

Lieu de prélèvement	Elevage A		Elevage B	
	pH	ATP	pH	ATP
Cuve d'attente (eau propre)	7.7 ± 0.3 (n=5)	1.6 ± 0.2 (n=15)	7.1 ± 0.4 (n=8)	1.8 ± 0.2 (n=15)
<b>EE sans nettoyage</b>				
Canalisation principale	7.4 ± 0.1 (n=15)	3.6 ± 0.5 (n=28)	6.7 ± 0.2 (n=18)	3.4 ± 0.3 (n=28)
Descentes	7.1 ± 0.3 (n=25)	4.5 ± 0.7 (n=44)	6.4 ± 0.3 (n=36)	4.9 ± 0.7 (n=56)
<b>EE après nettoyage</b>				
Canalisation principale	7.9 ± 0.15 (n=4)	3.4 ± 0.1 (n=6)	7.8 ± 0.2 (n=4)	4.0 ± 0.2 (n=6)
Descentes	7.9 ± 0.1 (n=5)	3.8 ± 0.2 (n=9)	7.4 ± 0.4 (n=8)	4.0 ± 0.2 (n=12)

mesurés dans la cuve d'attente. Toutefois, dans les deux élevages, les pH des cuves d'attente montrent des variations importantes ( $\pm 0,2$  et  $0,4$ ).

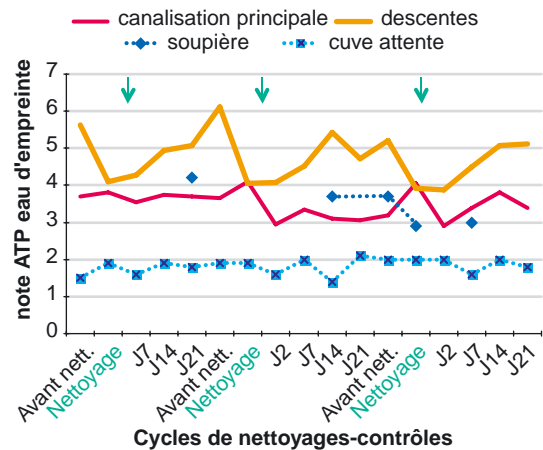
## L'incidence des maillons de l'installation

Des résultats antérieurs ont mis en évidence la forte contamination liée aux soupes résiduelles. HANSEN (1987) dans 11 élevages danois, puis TOUARIN (1994) dans 8 élevages bretons constatent une contamination identique entre les soupes résiduelles du repas précédent restant dans la soupière ou dans la canalisation, et les soupes préparées dans la soupière puis distribuées aux animaux. La contamination élevée des eaux de poussée non évacuées vers la cuve de reste et maintenues dans le circuit, est montrée dans 5 machines à soupe d'une étude ITP complémentaire (ROYER et al, 2003b). Les analyses d'eau de la cuve d'attente révèlent une faible contamination de l'eau utilisée. La bibliographie indique une contamination en flore totale des aliments comprise entre  $10^4$  et  $10^6$  ufc/ml. L'étude des aliments sous forme de soupes reconstituées dans 9 autres élevages confirme ce niveau, même si des

valeurs plus élevées apparaissent parfois (ROYER et al, 2003b). La part de la contamination d'origine alimentaire est limitée, bien qu'elle ne soit pas à négliger au regard des niveaux de flore des eaux d'empreinte prélevées sur la machine à soupe.

Cette étude écarte ces sources de contamination (soupes résiduelles et eaux de poussée, aliment) pour ne retenir que la contamination de la soupe liée au contact avec le biofilm et les dépôts présents sur les parois des maillons de l'installation. Le choix de la technique d'eau d'empreinte permet la mise en évidence de cette contamination par contact et la réalisation de mesures d'ATP, difficiles sur une soupe.

Dans les conditions d'élevages équipés de cuves de reste, la contamination de la soupe directement liée à l'installation est importante. Elle n'est pas identique pour les différents maillons. Les descentes apportent une contamination finale élevée de la soupe, atteignant des valeurs de  $10^7$  à  $10^8$  ufc/ml, supérieures à celles apportées par les canalisations principales après brassage et recyclage. La contamination due aux descentes est supérieure à celle de l'aliment et proche des niveaux mesurés par HANSEN



Prélèvements d'eau d'empreinte (EE) à la cuve d'attente, après brassage dans la soupière, après recyclage dans la canalisation principale et après distribution au niveau des descentes. La flèche indique un nettoyage-désinfection de la machine à soupe.

**Figure 4 : Evolution de la note d'ATP de l'EE de la machine à soupe avant, après et 2, 7, 14 et 21 jours après nettoyage pour l'élevage B.**

(1987) et TOUARIN (1994) sur les soupes résiduelles et les soupes distribuées. Les mesures réalisées sur les soupières, en accord avec de précédentes observations (ROYER et al, 2002), montrent que celles-ci sont le maillon le moins contaminant. Ce constat montre que les efforts effectués pour limiter les quantités de soupes résiduelles par la mise en place de cuves de reste et une gestion par séparation de menus, et pour limiter les dépôts au niveau des maillons soupière et circuit en améliorant les matériels et procédures de nettoyage, ont un impact limité en raison de cette contamination finale importante dans les descentes.

## L'impact du nettoyage-désinfection

L'incidence d'un nettoyage-désinfection complet des maillons de la machine à soupe est forte sur les flores totale et lactique (réduction de 2 et 3 logarithmes) ainsi que sur les coliformes totaux (1 à 2 logarithmes), en accord avec les mesures d'ATP. Un effet identique du même protocole a été vérifié dans l'étude de 9 éle-

**L'étude écarte la contamination due aux soupes résiduelles et eaux de poussée et à l'aliment pour ne retenir que la contamination de la soupe liée au contact avec le biofilm et les dépôts présents sur les parois des maillons de l'installation.**

**Les mesures réalisées sur les soupières montrent que celles-ci sont le maillon le moins contaminant.**

**La contamination de la soupe liée au circuit est importante.**



**L'incidence d'un nettoyage complet de l'ensemble des maillons de la machine à soupe est forte sur les flores totale et lactique.**

vages classés avec et sans problèmes (ROYER et al, 2003a). Il confirme les résultats précédents montrant une chute des différentes flores bactériennes et fongiques lors du nettoyage, d'amplitude variable selon le protocole de nettoyage et désinfection (HANSEN, 1987; SOGEVAL, 2001, cité par FOUERE, 2001).

Une étude complémentaire (ROYER et al, 2003a) montre comme celle-ci que, pour 5 élevages sur 9, le pH des eaux d'empreinte des canalisations et descentes est plus faible avant nettoyage que celui des eaux propres de la cuve d'attente. Après nettoyage, les pH des eaux d'empreinte s'élèvent aux niveaux des eaux de la cuve d'attente.

Les mesures effectuées 2 et 7 jours après nettoyage montrent une reconstitution rapide de la flore bactérienne, en particulier lactique. Le nettoyage-désinfection, même lorsqu'il est régulier à intervalles de 4 semaines, n'a pas d'effet durable. Ces résultats sont similaires à ceux de HANSEN (1987) qui, dans 2 élevages, observe la même cinétique de recontamination rapide lors d'observations faites 2, 4 et 7 jours après nettoyage. L'effet observé est peu influencé par les modalités du protocole de nettoyage-désinfection.

La chute des flores suivie d'une recontamination rapide, concerne l'ensemble du circuit, lorsque le protocole est mécanique et chimique (souponnières), chimique (recyclage de l'alcalin chloré dans la canalisation principale) ou seulement mécanique sans détergence ni désinfection en recyclage (haute pression au niveau des descentes). Le procédé de nettoyage-désinfection combiné à l'aide d'un détergent désinfectant alcalin en présence de souillures organiques pourrait n'être pas assez complet

pour obtenir une désinfection intégrale du circuit principal. Il présente selon BOUSSER (1999) des avantages en terme d'économie, de stabilité de la solution détergente et de moindre transport de bactéries lors de la détergence, mais nécessite certaines précautions. L'une des principales difficultés est liée aux effets antagonistes dus aux souillures organiques (BOUIX et al, 1999). Un plan avec nettoyage et désinfection par étapes séparées pourrait permettre d'obtenir la meilleure activité désinfectante. Cependant, la pratique d'un nettoyage-désinfection régulier de la canalisation principale par l'éleveur A ou son absence chez l'éleveur B ne se traduit pas par une différence de contamination des eaux d'empreinte prélevées lors de la 1<sup>ère</sup> visite. De même, HANSEN (1987) a utilisé un protocole de nettoyage-désinfection avec séparation des phases sur la cuve et le circuit principal de 2 élevages, sans observer de différence sur les niveaux de contamination après nettoyage, ni sur la vitesse de recontamination par rapport à un protocole avec un seul produit. Enfin, les descentes ne permettent pas l'action nettoyante-désinfectante par recyclage et n'ont été l'objet que d'une action mécanique. Elles ne sont facilement accessibles qu'en l'absence d'animaux.

La recherche d'une plus faible contamination résiduelle après nettoyage constitue une voie possible d'amélioration. Dans de nombreux cas, la conception et l'installation des équipements de machines à soupe en élevage ne permettent pas la suppression des souillures et dépôts résiduels et rendent difficile l'obtention d'un véritable nettoyage-désinfection.

Une enquête ITP-ENVV auprès de 164 éleveurs (2000, non publiée)

souligne la longueur importante du circuit principal d'engraisement, le nombre de coudes, de raccords et de vannes, les dénivelés et la section élevée des canalisations. Des améliorations de la conception des machines à soupe sont à étudier afin de faciliter un réel nettoyage en place (BENEZECH et LALANDE, 1999). Il est probable qu'un débit insuffisant et une vitesse limitée de circulation dans les tuyauteries ne permettent pas de bénéficier de l'action mécanique de l'eau sur les dépôts. La présence d'une pompe à gros débit, le type de matériaux, la vidange complète de l'installation, les raccords sont des points à analyser. Les antennes et les descentes restent de véritables points noirs. Selon l'enquête ITP-ENVV, l'âge moyen des installations de machine à soupe est estimé à 10 ans en 2000. 50 % des installations ne disposent pas de cuve de reste. La complexité des protocoles, le temps et les quantités d'eau nécessaires rendent l'application d'un protocole complet parfois illusoire au regard des pratiques des éleveurs. Selon la même enquête, si 68 % d'éleveurs nettoient régulièrement la soupinière, ils ne sont plus que 36 % à le faire pour le circuit et 12 % pour les descentes. Les opérations de nettoyage et de désinfection, si l'installation le permet ou peut être aisément modifiée, doivent faire l'objet d'une réflexion adaptée à la situation de l'élevage, en s'attachant à une bonne observance des protocoles (VAILLANCOURT, 2002).

**Le profil de la flore bactérienne**

Cette étude, basée sur des prélèvements d'eau d'empreinte, montre l'importance de la flore lactique ( $10^5$  à  $10^7$  ufc/ml) dans la flore totale ( $10^6$  à  $10^7$  ufc/ml). Cette observation est confirmée

**Les mesures effectuées 2 et 7 jours après le nettoyage montrent une reconstitution rapide de la flore bactérienne.**



**Des améliorations de la conception des installations de machines à soupe sont à étudier.**



dans 12 élevages (ROYER et al, 2002). Cette prépondérance relative signification négative attribuée au mot contamination. Elle est mentionnée par de nombreuses études sur la qualité des soupes distribuées (HANSEN, 1987; VIRTALA et SARANÄÄ, 1991, HASSAN, 1994, ÖSTLING et KARLSSON, 1994 tous cités par HANSEN, 1998; TOUARIN, 1994; GEARY, 1997). La flore coliforme représente une faible part de la flore totale, de l'ordre de 1 % ( $10^3$  à  $10^5$  ufc/ml). Les teneurs en flores bactériennes des eaux d'empreinte dans les descentes avant nettoyage sont voisines de celles des eaux d'empreinte de 9 autres élevages (ROYER et al, 2002) et de celles des soupes distribuées rapportées par HANSEN (1987, 1998), TOUARIN (1994) et GEARY (1997). Les autres flores bactériennes et mycologiques n'ont pas été étudiées dans ces 2 élevages. HANSEN (1987), CHAMOULAUD (1992), TOUARIN (1994) et SOGEVAL (2001, cité par FOUERE, 2001) relèvent dans la soupe ou l'eau de circulation les teneurs en coliformes fécaux ( $10^1$  à  $10^2$  ufc/ml), en streptocoques fécaux (0 à  $10^3$  ufc/ml), en clostridies (0 à  $10^3$  ufc/ml) et en ASR\* (3 à 20 ufc/ml). La présence des ASR n'est détectée dans l'étude des 9 élevages avec et sans problèmes, que dans 10 échantillons d'eau d'empreinte sur 120, dont 9 sont prélevés à la sortie des descentes (ROYER et al, 2003).

L'importance des levures dans les soupes, comprises entre  $10^6$  et  $10^7$  germes/g, est notée dans la plupart des études (DROCHNER et al, 1983, 1984 ; HANSEN, 1987 ; VIRTALA et SARANÄÄ 1991, HASSAN, 1994, ÖSTLING et KARLSSON 1994, tous cités par HANSEN, 1998). Des quantités moins élevées (de l'ordre de  $10^4$  germes/ml) sont indiquées par

GEARY (1997) et par CHAMOULAUD (1992). Les moisissures sont en faible nombre ( $10^2$  à  $10^3$  germes/g) dans les soupes étudiées par HANSEN (1987) et par ÖSTLING et KARLSSON (1994, cités par HANSEN, 1998). HASSAN (1994, cité par HANSEN, 1998) et DROCHNER et al (1983, 1984) trouvent des quantités plus importantes ( $10^4$  à  $10^6$  germes/g). Dans 11 échantillons de biofilms et dépôts présents sur les arrivées d'aliment sec, sur la paroi de la soupière et sur les descentes vers les auges, l'ITP relève dans une autre étude, une quantité élevée de levures ( $10^6$  à  $10^7$  germes/g) ainsi que de moisissures ( $10^6$  germes/g), avec une faible présence d'espèces mycotoxinogènes (ROYER, 2002).

Les machines à soupe sont, comme indiqué par HANSEN (1987), des systèmes biologiquement actifs et dominés par les bactéries lactiques et les levures. Ce profil, en raison de sa proximité avec la flore caractéristique des aliments et des matières premières végétales (HERRY et al, 1987), conduit à interpréter avec prudence la notion de contamination du circuit et de la soupe. La flore présente peut néanmoins héberger des germes pathogènes ou favoriser des fermentations gazeuses et participer à l'expression de certaines pathologies digestives (DROCHNER, 1983, 1984). Cette étude ne met pas en évidence, après nettoyage désinfection, un changement de l'équilibre de la flore des machines à soupe mais un tel phénomène n'est pas exclu. Sur 2 élevages, HANSEN (1987) indique entre 1 à 5 jours après nettoyage, une augmentation de 1 à 2 logarithmes des bactéries coliformes dans la soupe distribuée, et même de 4 logarithmes pour l'un des nettoyages. En raison de cette augmentation des coliformes et d'une rupture de l'équilibre de la flore, les auteurs danois (HANSEN

1987, HANSEN et MORTENSEN, 1989) concluent qu'il n'est pas possible de mettre en évidence un effet positif d'un nettoyage régulier des parties fermées de la machine à soupe. Dans l'étude ITP, les opérations de nettoyage-désinfection réalisés dans 9 élevages avec ou sans mortalités brutales en engraissement, n'ont pas eu d'effets comparables. Elles ont été suivies, selon les cas, d'une amélioration, d'une aggravation et plus souvent d'une stabilité des symptômes (ROYER et al, 2003c). Des mesures préventives favorisant la flore de barrière favorable pourraient être mises en œuvre afin de prévenir un déséquilibre après un nettoyage-désinfection. Les solutions envisageables sont l'utilisation de produits acidifiants dans l'aliment, la soupe ou l'eau de poussée, leur ensemencement par des germes favorables, le choix de certaines matières premières.

## Conclusion

La maîtrise du risque microbiologique éventuel, lié à la distribution en soupe, nécessite d'identifier les sources de contaminations. Les résultats montrent que chaque maillon de l'installation représente une source potentielle de contamination de la soupe. Il faut comparer cette contamination générée dans le circuit, aux caractéristiques microbiologiques de départ de l'aliment qui possède une flore bactérienne. Dans les systèmes sans cuve de reste, la soupe résiduelle a une influence déterminante sur la contamination de la soupe fraîchement préparée et distribuée. Les systèmes de distribution en eau poussante avec cuve de reste représentent donc un progrès. Dans les deux cas, les descentes, en l'absence de la possibilité d'un nettoyage fréquent, restent une source importante de contamination. Les soupes distri-

**Les machines à soupe sont des systèmes biologiquement actifs et dominés par les bactéries lactiques et les levures.**



**Des mesures préventives favorisant la flore de barrière favorable peuvent être envisagées.**

\*ASR : Anaérobies Sulfito-Réducteurs



**Les systèmes de distribution en eau poussante avec cuve de reste représentent un progrès.**

**Les descentes restent une source importante de contamination.**

**L'impact du nettoyage est important mais de courte durée.**

buées ont une flore lactique dominante. Les coliformes et autres espèces dénombrées représentent une moindre part de la flore totale. La contamination, même élevée, ne peut pas être qualifiée de négative. L'impact du nettoyage est important mais de courte durée. Le nettoyage régulier de la soupière et du circuit de distribution de l'aliment reste une mesure souhaitable d'hygiène, même si sa contribution à la qualité sani-

taire de la soupe n'est pas déterminante. Le nettoyage complet de l'installation, y compris des parties ouvertes (arrivées d'aliment sec à la cuve, soupière et des descentes) est préférable à un nettoyage partiel limité à la soupière. Ce travail apporte des éléments nouveaux aux acteurs chargés de la mise au point des matériels et des protocoles de nettoyage ou de leur utilisation. Il soulève également des interrogations.

Des investigations supplémentaires s'avèrent nécessaires sur :

- les protocoles et la fréquence des nettoyages-désinfections,
- les mesures favorisant le développement de la flore lactique et limitant toute déstabilisation de la flore microbienne après un nettoyage
- des innovations du matériel qui limitent les dépôts et améliorent le nettoyage des descentes. ■

*Les auteurs remercient les éleveurs pour leur collaboration, ainsi que les techniciens et vétérinaires ayant apporté leur concours, les sociétés IDEXX (95), BioControl Systems (78), HYPRED (35) et STHIL (77), pour la fourniture des équipements et leurs conseils, le laboratoire LVD 82 pour son appui technique.*

### Contact :

eric.royer@itp.asso.fr

### Références bibliographiques

- BENEZECH T., LALANDE M., 1999. In : LEVEAU J.Y. et BOUIX M., Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries. Techniques & Documentation Lavoisier éd, Paris. Chap. 12, 341-363.
- BOUIX M., LEVEAU J.Y., MESCLE J.F., 1999. In : LEVEAU J.Y. et BOUIX M., Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries. Techniques & Documentation Lavoisier éd., Paris. Chap. 4, 87-139.
- BOUSSER C., 1999. In : LEVEAU J.Y. et BOUIX M., Nettoyage, désinfection et hygiène dans les bio-industries. Techniques & Documentation Lavoisier éd., Paris. Chap. 9, 257-272.
- BROOKS P.H., GEARY T.M., MORGAN D.T., CAMPBELL A., 1997. The Pig Journal, (36), 43-64.
- CHAMOULAUD V., 1992. Porc magazine n°243, 3/92, 63-65.
- DROCHNER W., SCHOLZ H., HERTRAMPF B., 1983. Dtsch. tierärztl. Wochenschr., 90, 121-128.
- DROCHNER W., WERNER J., STEFFENS W., BÖHM K.H., 1984. Kraftfutter, 11, 392-398.
- FOUERE M., 2001. Porc magazine n°347, 9/01, 147-168.
- GEARY T.M., 1997. Improving the performance of weaned pigs through developments in liquid feeding. Thesis Ph.D., Seale-Hayne Faculty of Agriculture, Land and Use, University of Plymouth (UK), 255 pp.
- HANSEN I.D., 1987. Beretning n° 139, Bioteknisk Institut éd., Kolding, 57 pp.
- HANSEN I.D., MORTENSEN B., 1989. Pig international, 19 (11), 8-10.
- HANSEN I.D., 1998. Rapport n°98-10-01, Bioteknologisk Institut, Kolding, 28 pp.
- HERRY M.P., MICHARD J., BEAUDOUIN B., LELAY Y., 1987. Microbiologie Aliments Nutrition 5, 21-43.
- JENSEN B.B., MIKKELSEN L.L., 1998. In Recent advances in animal nutrition, 107-126, Nottingham University Press éd.
- PINEL M., GERBER M., GUELLIL A., 1996. Guide d'échantillonnage et de contrôle de la qualité microbiologique des aliments du bétail, juin 1996, LDA 22 éd., Ploufragan, 64 pp.
- POISSON J., DROUET H., GOSSET H., VEGA D., 1980. Perspectives Agricoles, 41, 40-54.
- ROYER E., 1999. In Bilan d'activités par actions, p.81, ITP éd, Paris, 153 pp.
- ROYER E., MOUNDY G., ALBAR J., MARTINEAU G.P., 2002. Colloque « De la démarche hygiène à la biosécurité », ISPAIA-SOGEVAL, Ploufragan, 24 avril 2002, ISPAIA (éd.), Ploufragan, 39-53.
- ROYER E., MOUNDY G., ALBAR J., MARTINEAU G.P., 2003 a. Analyse descriptive du niveau d'hygiène microbiologique de la machine à soupe dans neuf élevages : 1- Influences des différents maillons du circuit. Revue de médecine vétérinaire, soumis pour publication.
- ROYER E., MOUNDY G., ALBAR J., MARTINEAU G.P., 2003 b. Analyse descriptive du niveau d'hygiène microbiologique de la machine à soupe dans neuf élevages : 2- Influence des soupes résiduelles et des aliments. Revue de médecine vétérinaire, soumis pour publication.
- ROYER E., MOUNDY G., ALBAR J., MARTINEAU G.P., 2003 c. Observations préliminaires de l'effet du nettoyage-désinfection de la machine à soupe sur le syndrome entérotoxémique chez le porc à l'engraissement., Revue de médecine vétérinaire, en préparation.
- TECALIMAN, 1996. Bulletin spécial n°25, Tecaliman éd., Nantes, 74 pp.
- TOUARIN E., 1994. Thèse Ecole Nationale Vétérinaire de Nantes. 111 pp.
- VAILLANCOURT J.P., 2002. Colloque «De la démarche hygiène à la biosécurité», ISPAIA-SOGEVAL, Ploufragan, 24 avril 2002, ISPAIA (éd.), Ploufragan, 72-82.

(1) Cabinet vétérinaire,  
12800 Naucelle  
(2) Ecole Nationale  
Vétérinaire de Toulouse