



Centre de recherche de développement et de transfert technologique en acériculture

Siège social

3600, boul Casavant Ouest
Saint-Hyacinthe, Qc, J2S 8E3
Tel : (450) 773-1105
Fax : (450) 773-8461

Bureau de Québec

1140, rue Taillon
Québec, Qc, G1N 3T9
Tel : (418) 643-8903
Fax : (418) 643-8350

Projet de recherche: Rapport final

**Amélioration des techniques d'assainissement
des réseaux de tubulure servant à la
collecte de l'eau d'érable**

Par: Gaston B. Allard agr., ing.

Collaborateurs : René Desruisseaux, tech. agr.

Julien Lavoie, ouvrier



Le fait d'ajouter à l'extrémité de chaque tube latéral d'un système de collecte de l'eau d'érable un dispositif permettant à la solution de lavage de circuler à travers tout le réseau de tubulure permet d'optimiser l'effet déjà observé du lavage périodique des tubes collecteurs pendant la saison de coulée. Même en utilisant une solution d'eau de Javel deux (2) fois plus diluée que celle recommandée avant 1988 soit, 1000 ppm, il est possible d'améliorer de façon très significative la qualité générale des sirops produits.



Introduction	1
Description du projet	1
Buts du projet	1
Hypothèses	2
Protocole expérimental	3
Modification apportée au système de collecte	3
Description des traitements	3
Évaluation des traitements	4
Résultats et discussion.....	5
Résultats de la saison 1987.....	5
Résultats de la saison 1988.....	7
Effet général des traitements	8
Effet de l'utilisation du comprimé de PFD (paraformaldéhyde)	10
Effet de l'utilisation d'un clapet	10
Amélioration générale de la qualité des sirops en fonction des traitements.....	11
Conclusion.....	12

Amélioration des techniques d'assainissement des réseaux de tubulure servant à la collecte de l'eau d'érable



Introduction

La qualité sanitaire des équipements servant à la collecte et à l'entreposage de l'eau d'érable a depuis longtemps été reconnue par plusieurs chercheurs comme étant le plus important des facteurs qui déterminent la qualité du sirop d'érable et notamment, sa couleur. Aussi, l'une des premières préoccupations des chercheurs qui ont développé les systèmes de collecte par tubulure a été de mettre au point des techniques de lavage et d'assainissement qui tiennent compte des caractéristiques de ces systèmes.

On a d'abord accordé beaucoup d'importance au lavage de fin de saison (Désilet, 1979). D'autres travaux ont par la suite démontré qu'il était possible d'améliorer la qualité des sirops en procédant à un assainissement périodique des tubes collecteurs pendant la saison de coulée. Les résultats de ces travaux ont permis la rédaction de guides techniques qui contiennent encore aujourd'hui les recommandations faites aux acériculteurs concernant les méthodes et les produits à utiliser pour procéder au lavage et à l'assainissement du matériel acéricole (C.P.V.Q., 1984).

Il nous est cependant paru possible d'améliorer de façon significative l'efficacité des lavages effectués pendant la saison en apportant une légère modification au réseau de tubulure, de façon à ce que la solution puisse atteindre presque toutes les composantes du système. En effet, puisque ce type de lavage est effectué alors que les chalumeaux sont fixés de façon presque hermétique dans les entailles, la solution de lavage qui est forcée dans les tubes collecteurs ne peut circuler dans le réseau de tubes latéraux. L'eau d'érable qui s'y trouve et qui est souvent fortement contaminée sert en quelque sorte "d'innoculum" et permet une croissance rapide des micro-organismes dans l'ensemble du système et ce, souvent quelques heures à peine après le lavage.

Dans le cadre de cet exposé, je voudrais tout d'abord faire une brève description des modifications apportées au système de collecte et vous soumettre le résultat de deux années d'observations relatives à l'amélioration de la qualité bactérienne de l'eau d'érable que ces modifications ont permis d'apporter. Ces travaux ont été réalisés à l'érablière expérimentale du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation de Victoriaville.



Description du projet

Buts du projet

On constate qu'il est de plus en plus difficile pour le marché des produits de l'érable d'absorber le volume important de sirop foncé produit à chaque année. Bien que la proportion relative de ce type de sirop par rapport à la production totale varie à chaque année en raison surtout des conditions climatiques, la principale cause de leur fabrication demeure l'impossibilité pour l'acériculteur d'assurer et de maintenir une qualité sanitaire adéquate de ses équipements et surtout du réseau de tubulure de son système de collecte sous vide. Dans ce contexte, ce projet avait pour but:

- a) d'évaluer l'effet d'une modification simple apportée au système de collecte quant à l'amélioration de la qualité de l'eau d'érable;

- b) en collaboration avec des fabricants de matériel acéricole, d'introduire sur le marché une nouvelle composante au système de collecte susceptible de faciliter les opérations de lavage pendant la saison et d'en maximiser les effets;
- c) de suggérer des modifications aux recommandations concernant le lavage et l'assainissement du matériel acéricole.



Hypothèses

Il existe une abondante littérature établissant une relation entre la qualité bactérienne de l'eau d'érable et la qualité des sirops produits. Cette qualité s'exprime généralement en pourcentage de transmittance de lumière ou encore, par son équivalent mieux connu des producteurs c'est-à-dire, par des classes de couleur. La figure 1 permet de visualiser de façon très approximative cette relation

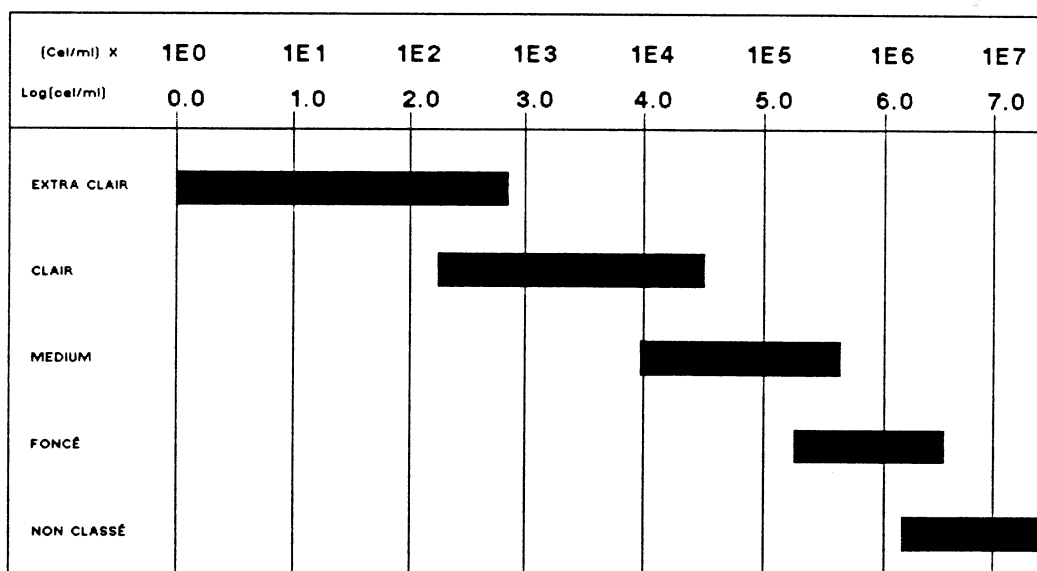


Figure 1. Illustration approximative de la relation entre la qualité bactérienne de l'eau d'érable et la qualité (couleur) des sirops produits.

Dans le cadre de cette étude, on peut admettre comme postulat que le fait d'améliorer la qualité bactérienne de l'eau d'érable présente dans le réseau de tubulure permet d'améliorer la qualité des sirops produits. Le compte total de micro-organismes par unité de volume d'eau d'érable sera donc utilisé comme critère d'évaluation et d'analyse des différents traitements.

Le protocole expérimental mis en place vise donc à vérifier les hypothèses suivantes:

- a) en permettant à la solution de lavage de circuler dans les tubes latéraux à chaque lavage des collecteurs pendant la saison de coulée, on améliore de façon significative la qualité bactérienne de l'eau d'érable par rapport au système conventionnel;
- b) l'effet germicide des comprimés de paraformaldéhyde n'est pas significatif dans l'amélioration de la qualité de l'eau d'érable;

- c) On obtient une bonne efficacité de lavage en utilisant une solution d'eau de Javel deux fois moins concentrée (500 ppm) que celle actuellement recommandée (1000 ppm).



Protocole expérimental

Modification apportée au système de collecte

Cette modification consiste simplement à ajouter à l'extrémité de chaque tube latéral une chute portant une valve à dépression (ou clapet anti-retour "check valve") permettant un faible écoulement lorsque la pression est positive, c'est-à-dire pendant le lavage, alors que le système devient parfaitement hermétique lorsqu'il est sous vide. La figure 2 illustre schématiquement le dispositif utilisé. Les tubes équipés de ce dispositif sont définis comme étant les traitements Avec Clapet (AC).

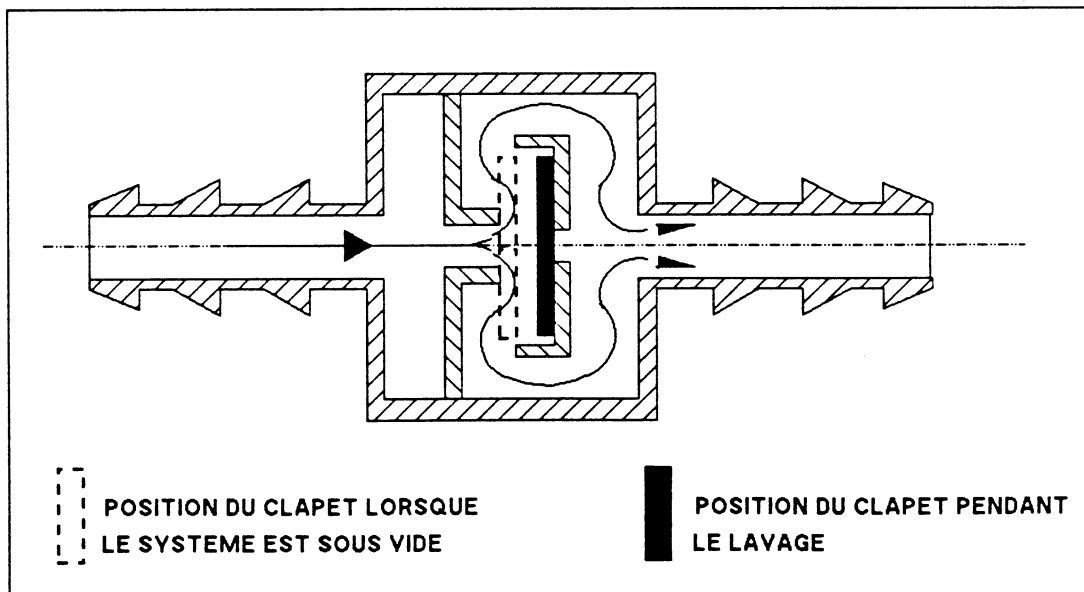


Figure 2. Schéma du dispositif utilisé pour modifier le système de tubulure :

Description des traitements

Chaque traitement est appliqué sur un tube latéral. Tous les tubes utilisés sont de même longueur, portent sensiblement le même nombre d'entailles et sont tous reliés au même tube collecteur. Au printemps 1987, les cinq traitements étaient sans répétition alors qu'en 1988, chaque traitement est distribué de façon aléatoire à l'intérieur de trois blocs de 5 tubes (5 traitements, 3 répétitions). La figure 3 illustre le dispositif expérimental utilisé.

Au début de la période de coulée, tous les traitements sont considérés comme étant égaux sur le plan sanitaire. A tous les trois jours, à moins que les conditions climatiques (un gel important ou une pluie abondante) ou encore l'intensité de la coulée ($< 1,5$ l/ent.-jr) ne l'empêchent, on a procédé à un lavage normal de l'ensemble du dispositif.

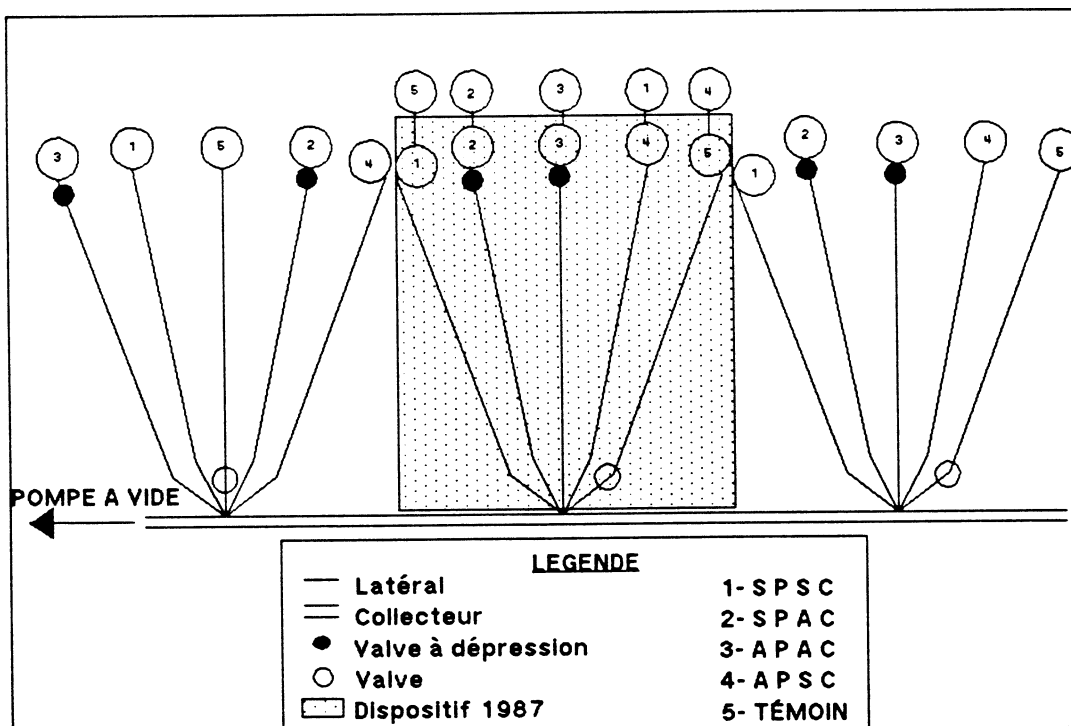


Figure 3. Dispositif expérimental, saisons 1987 et 1988

Immédiatement avant chaque lavage, une valve placée à la jonction du tube "TEMOIN" et du tube collecteur est fermée de façon à simuler le cas d'un système qui ne serait pas lavé pendant toute la saison. Pour les autres traitements, la solution de lavage utilisée est faite d'une partie d'eau de Javel à 12% dans deux cent (200) parties d'eau. Après le lavage des collecteurs, on procède au rinçage du système qui est par la suite remis sous vide. L'eau récoltée est jetée jusqu'à ce que l'odeur caractéristique de l'eau de Javel ne soit plus perceptible.

Sauf pour la concentration de la solution de lavage qui est deux fois plus diluée, il s'agit en fait des procédures décrites dans le guide technique "LAVAGE ET ASSAINISSEMENT DU SYSTEME DE COLLECTE DE L'EAU D'ERABLE", C.P.V.Q., AGDEX 300/756.

Évaluation des traitements

L'échantillonnage est effectué environ 24 heures après le lavage. Deux types d'échantillons sont alors prélevés à mi-distance entre le collecteur et l'extrémité du tube latéral soit:

- Sève (S): environ 10 ml d'eau d'érable qui coule dans le tube prélevé à l'aide d'un tube pressurisé et stérilisé "Vacutainer"
- Tube (T): un élément de tube latéral de 75 mm de longueur.

L'évaluation de la qualité bactérienne de l'eau d'érable est réalisée par la méthode standard de compte en plaque. La "propreté" ou encore, le nombre de cellules vivantes qui adhèrent à la paroi du tube, est évalué selon une méthode dérivée de la technique de numération bactérienne par unité de surface qui a déjà été décrite dans d'autres communications et dont les étapes sont illustrées à la figure 4.

Figure 4. Illustration de la méthode de numération bactérienne par unité de surface adaptée au système de collecte de l'eau d'érable.



Résultats et discussion

Résultats de la saison 1987

Le tableau 1 montre les résultats obtenus au cours de la première saison de l'expérience, soit du 20 mars au 7 avril 1987 alors que le dispositif ne comptait aucune répétition. Les populations bactériennes sont exprimées en valeurs logarithmiques (log base 10), ce qui permet de visualiser facilement l'ordre de grandeur du nombre de cellules vivantes présentes dans une unité de volume d'eau d'érable (ml) ou encore, qui adhèrent à une unité de surface de la paroi interne de tube latéral (cm x cm). En effet, la partie entière d'une valeur logarithmique exprime l'exposant ou la puissance du nombre 10; ainsi, le log d'un nombre compris entre 100 et 1 000 sera égal à 2,xxxx alors que pour un nombre compris entre 10 000 et 100 000, son log sera égal à 4,xxxx.

Tableau 1. Effet des lavages sur les populations bactériennes mesurées dans l'eau d'érable et sur la paroi interne des tubes latéraux, saison 1987

DATE	ELEMENT	TRAITEMENTS				TEMOIN
		SPAC	SPSC	APAC	APSC	
20-03-87	S	1.000	1.0000	3.4771	3.0000	1.000
	T	1.0000	0.0000	2.4771	2.1836	0.0000
23-03-87	S	1.0000	2.1139	4.0000	3.8451	1.0000
	T	0.0000	1.0223	3.5538	2.9517	0.0000
26-03-87	S	2.5563	1.0000	1.0000	3.6435	3.1761
	T	1.0435	1.0000	0.0000	2.8004	3.3745
01-04-87	S	5.5798	4.8195	2.1461	5.3802	5.8261
	T	5.1984	3.4694	2.1192	5.1984	5.1984
04-04-87	S	8.1430	4.1367	2.7404	7.3424	7.4771
	T	7.1984	1.5601	1.0223	7.1984	6.6351
07-04-87	S	7.2718	5.0719	3.1239	7.1139	6.3010
	T	7.7743	4.8418	3.7341	7.3123	6.8973

Puisque les résultats obtenus au cours du printemps 1987 indiquent les mêmes tendances que celles observées au cours du printemps 1988, l'analyse de ces résultats se limitera à constater l'excellente corrélation qu'on obtient en mesurant la propreté de la paroi du tube pour exprimer la qualité bactérienne de l'eau d'érable qui circule dans ces mêmes tubes.

D'autre part, la figure 5 illustre l'effet général des différents traitements sur la progression de la contamination bactérienne et nous permet de valider nos hypothèses de départ.

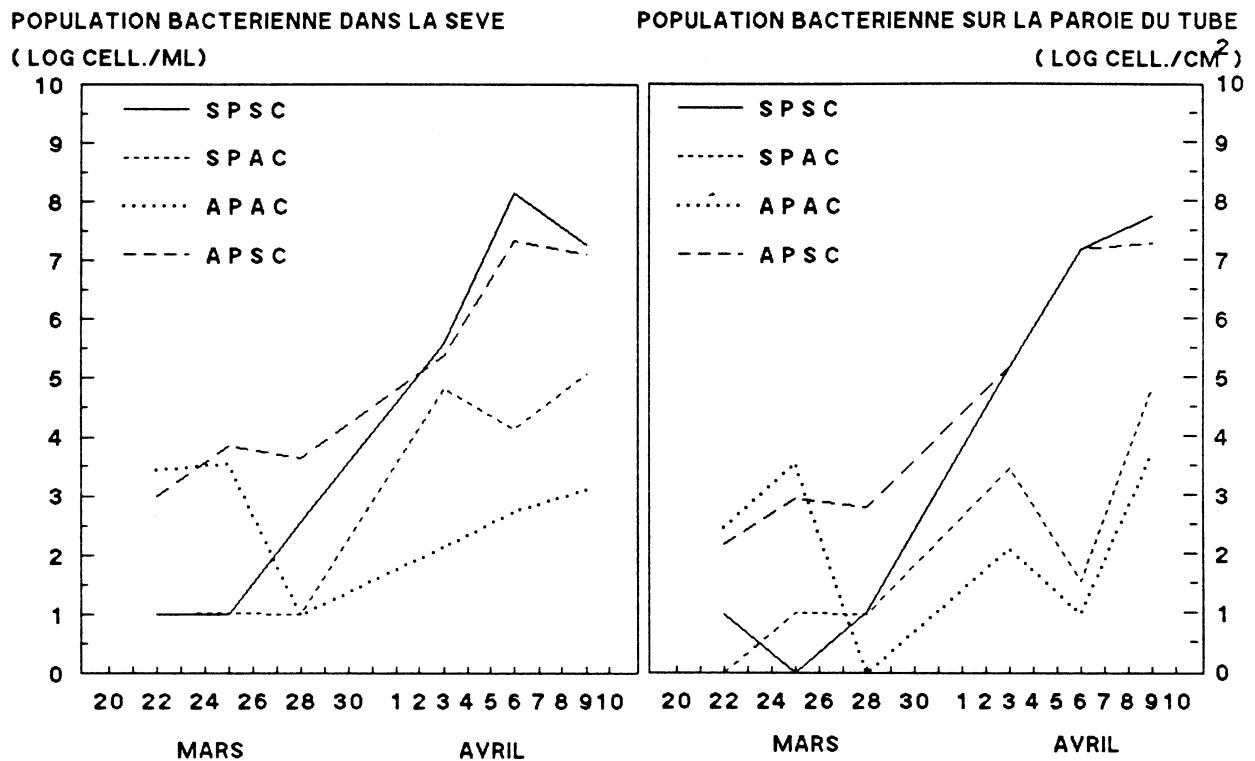


Figure 5. Effet des traitements mesuré sur l'eau d'érable ainsi que sur la paroi des tubes, dispositif 1987

Résultats de la saison 1988

Le tableau 2 montre les moyennes calculées sur le logarithme des populations bactériennes évaluées après chaque lavage sur les trois répétitions que comptait chaque traitement du dispositif de 1988. Pour les fins de la discussion, on n'utilisera que les mesures effectuées sur l'eau d'érable puisque, comme on l'a vu précédemment, cette mesure rend parfaitement compte de la propreté des tubes.

Pour éviter les écarts notés dans la contamination des différents éléments du dispositif au début de la saison de 1987 (voir fig. 5), un lavage effectué avant le début de la coulée nous a permis d'uniformiser la contamination de tous les tubes faisant partie du nouveau dispositif expérimental. Dans le même objectif, les comprimés de paraformaldéhyde ont été ajoutés aux seules entailles faisant partie des traitements APAC et APSC contrairement à l'année précédente où les comprimés avaient été enlevés après la première coulée pour ajouter les traitements SPAC et SPSC.

Tableau 2. Effet des lavages sur les populations bactériennes mesurées dans l'eau d'érable, saison 1988

DATE	TRAITEMENTS				
	SPAC	SPSC	APAC	APSC	TEMOIN
24-03-88	1.000	1.0000	1.0000	1.0000	1.000
27-03-88	4.2475	1.3920	1.3920	2.4351	3.2108
01-04-88	6.1481	2.5562	1.4337	4.9808	6.3076
04-04-88	7.7532	5.5819	4.2666	7.7919	8.3122
07-04-88	7.7138	5.8975	4.5049	8.4771	8.0382

Effet général des traitements

Les données compilées au tableau 2 permettent de tracer les courbes illustrant la progression relative de la contamination bactérienne pour chacun des traitements. Si on superpose à ce graphique une illustration de la relation qui existe entre la qualité bactérienne de l'eau d'érable et la qualité du sirop et ce, sur la base du postulat établi précédemment, on peut visualiser facilement quelle aurait été la qualité des sirops fabriqués à partir de l'eau d'érable circulant dans chaque élément du dispositif (figure 6). On observe une contamination rapide de la sève pour les deux dispositifs sans clapet (SCSP et SCAP) alors que la qualité de l'eau d'érable demeure acceptable pendant presque toute la saison pour les tubes modifiés (ACSP et ACSP) et ce, on s'en souviendra, pour des conditions de température favorisant la croissance bactérienne dans les éléments du système.

Il peut paraître étrange que la contamination s'accroisse de façon continue même après un lavage réalisé dans de bonnes conditions; ceci tient au fait que les niveaux de contamination n'étant pas mesurés pour chaque traitement juste avant le lavage, les courbes montrées à la figure 6 n'illustrent pas exactement l'effet de chaque type de lavage mais bien la progression relative de la contamination dans chaque élément du dispositif en fonction du temps. En utilisant les mesures effectuées sur les tubes TEMOINS, c'est-à-dire ceux n'ayant pas été lavés de toute la saison, on peut construire de façon théorique et certainement très approximative une courbe illustrant l'effet net d'un lavage. La figure 7 montre l'effet moyen des lavages sur la réduction des populations bactériennes dans les dispositifs avec clapet et avec PFD (ACAP).

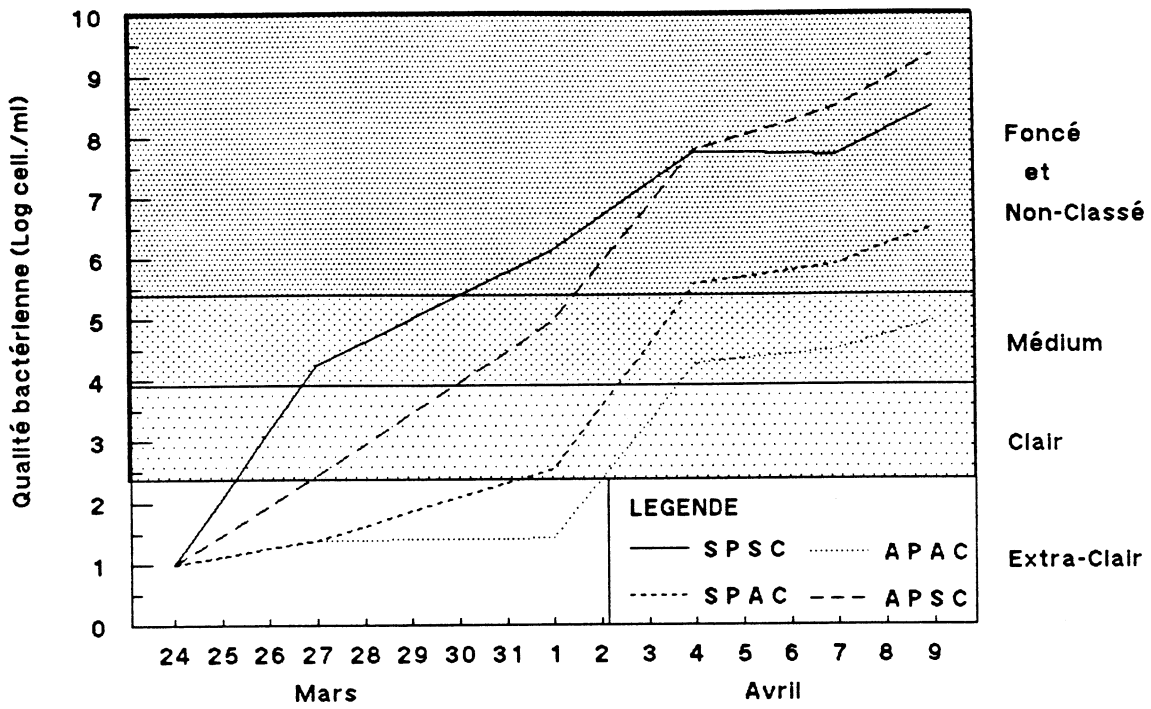


Figure 6. Progression relative de la contamination bactérienne pour chaque traitement en relation avec la qualité des sirops.

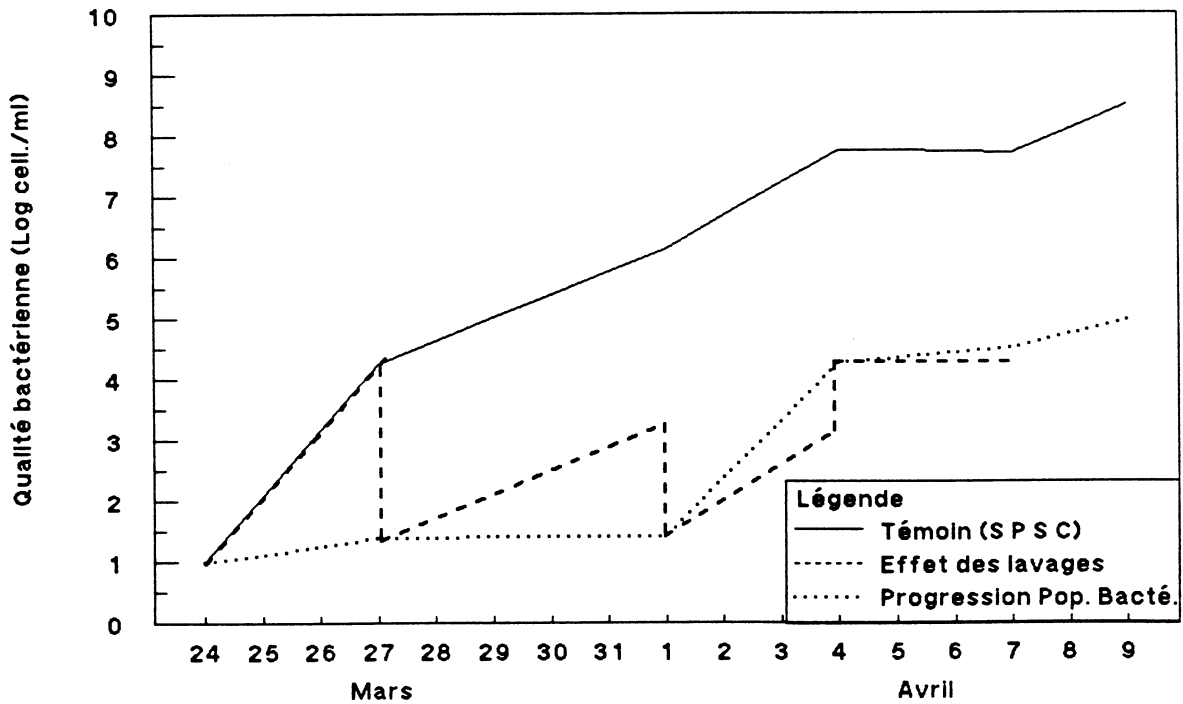


Figure 7. Effet net des lavages pour les systèmes modifiés avec PFD

Effet de l'utilisation du comprimé de PFD (paraformaldéhyde)

On a souvent allégué que l'utilisation d'un comprimé germicide dans l'entaille permettait d'améliorer la qualité de l'eau d'érable. Si on utilise la valeur moyenne des traitements avec comprimés (APAC-APSC) et sans comprimé (SPA6SPSC), il est possible d'isoler partiellement l'effet bactéricide du PFD (figure 8). On note effectivement une légère amélioration de la qualité de l'eau en faveur des systèmes utilisant un comprimé germicide et ce, surtout en début de saison. Cet effet n'est cependant pas significatif sur le plan statistique.

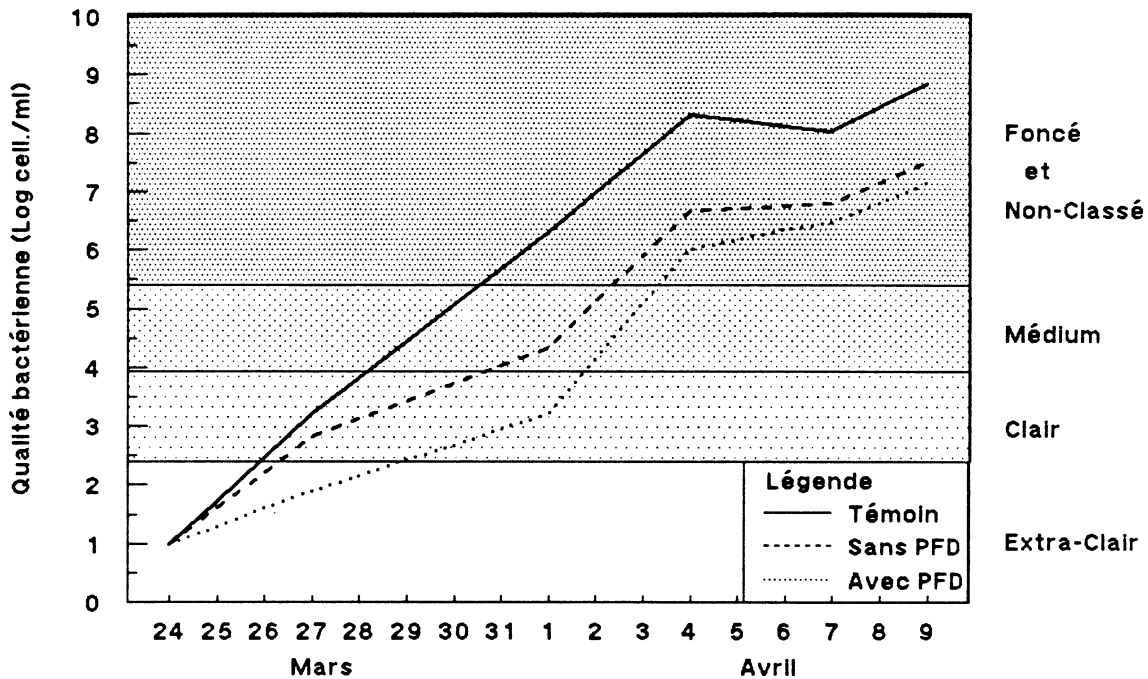


Figure 8. Effet bactéricide des comprimés de paraformaldéhyde

Effet de l'utilisation d'un clapet

L'effet de loin le plus significatif quant à l'amélioration de la qualité d'un lavage est amené par l'ajout du clapet à l'extrémité des tubes latéraux. La contamination moyenne des systèmes avec clapet (SPA&APAC) et sans clapet (APSC-SPSC) est illustrée à la figure 9. On peut visualiser facilement que les tubes qui n'ont pas été modifiés se comportent, à toute fin pratique, comme le système qui n'a subi aucun lavage de toute la saison. Ce résultat permet d'expliquer pourquoi le seul lavage des collecteurs pendant la saison, même si cette pratique demeure recommandable, ne permet qu'une amélioration relativement faible et limitée dans le temps puisque la solution ne peut atteindre qu'une faible section des tubes latéraux.

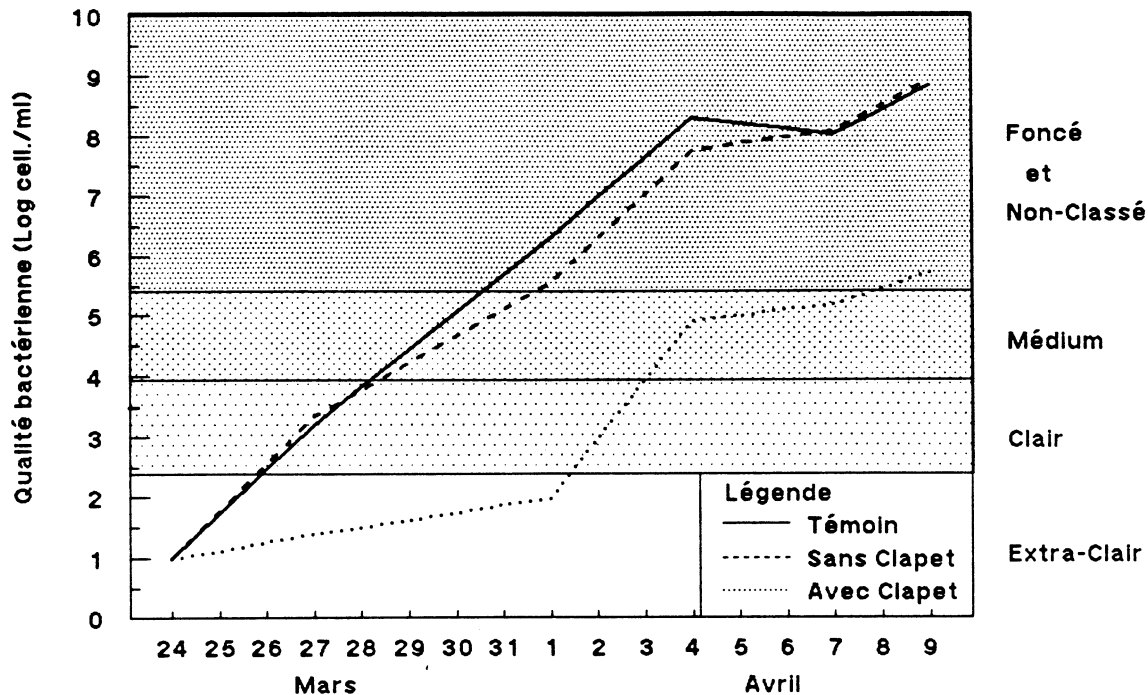


Figure 9. Effet de l'utilisation d'un clapet à l'extrémité des latéraux sur la qualité bactérienne de l'eau d'érable.

Amélioration générale de la qualité des sirops en fonction des traitements

Pour que ces résultats puissent avoir une implication pratique pour le producteur, il importe de vérifier si l'amélioration observée dans la qualité de l'eau d'érable coïncide avec les périodes importantes de coulée.

Pour ce faire, on doit exprimer la coulée quotidienne mesurée au printemps de 1988 en pourcentage (%) de la coulée totale. Il suffit d'affecter à chaque production quotidienne un indice de couleur correspondant à celui du sirop qui aurait été fabriqué, compte tenu de la qualité bactérienne observée pour chaque traitement, pour faire ensuite la sommation de ces indices sur toute la récolte. On obtient ainsi une évaluation approximative de la qualité générale de la production pour toute la saison et ce, par traitement. C'est un peu comme si on observait cinq (5) érablières dont l'importance des coulées quotidiennes était rigoureusement la même et qui utiliseraient chacune une technique de lavage correspondant à un des traitements. La figure 10 illustre le résultat de cette simulation. On doit noter en premier lieu que le système lavé périodiquement mais qui n'utilise ni clapet ni PFD est presque identique au système qui n'a subi aucun lavage au cours de la saison. On obtient ce résultat parce que les mesures ont été effectuées au niveau des tubes latéraux et ne tiennent pas compte de l'amélioration qu'un tel lavage permet d'apporter au reste du système (collecteurs et transvideurs).

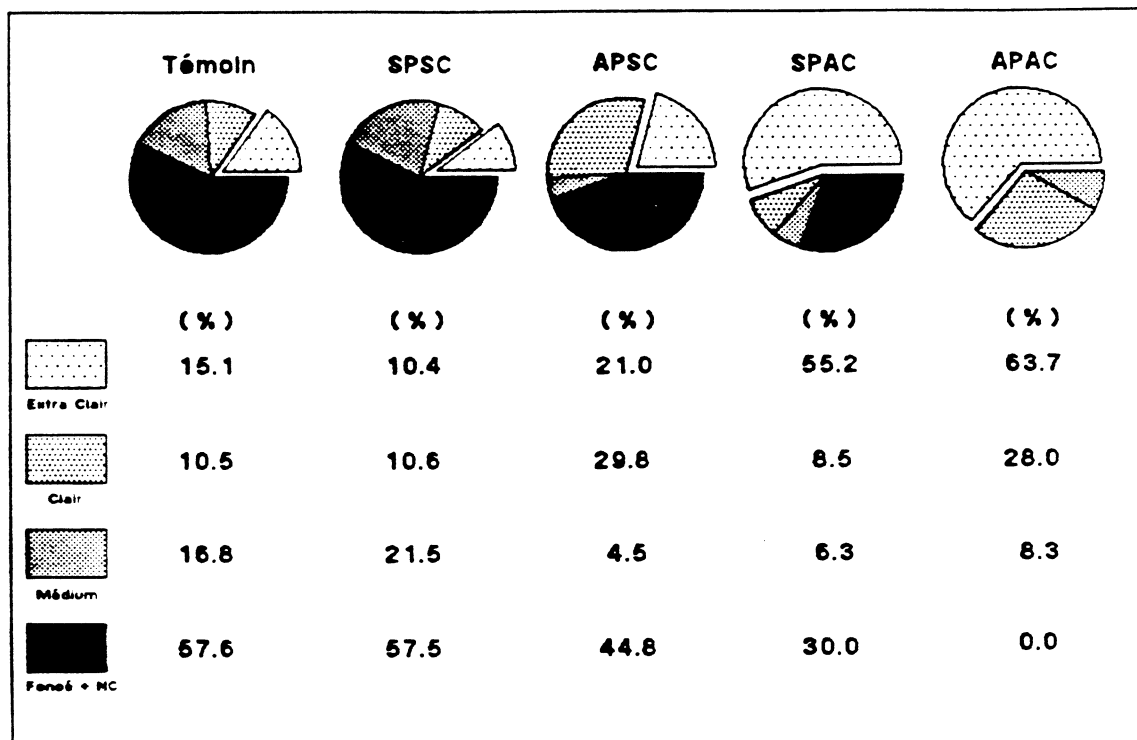


Figure 10. Simulation de l'effet des traitements sur la qualité générale de la production de sirop au cours de la saison 1988

On peut s'étonner cependant que l'utilisation du comprimé de PFD fasse passer le total de la proportion des sirops produits dans les classes Extra Clair et Clair de 26% pour le témoin à près de 50% pour le système non modifié avec PFD (APSC).

Ce résultat permet d'illustrer le fait qu'une amélioration même légère de la qualité bactérienne de l'eau, amélioration qui avait été reconnue comme étant statistiquement non significative au niveau des populations, peut avoir un effet très important si elle est observée alors que la coulée est abondante.

C'est cependant l'utilisation du clapet qui a l'effet le plus significatif puisque associé à l'utilisation de PFD (APAC), on obtient plus de 90% de la production dans les deux premières classes de qualité et surtout, aucun sirop d'une qualité inférieure à la classe de couleur Médium n'est produit. .



Conclusion

L'analyse des résultats obtenus au cours des deux dernières saisons nous permet donc d'apporter les conclusions suivantes:

- L'utilisation de comprimés germicides dans l'entaille conserve son utilité en ce qui a trait à l'augmentation de rendement qu'elle peut permettre de réaliser. Par ailleurs, cette technique n'apporte qu'une très faible amélioration de la qualité bactérienne de l'eau d'érable qui, dans certaines situations, peut cependant avoir une importance considérable sur la qualité des sirops

fabriqués. Leur utilisation ne peut toutefois être considérée comme un substitut valable à une bonne régie sur le plan sanitaire du réseau de tubulure;

- L'assainissement périodique des tubes collecteurs d'un système de collecte a déjà prouvé son efficacité pour améliorer la qualité des sirops produits. L'effet de tels lavages est très significativement augmenté par l'ajout, à l'extrémité de chaque tube latéral, d'un dispositif permettant à la solution de circuler dans toutes les composantes du système. Il importe toutefois de procéder à ce type de lavage fréquemment au cours de la saison, c'est-à-dire à tous les trois ou quatre jours de coulée, et d'effectuer le premier très tôt au début de la saison;
- si l'assainissement du système de collecte est réalisé dans les conditions décrites précédemment, l'utilisation d'une solution deux fois plus diluée que celle actuellement recommandée, c'est-à-dire une (1) partie d'eau de Javel dans deux cent (200) parties d'eau, assure le maintien d'une bonne qualité bactérienne de l'eau d'érable pendant toute la saison. En plus de représenter une économie au niveau des produits de lavage, une telle solution de lavage diminue considérablement les risques de contamination du sirop. Des travaux complémentaires sont prévus afin de mesurer l'efficacité de solutions de lavage encore plus diluées. D'autre part, nous sommes heureux du fait qu'une compagnie impliquée depuis plusieurs années dans la fabrication et la vente de matériel acéricole (i.e. Les Entreprises Denis Darveau Inc.) se soit montrée intéressée par les résultats de nos travaux et ce au point de développer une pièce d'équipement pouvant remplacer la valve à dépression que nous avons utilisée (voir figure 2) et dont l'étanchéité sous vide demeure problématique. La prochaine saison devrait permettre de tester et d'optimiser l'efficacité de ces nouveaux équipements. L'évolution récente des conditions du marché du sirop d'érable oblige les acériculteurs à apporter encore plus d'attention à la qualité des produits qu'ils fabriquent et ce, aussi bien en ce qui a trait à leur couleur qu'à leur saveur. Nous croyons sincèrement que les résultats de nos travaux et le fait que dans un avenir rapproché, l'industrie sera en mesure de proposer des équipements permettant de reproduire ces résultats dans le plus grand nombre possible d'érablières sont des éléments qui permettront au secteur acéricole de relever ce qu'il convient maintenant de définir comme étant le DÉFIT QUALITÉ.